

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DEL PERMISO DE INVESTIGACIÓN MENODICE N°16281

MEMORIA

JULIO 2025

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección <https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/> indicando el código de VERIFICACIÓN

FIRMADO POR

GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499

02/09/2025

VERIFICACIÓN

PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T

PÁG. 1/108



En el presente proyecto de investigación se redacta en virtud del artículo 47 de la Ley 22/1973, de 21 de julio, de Minas y con el contenido establecido en el artículo 66.1.c del Real Decreto 2857/1978, de 25 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento General para el Régimen de la Minería.

Revisión	Fecha	Motivo	Autor	Revisado	Aprobado
00	22/07/25	Redacción			

Revisión	Cambios principales	Página

PROMOTOR

GREEN MINERAL RESOURCES SL
CIF B-26570499
© GREEN MINERAL RESOURCES SL



GREEN MINERAL RESOURCES SL

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025	
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 2/108	

ÍNDICE

1	MEMORIA TÉCNICA EXPLICATIVA	7
1.1	INTRODUCCIÓN	7
1.2	SUSTANCIAS OBJETIVAS DEL PROYECTO	8
1.3	ANTECEDENTES TÉCNICOS – JUSTIFICACION DEL PROYECTO	9
1.4	ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS	15
1.5	ANTECEDENTES MINEROS	16
1.6	DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA	17
1.7	MARCO GEOLÓGICO	23
1.7.1	Génesis de la mineralización	35
1.8	ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN	36
2	PROCEDIMIENTO DE INVESTIGACIÓN	36
2.1	INTRODUCCIÓN	36
2.2	LEGISLACIÓN APLICABLE	37
2.3	PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	37
2.4	DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS A REALIZAR	39
2.4.1	Recopilación de información	40
2.4.2	Cartografía Geológica	40
2.4.2.1	Cartografía Geológica general	40
2.4.2.2	Cartografía Geológica de detalle	41
2.4.3	Campañas de Geofísica	42
2.4.3.1	Geofísica aerotransportada	42
2.4.3.2	Geofísica de superficie	43
2.4.4	Campañas de Geoquímica	44
2.4.4.1	Geoquímica de sedimentos de arroyos	44
2.4.5	Investigación de anomalías geoquímicas y geofísicas	45
2.4.6	Sondeos con recuperación de testigo	46
2.4.7	Análisis de la mineralización	49
2.4.8	Inventario de puntos de agua y modelo hidrogeológico	50
2.4.9	Digitalización de la información. Modelo geológico-minero global en 3D	50
2.4.10	Recuperación de labores mineras antiguas	51
2.5	EVOLUCIÓN DE LOS TRABAJOS PLANTEADOS	51
2.6	MEDIOS A EMPLEAR Y EQUIPO TÉCNICO	52
2.6.1	Medios propios	52

GREEN MINERAL RESOURCES SL

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección <https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/> indicando el código de VERIFICACIÓN

FIRMADO POR

GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499

02/09/2025

VERIFICACIÓN

PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T

PÁG. 3/108



2.6.2	Geofísica	53
2.6.3	Perforación de investigación	53
2.6.4	Ensayos de laboratorio	54
2.6.5	Modelización del yacimiento y consultoría/asesoría	55
3	PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN	57
3.1	DESARROLLO Y LÓGICA DE LAS LABORES DE INVESTIGACIÓN	57
3.2	TRABAJOS A REALIZAR DURANTE EL PRIMER AÑO DE LABORES	60
3.3	TRABAJOS A REALIZAR DURANTE EL SEGUNDO AÑO DE LABORES	61
3.4	TRABAJOS A REALIZAR DURANTE EL TERCER AÑO DE LABORES	62
3.5	PRORROGA DEL PERMISO DE INVESTIGACIÓN	62
3.6	CRONOGRAMA DE BARRAS DE LAS ACTIVIDADES PROYECTADAS.	63
3.6.1	Primer año de permiso	63
3.6.2	Segundo año de permiso	63
3.6.3	Tercer año de permiso	64
4	PRESUPUESTO	65
4.1	PRESUPUESTO PRIMER AÑO	65
4.2	PRESUPUESTO SEGUNDO AÑO	73
4.3	PRESUPUESTO TERCER AÑO	80
4.4	SUBTOTALES.	87
4.5	INVERSIÓN TOTAL PREVISTA.	87
	ANEXO I - LEGISLACIÓN APLICABLE	88
	ANEXO II – DESCRIPCIÓN DE MÉTODOS GEOFÍSICOS	90
5	TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA	90
6	MÉTODO DE POLARIZACIÓN INDUCIDA	91
7	MÉTODO DE SONDEOS ELECTROMAGNÉTICOS DE DOMINIO DE TIEMPOS (SED)	91
8	MÉTODO MAGNETO-TELÚRICO	92
9	SÍSMICA DE REFLEXIÓN.	96
10	SÍSMICA DE REFRACCIÓN.	97
11	GEOFÍSICA “IN-HOLE” EN LAS PERFORACIONES DE INVESTIGACIÓN.	99
	ANEXO III – ANÁLISIS Y ENSAYOS DE MUESTRAS	101
1	MUESTRAS PARA ANÁLISIS QUÍMICOS	101
2	MUESTRAS PARA ENSAYOS FÍSICO-QUÍMICOS, MINERALÓGICOS Y GEOTÉCNICOS	104
	ANEXO IV – CURRÍCULUM PERSONAL INVESTIGADOR	106
	ANEXO V – SEGURIDAD Y SALUD	132

GREEN MINERAL RESOURCES SL

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección <https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/> indicando el código de VERIFICACIÓN

FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 4/108



INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Clasificación de diferentes materias críticas y esenciales en base a su riesgo de suministro e importancia económica. <i>Fuente:</i> Study on the critical raw materials for the EU 2023. Final report. ...	10
Figura 2: Materias primas utilizadas en tecnologías clave para las transiciones digital y verde, y su riesgo relativo de suministro. <i>Fuente:</i> Raw Materials Information System (RMIS) – Comisión Europea.	11
Figura 3: Delimitación finalmente solicitada del PI “MENODICE” sobre el Mapa Topográfico Nacional a Escala 1:25.000 del IGN. <i>Fuente:</i> GMR sobre mapa del IGN.	16
Figura 4: Plano de Situación del P.I. “MENODICE” sobre el mapa comarcal de Andalucía. <i>Fuente:</i> GMR.	18
Figura 5: Mapa de dominios climáticos de Andalucía. <i>Fuente:</i> Junta de Andalucía.	18
Figura 6: Reparto anual de temperaturas. <i>Fuente:</i> Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.	19
Figura 7: Distribución de los valores de precipitación media anual en Andalucía. <i>Fuente:</i> REDIAM. ...	20
Figura 8: Diagrama ombrotérmico de precipitaciones y temperaturas medias. <i>Fuente:</i> Atlas Climático de Andalucía.	22
Figura 9: Hidrología en la zona de ubicación del PI MENODICE. <i>Fuente:</i> GMR.	22
Figura 10: Plano geológico del PI MENODICE. <i>Fuente:</i> IGME.	23
Figura 11: Plano geológico del PI MENODICE. <i>Fuente:</i> IGME.	38
Figura 12: Localización de los sondeos con recuperación de testigo planteados.	47
Figura 13: Dispositivo tipo Polo-Dipolo empleado para las medidas de resistividad aparente del terreno.	90
Figura 14: Configuración de campo de MT en forma tensorial.	93
Figura 15: Ejemplo de perfil obtenido.	95
Figura 16: (a) Esquema del recorrido de los rayos reflejados en tres capas para una posición de emisión y dos estaciones receptoras (geófonos). Debido a la ecuación de propagación, las reflexiones quedan marcadas en el registro sísmico como trayectorias hiperbólicas.	97
Figura 17: Esquema de la implantación sísmica que se utilizará para este estudio.	98
Figura 18: Ejemplo de sección resultante del procesado mediante inversión de datos de Sísmica de Refracción.	98

GREEN MINERAL RESOURCES SL

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección <https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/> indicando el código de VERIFICACIÓN

FIRMADO POR

GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499

02/09/2025

VERIFICACIÓN

PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T

PÁG. 5/108



INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Materias primas estratégicas en 2024. Fuente: Reglamento (UE) 2024/1252 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de abril de 2024, por el que se establece un marco para garantizar un suministro seguro y sostenible de materias primas fundamentales y por el que se modifican los Reglamentos (UE) n.º 168/2013, (UE) 2018/858, (UE) 2018/1724 y (UE) 2019/1020 Texto pertinente a efectos del EEE. – Unión Europea. 10

Tabla 2: Coordenadas inicialmente solicitadas del perímetro del P.I. “MENODICE” (ETRS89 30N)..... 15

Tabla 3: Temperaturas medias mensuales zona del Permiso de Investigación MENODICE. Fuente: Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. 19

Tabla 4: Distribución anual de las precipitaciones. Fuente: REDIAM. 20

Tabla 5: Ubicación aproximada y provisional de los sondeos a realizar sobre objetivos deducidos en el P.I. “MENODICE” (Datum: ETRS89 / UTM Zona 30 N)..... 46

Nº Reg. Entrada: 2025999010507305. Fecha/Hora: 02/09/2025 13:02:20



GREEN MINERAL RESOURCES SL

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025	
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 6/108	

1 MEMORIA TÉCNICA EXPLICATIVA

1.1 INTRODUCCIÓN

El presente Proyecto de Investigación se redacta en virtud de lo contenido en artículo 66 del Reglamento General para el Régimen de la Minería, aprobado el 25 de agosto mediante Real Decreto 2.857/1.978. En él se establecerá el plan general de investigación que se prevé realizar en el Proyecto de Investigación del P.I. MENODICE, nº 16281, describiendo la información de la que se dispone, procedimiento y medios a emplear en la investigación, programa de investigación, plazos de ejecución, planos, presupuesto y en resumen todo lo especificado en el mencionado artículo 66, punto 1, apartado c. También se plasmará la información que a nuestro juicio consideremos útil para una mejor comprensión del proyecto.

A la hora de plantear un permiso de investigación minera, se debe tener en cuenta que se cumple con un mandato que deriva del artículo 128 de la Constitución que establece que *toda la riqueza del país en sus distintas formas y sea cual fuere su titularidad está subordinada al interés general*. Así, la Ley 22/1973 de Minas no lo contradice cuando establece en su Título I que *la presente Ley se reafirma la naturaleza jurídica de los yacimientos minerales de origen natural y demás recursos geológicos como bienes de dominio público y se mantiene la concesión administrativa como institución tradicional y principio básico de nuestro ordenamiento minero* con el fin de dar respuesta al mandato de *la ordenación de todos los recursos disponibles al servicio del hombre con especial atención a los recursos naturales*.

A mayor insistencia en este interés público por la puesta en valor de la riqueza minera como beneficio a la sociedad, se promulga la Ley 6/1977 de Fomento de la Minería que en su preámbulo deja claro que:

*La producción industrial, **factor determinante del desarrollo económico**, reclama para ser eficiente un suministro adecuado de materias primas que elimine los riesgos de estrangulamiento y garantice la utilización óptima de la capacidad productiva nacional.*

En España, pese a la importancia de las tierras raras, el zirconio y el titanio, ninguna de estas sustancias está consideradas como una materia prioritaria según la Ley 6/1977 de Fomento de la Minería, que incluye varias sustancias de la Sección C ni el Real Decreto 647/2002, de 5 de julio que establece expresamente las sustancias consideradas como mineral prioritario. Pese al tiempo transcurrido desde esta redacción de la Ley 6/1977 y del R.D. 647/2002, la problemática indicada está más de actualidad que nunca, ya que la crisis que ha golpeado Europa y España en los últimos años, así como la actual crisis de suministro de materias primas minerales, ha dejado patente la necesidad de disponer de un sector industrial con mayor participación en la economía y más fuerte. Para ello son necesarias las materias primas y la propia Unión Europea dictó la Comunicación de la Comisión al Parlamento



Europeo y al Consejo sobre la Iniciativa de las materias primas: cubrir las necesidades fundamentales en Europa **para generar crecimiento y empleo** (04/11/2008) que dictaminaba que:

La garantía de un acceso fiable y sin distorsiones a las materias primas constituye un factor de importancia creciente para la competitividad de la UE que, por tanto, resulta fundamental a efectos del éxito de la asociación de Lisboa para el crecimiento y el empleo.

Y además establecía una estrategia uno de cuyos 3 pilares fundamentales era *establecer las condiciones marco adecuadas en la UE para **potenciar un suministro sostenible de materias primas de fuentes europeas.***

Podemos, pues, concluir que la presentación del presente permiso de investigación cumple con un mandato público dentro de las estrategias y políticas europeas y españolas.

El presente proyecto también encaja a la perfección en los objetivos y estrategias de la *Estrategia Minera de Andalucía 2020*. Ya desde el primer párrafo de la *Estrategia* se ve la plena coincidencia de los objetivos de este permiso con los de la Junta de Andalucía que *como administración competente en la gestión del dominio público minero, tiene un interés manifiesto en la investigación y explotación de los recursos minerales y en que estas actividades se realicen de forma eficiente, sostenible y segura [...], reforzando la cualificación y seguridad del sector minero y poniendo este gran recurso al servicio de la generación de la actividad y empleo en Andalucía.*

Por otro lado, un proyecto como el que nos ocupa cumple perfectamente con el objeto primordial de la *Estrategia Minera de Andalucía 2020* que es *poner en valor a la minería y a su sector transformador y promover las potencialidades existentes que son objeto de aprovechamiento, convirtiéndola en una actividad dinámica, innovadora, generadora de empleo y de riqueza, capaz de dar respuesta a las necesidades de materias primas de la economía internacional.*

1.2 SUSTANCIAS OBJETIVAS DEL PROYECTO

El presente proyecto de investigación pretende investigar todas las sustancias de la sección C) con especial atención al rutilo, circón y tierras raras. El rutilo contiene titanio y el circón zirconio, estando las tierras raras contenidas principalmente en el mineral conocido como monacita.

FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 8/108



1.3 ANTECEDENTES TÉCNICOS – JUSTIFICACION DEL PROYECTO

GREEN MINERALS RESOURCES, S.L. es una empresa de investigación y desarrollo minero orientada esencialmente a todos aquellos recursos minerales utilizados en el sector energético, tecnológico e industrial, incluyendo a aquellos metales de uso en esa actividad industrial, como es el caso de las tierras raras, el zirconio y el titanio. El objetivo de la empresa es identificar en la zona del proyecto uno o varios yacimientos susceptibles de su aprovechamiento, evaluar sus reservas, su viabilidad técnica y económica y en caso de resultado positivo, proponer una explotación minera.

El progreso desde la Revolución Industrial hasta nuestros días ha estado marcado por los combustibles fósiles: carbón, petróleo y gas. Las cuestiones medioambientales, ligadas a las emisiones de CO₂ principalmente, han hecho que se desarrollen políticas internacionales y nacionales de reducción del uso de los combustibles fósiles con su sustitución por otras tecnologías más “limpias” en lo que se ha dado en llamar la “Transición Energética”. Estas nuevas tecnologías energéticas están demandando importantes cantidades de metales necesarios para la fabricación de los equipos. Los minerales objeto de este estudio no sólo son esenciales para la producción de una amplia gama de bienes y servicios utilizados en la vida cotidiana, sino también, para el desarrollo de innovaciones emergentes en la UE, especialmente necesarias para el desarrollo de tecnologías más ecoeficientes y competitivas a nivel mundial. La aceleración de los ciclos de innovación tecnológica y el rápido crecimiento de las economías emergentes han llevado a una creciente demanda mundial de metales y minerales específicos ampliamente demandados. Asegurar el acceso a un suministro estable de estas materias primas se ha convertido en un gran desafío para las economías nacionales y regionales con producción limitada, como es el caso de la economía de la UE, dependiente de las importaciones de muchos de estos minerales y metales, necesarios para el mantenimiento del desarrollo industrial y tecnológico. Además, la tecnificación de todos los sectores para ser más competitivos también requiere de elementos de especiales características que tradicionalmente no eran demandados y ahora se han convertido en críticos.

La Comisión Europea (CE) lanzó la Iniciativa Europea de Materias Primas en 2008, una estrategia integrada que establece medidas específicas para asegurar y mejorar el acceso a las materias primas para la UE, uno de cuyos pilares fundamentales es el aseguramiento de un **suministro** justo y sostenible **de materias primas** con fomento del suministro sostenible **en la Unión Europea**.

FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 9/108



Nº Reg. Entrada: 2025999010507305. Fecha/Hora: 02/09/2025 13:02:20

Bauxita/alúmina/aluminio	Bismuto	Boro (calidad de metalurgia)	Cobalto
Cobre	Galio	Germanio	Litio (calidad de batería)
Metal de magnesio	Manganeso (calidad de batería)	Grafito (calidad de batería)	Níquel (calidad de batería)
Metales del grupo del platino	Tierras raras para imanes permanentes (Nd, Pr, Tb, Dy, Gd, Sm y Ce)	Silicio metálico	Metal de titanio
Wolframio			

*En rosa sustancias objeto de este proyecto

Tabla 1: Materias primas estratégicas en 2024. Fuente: Reglamento (UE) 2024/1252 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de abril de 2024, por el que se establece un marco para garantizar un suministro seguro y sostenible de materias primas fundamentales y por el que se modifican los Reglamentos (UE) n.º 168/2013, (UE) 2018/858, (UE) 2018/1724 y (UE) 2019/1020 Texto pertinente a efectos del EEE. – Unión Europea.

Una de las acciones prioritarias de la Iniciativa fue establecer una lista de materias primas no energéticas críticas a nivel de la UE. La primera lista se estableció en 2011 y se actualiza cada tres años (Tabla 1).

La lista se basa en dos parámetros fundamentales: Importancia Económica (EI) y Riesgo de Suministro (SR). La última actualización, de 2024, incluye los minerales objetivo de este proyecto, teniendo en cuenta el circón como principal fuente del Hafnio, además de su alto valor estratégico industrial en sí mismo.

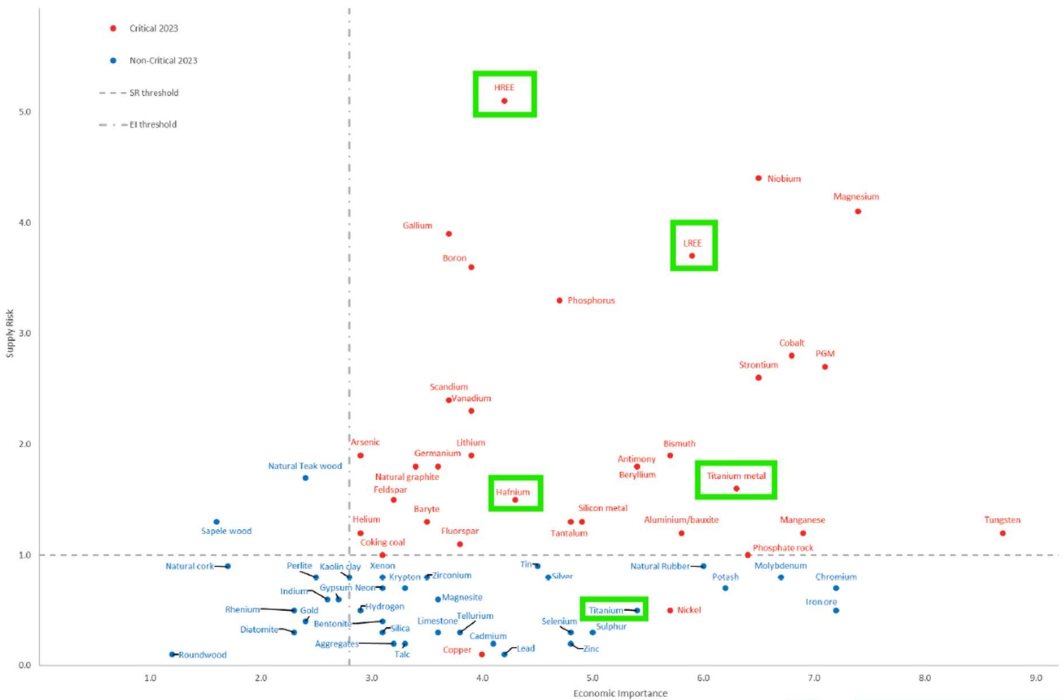


Figura 1: Clasificación de diferentes materias críticas y esenciales en base a su riesgo de suministro e importancia económica. Fuente: Study on the critical raw materials for the EU 2023. Final report.



Las materias primas críticas están representadas con puntos rojos y se ubican dentro de la zona de criticidad ($SR \geq 1$ y $EI \geq 2.8$) del gráfico. Los puntos azules representan materias primas esenciales, pero no críticas.

La dependencia de estos elementos desde países de fuera de la Unión Europea es total, procediendo muchos de ellos de países políticamente inestables o con políticas de exportaciones restringidas. Esto pone en riesgo a la industria europea y a sectores clave para la lucha contra el cambio climático como baterías para el almacenamiento energético y electromovilidad, energías renovables, etc.

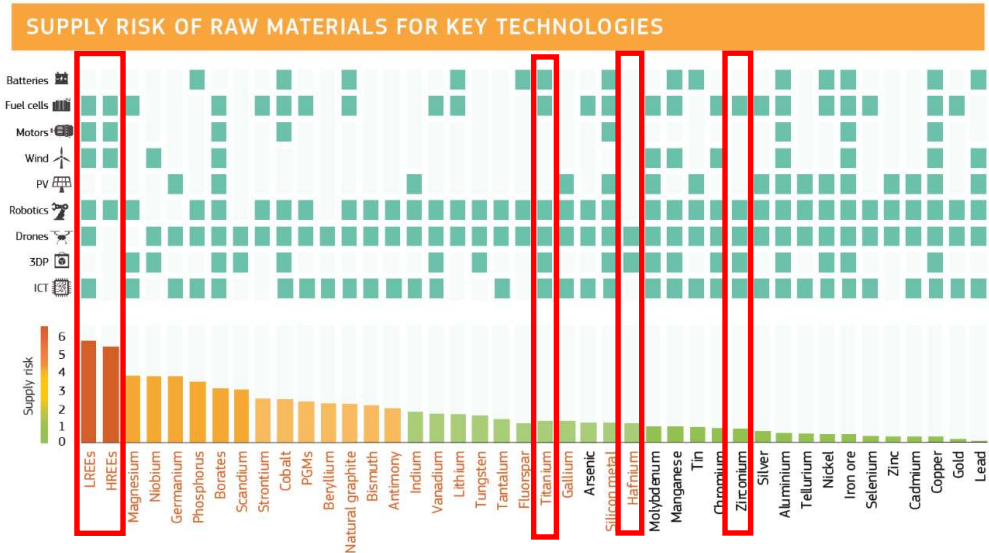


Figura 2: Materias primas utilizadas en tecnologías clave para las transiciones digital y verde, y su riesgo relativo de suministro. Fuente: Raw Materials Information System (RMIS) – Comisión Europea.

La actual crisis de suministro de materias primas minerales ha dejado patente la necesidad de disponer de un sector industrial con mayor participación en la economía y más fuerte. Para ello son necesarias las materias primas y el 30/08/22 el Consejo de Ministros publicó la *Hoja de Ruta para la Gestión Sostenible de las Materias Primas Minerales* con el fin de tener un documento que sirva de base para un futuro plan nacional de materias primas. Esta Hoja de Ruta refuerza la autonomía estratégica del país y la seguridad de abastecimiento de suministros clave para la transición energética y el desarrollo digital. La Hoja otorga prioridad a la eficiencia y la economía circular, incluye 46 medidas para que España aproveche sus recursos autóctonos de un modo más sostenible y maximice los beneficios económicos y sociales a lo largo de toda la cadena de valor industrial.

Para afrontar la nueva geopolítica de materias primas y para garantizar el éxito de la transición ecológica, la Hoja de Ruta se alinea con las políticas europeas sobre materias primas –como el Plan de Acción de Materias Primas Fundamentales o el reciente REPowerEU–, y con herramientas nacionales, como la Estrategia de Seguridad Nacional aprobada el pasado mes de febrero o la Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo 2050.



Esta Hoja de Ruta reconoce la importancia de disponer de una minería autóctona ante el gran incremento de la demanda de materias primas por parte de la industria y la vulnerabilidad de las cadenas de suministro.

Entre sus retos están:

- *RETO n.º 2: Suministro de materias primas minerales. Seguridad de suministro de materias primas claves para la economía.*
- *RETO n.º 3: Industria de materias primas minerales 4.0, más eficiente y sostenible.*
- *RETO n.º 5: Contribución al crecimiento económico y al desarrollo local.*

Entre sus estrategias están:

- *Estrategia 2. Consolidar la gestión sostenible de las materias primas minerales autóctonas en la industria extractiva española.*
- *Estrategia 4. Fomentar la industria de materias primas minerales estratégicas para la transición energética y digital.*

En esta misma línea de aseguramiento del suministro de materias primas, la propia Unión Europea dictó la *Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo y al Consejo sobre la Iniciativa de las materias primas: cubrir las necesidades fundamentales en Europa **para generar crecimiento y empleo*** (04/11/2008) que dictaminaba que:

La garantía de un acceso fiable y sin distorsiones a las materias primas constituye un factor de importancia creciente para la competitividad de la UE que, por tanto, resulta fundamental a efectos del éxito de la asociación de Lisboa para el crecimiento y el empleo.

Y además establecía una estrategia uno de cuyos 3 pilares fundamentales era **establecer las condiciones marco adecuadas en la UE para *potenciar un suministro sostenible de materias primas de fuentes europeas.***

A partir de esta Comunicación, la UE ha ido trabajando para garantizar el suministro de materias primas, publicando la *Resolución del Parlamento Europeo, de 24 de noviembre de 2021, sobre una estrategia europea para las materias primas fundamentales (2021/2011(INI))* que considera que *las materias primas fundamentales están en el origen de la generación de valor económico en la industria y tienen, por lo tanto, un efecto significativo en los sectores transformadores; que reviste una importancia estratégica que la Unión reduzca su dependencia [...], que el crecimiento de la población y por tanto de la demanda asociada de minerales para la tecnología y la transición energética conducen según todas las hipótesis a una demanda significativamente superior de materias primas fundamentales, y además plantea los siguientes puntos:*

1. [...] centrarse únicamente en el reciclado no bastará para atender al incremento de la demanda de materias primas fundamentales [...]

FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 12/108



2. Subraya que el abastecimiento de materias primas fundamentales está ligado a la ubicación geográfica, hasta la fecha ha sido muy dependiente de la energía fósil y plantea riesgos directos e indirectos de fuga de carbono y de sufrir competencia desleal [...] y **pide que se sigan explorando las posibilidades de abastecimiento en los Estados miembros ricos en materias primas fundamentales**;

3. Advierte de que en la transición de la Unión a la neutralidad climática no debe sustituir la dependencia de los combustibles fósiles por la dependencia de las materias primas; subraya que **esta transición debe reducir la dependencia de la Unión respecto de las materias primas fundamentales importadas** [...];

4. Observa que el desarrollo y el futuro despliegue a gran escala de tecnologías, incluidas las aplicaciones digitales emergentes, la generación de electricidad a partir de fuentes renovables y las baterías para vehículos eléctricos y medios de transporte ligeros, impulsarán la demanda de determinadas materias primas fundamentales y de otras materias primas; pide que se tenga en cuenta que el aumento de las ambiciones climáticas y digitales de los países acentúa la competencia en los mercados mundiales y ejerce una presión adicional sobre la seguridad de su suministro en Europa;

[...]

14. Considera que es indispensable financiar las oportunidades de producción, transformación o reciclado de todas las materias primas fundamentales consignadas en la Comunicación de la Comisión titulada «Resiliencia de las materias primas fundamentales»;

[...]

41. Señala que, si bien el diseño inteligente del producto, la reutilización de materiales, la sustitución por materiales reciclados y el fomento de la reducción de los materiales y las huellas de consumo pueden redundar en una notable disminución de la demanda primaria y su potencial debe aprovecharse plenamente, **hace falta un abastecimiento de materias primas fundamentales** [...];

Recientemente se ha aprobado la conocida como *European Critical Raw Materials Act* – Reglamento (UE) 2024/1252 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de abril de 2024, por el que se establece un marco para garantizar el suministro seguro y sostenible de materias primas fundamentales y por el que se modifican los Reglamentos (UE) 168/2013, (UE) 2018/858, (UE) 2018/1724 y (UE) 2019/1020 que establece puntos de referencia claros para las capacidades nacionales a lo largo de la cadena de suministro de materias primas estratégicas y para diversificar el suministro de la UE de aquí a 2030:

- **que la capacidad de extracción de la Unión permita extraer las menas, los minerales o los concentrados necesarios para producir al menos el 10 % del consumo anual de materias primas estratégicas de la Unión, en la medida de lo posible habida cuenta de las reservas de la Unión,**

FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 13/108



- *que la capacidad de procesamiento de la Unión, en todas sus fases intermedias, permita producir al menos el 40 % del consumo anual de materias primas estratégicas de la Unión,*
- *que la capacidad de reciclado de la Unión, inclusive para todas las fases de reciclado intermedios, permita producir al menos el 25 % del consumo agregado anual de materias primas estratégicas de la Unión y permita reciclar cantidades cada vez más significativas de cada materia prima estratégica contenida en los residuos.*

En este contexto la **UE ha declarado materias primas estratégicas y fundamentales a las tierras raras para imanes permanentes (Nd, Pr, Tb, Dy, Gd, Sm y Ce) y al metal de titanio, objetivos de este proyecto y, adicionalmente, como materias primas fundamentales, el Hafnio, contenido en el zircón, y a las tierras raras pesadas y ligeras.**

En el escenario actual, el presente proyecto tiene interés ya que:

- Encaja perfectamente con los objetivos y estrategia de la Unión Europea recogidos en el *Reglamento (UE) 2024/1252 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de abril de 2024, por el que se establece un marco para garantizar un suministro seguro y sostenible de materias primas fundamentales y por el que se modifican los Reglamentos (UE) n.º 168/2013, (UE) 2018/858, (UE) 2018/1724 y (UE) 2019/1020.*
- España tiene una alta dependencia exterior de los metales utilizados en las nuevas tecnologías energéticas, y en la industria 4.0, de telecomunicaciones y aeroespacial, incluyendo a las tierras raras, titanio y zirconio.
- En la zona del presente proyecto se ha detectado una importante presencia de zirconio, titanio y tierras raras que nunca han sido objeto de explotación, pese a que la zona ha tenido una importante actividad minera en el pasado.

Se trata por lo tanto de un proyecto que puede ser considerado de carácter estratégico por la naturaleza de los minerales a estudiar y que, además, puede ser importante para una zona deprimida económicamente que puede ser revitalizada por la actividad minera y toda su actividad periférica relacionada.

El presente proyecto de investigación pretende explorar, evaluar y, en su caso, plantear la explotación de los recursos de minerales de tierras raras, titanio y zirconio y sus posibles acompañantes, pues hay evidencias de la existencia de recursos por antiguas investigaciones y trabajos mineros, cuya cuantía y potencialidad para su posible explotación será el objetivo de la investigación que se propone desarrollar en este documento, con la intención final de poner a la luz un proyecto minero medioambientalmente y económicamente viable.

FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 14/108



1.4 ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS

El 23/05/2025 se solicita ante la Sección de Minas de Jaén de la Delegación Territorial de la Consejería de Empleo, Empresa y Comercio, el Permiso de Investigación "MENODICE", de 125 cuadrículas mineras, sito en los términos municipales de Aldeaquemada y Santisteban del Puerto, para recursos de la Sección C y en especial rutilo, circón y tierras raras, por un periodo de tres años, en virtud de lo recogido en el Capítulo Tercero de la *Ley 22/1973, de 21 de Julio, de Minas* y en el artículo 66 del *R.D. 2857/1978 de 25 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento General para el Régimen de la Minería*.

El perímetro del Permiso de Investigación que se solicita inicialmente queda definido por las siguientes coordenadas geográficas referidas al Meridiano de Greenwich (ETRS89), y cuya representación cartográfica se presenta en la Figura 3.

VERTICE	LONG (O)	LAT (N)	VERTICE	LONG (O)	LAT (N)
PP 1	3°22'00"	38°28'20"	9	3°19'20"	38°24'40"
2	3°20'40"	38°28'20"	10	3°21'40"	38°24'40"
3	3°20'40"	38°28'40"	11	3°21'40"	38°25'00"
4	3°18'20"	38°28'40"	12	3°23'20"	38°25'00"
5	3°18'20"	38°28'20"	13	3°23'20"	38°25'40"
6	3°18'00"	38°28'20"	14	3°23'00"	38°25'40"
7	3°18'00"	38°26'40"	15	3°23'00"	38°26'00"
8	3°19'20"	38°26'40"	16	3°22'00"	38°26'00"

Tabla 2: Coordenadas inicialmente solicitadas del perímetro del P.I. "MENODICE" (ETRS89 30N).

La superficie definida por este perímetro se encuentra dentro de la hoja topográfica número 863 (Aldeaquemada) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.



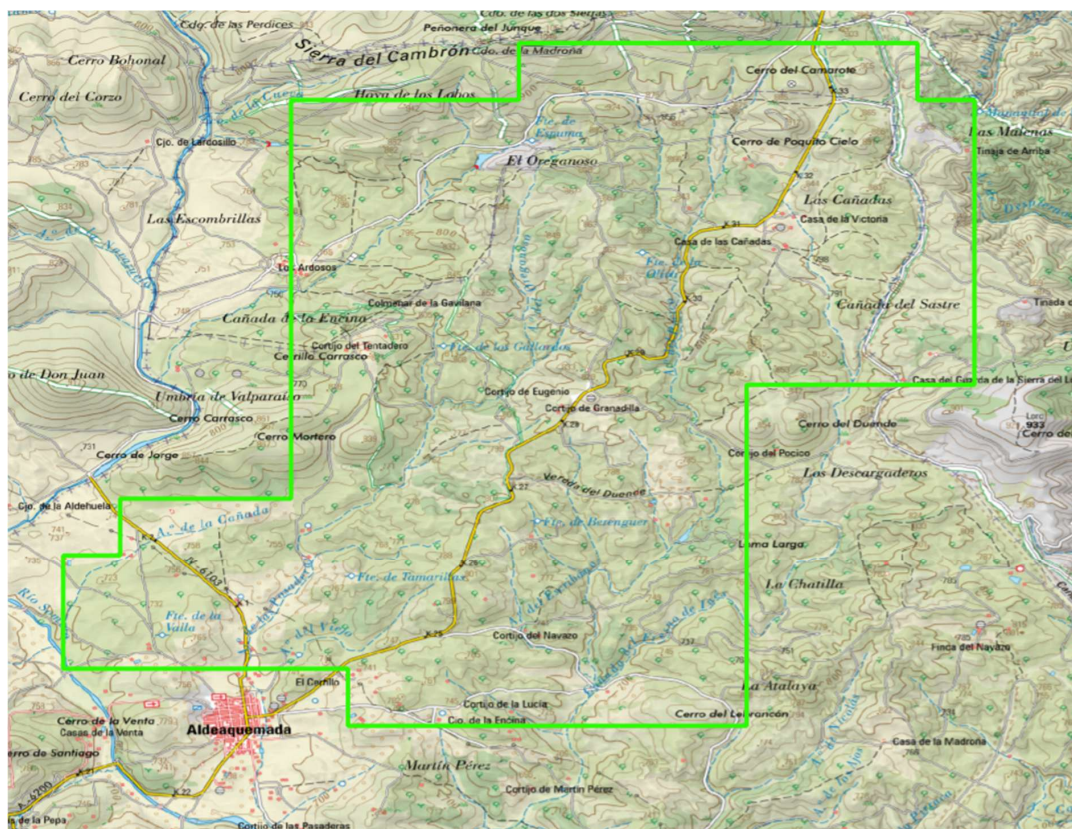


Figura 3: Delimitación finalmente solicitada del PI “MENODICE” sobre el Mapa Topográfico Nacional a Escala 1:25.000 del IGN. Fuente: GMR sobre mapa del IGN.

1.5 ANTECEDENTES MINEROS

Desde el punto de vista minero, en el norte de la provincia de Jaén, y más concretamente en las estribaciones más orientales de Sierra Morena, se concentra la mayor parte de vestigios relacionados con la minería metálica del Alto Guadalquivir. Los ricos filones metalíferos de esta área ha sido intensamente explotados desde la antigüedad hasta la época contemporánea, llegándose a convertir la zona en el máximo productor mundial de plomo entre los años 1875-1920, con una producción media de 65.000 Tm/año.

El inicio de la explotación se produjo durante la Prehistoria Reciente, beneficiándose, básicamente, los afloramientos superficiales de los yacimientos ricos en minerales de cobre (óxidos y carbonatos) y posiblemente, también, de plata nativa, que aportarían la suficiente cantidad de mineral y de metal para abastecer las necesidades de las poblaciones de esta zona, e incluso parte de la demanda exterior. En esta región minera se han documentado numerosas labores mineras desde la Edad del Cobre a la del Bronce. La llegada del Imperio Romano supone el desarrollo de una explotación intensiva de todo el territorio minero de Sierra Morena oriental, sobre todo, desde mediados del s. II a.C. y hasta inicios del s. II d.C.

FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 16/108



Los romanos contribuyeron a aplicar una organización optimizada, de manera que se sistematizó la explotación racional y uniforme de las explotaciones mineras en todo el ámbito romano, alcanzando niveles de producción que sólo se superarán tardíamente, ya en la época industrial. La intensificación y volumen de la producción se produce a partir de este momento.

La mayor parte de la actividad minera se ha centrado históricamente en el distrito La Carolina-Santa Elena, si bien, también existió cierta actividad minera en la zona más oriental. En el término municipal de San Esteban del Puerto figuran las minas de San Antonio y La Caldera que explotaban filones de plomo y las minas del Cerro el Toro donde se explotaba hierro, todas ellas sobre materiales ordovícicos. Destacan sobre todas las anteriores, las Minas Avellanar y Caprichosa, al oeste del municipio de Aldeahermosa, que estuvieron activas hasta la década de los ochenta del siglo XX y que también beneficiaban filones de plomo encajados en los mismos materiales.

1.6 DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA

El Permiso de Investigación solicitado “MENODICE”, tiene una forma semirectangular, con el fin de cubrir los cuerpos mineralizados de interés, ya identificadas en el permiso de investigación adyacente “ORION”, también de este promotor, y al condicionante de la retícula cartográfica orientada que definen las cuadrículas mineras. Comprende el territorio franco y registrable de unas 3.750 Ha. que no queda especialmente delimitado por accidentes geográficos o infraestructuras destacables (Figura 3).

Administrativamente el Permiso se sitúa en los términos municipales de Aldequemada, y Santisteban del Puerto. Estas poblaciones quedan fuera del P.I., siendo Aldequemada el núcleo habitado más próximos a los límites del permiso, en su zona sur.

Los accesos al permiso son limitados, pudiendo realizarse a través de una serie de pistas que parten desde la carretera A-6200, que atraviesa en diagonal el permiso por su parte central, en las inmediaciones de Aldequemada.

Desde el punto de vista geográfico el Permiso de Investigación se encuentra situado al Norte de la provincia de Jaén, Comunidad Autónoma de Andalucía, mayoritariamente sobre las comarcas denominadas como El Condado y Sierra Morena en menor medida (Figura 4). Se trata de una zona de orografía compleja, con fuertes pendientes en las zonas de los valles de la red hidrológica que cruza por la Poligonal, siendo los dominantes el río Guadalén y el río Dañador, este último desemboca en el Guadalén. Estos ríos conforman valles de cotas bajas que contrastan con los cerros, dándose variaciones de casi 400 m de altura. Topográficamente, destaca el pico Cuernavacas (827 m.s.n.m.) como máxima elevación.

FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 17/108





Figura 4: Plano de Situación del P.I. "MENODICE" sobre el mapa comarcal de Andalucía. *Fuente: GMR.*

Según los datos climatológicos aportados por la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía, el clima de la ubicación del proyecto se corresponde con Mediterráneo Continental. Este clima se extiende por las altiplanicies de Andalucía oriental y el surco intrabético. La considerable distancia respecto al Atlántico hace que las precipitaciones escaseen (entre los 300 - 600 litros anuales), con máximos en primavera y en otoño. Por otra parte, la elevada altitud media de esta zona hace que su temperatura anual esté situada entre los 13° y 15°, con inviernos muy largos y fríos (6° de media) y fuertes heladas, y veranos prolongados y cálidos con media de 25°. En toda esta área las estaciones intermedias suelen acortarse.

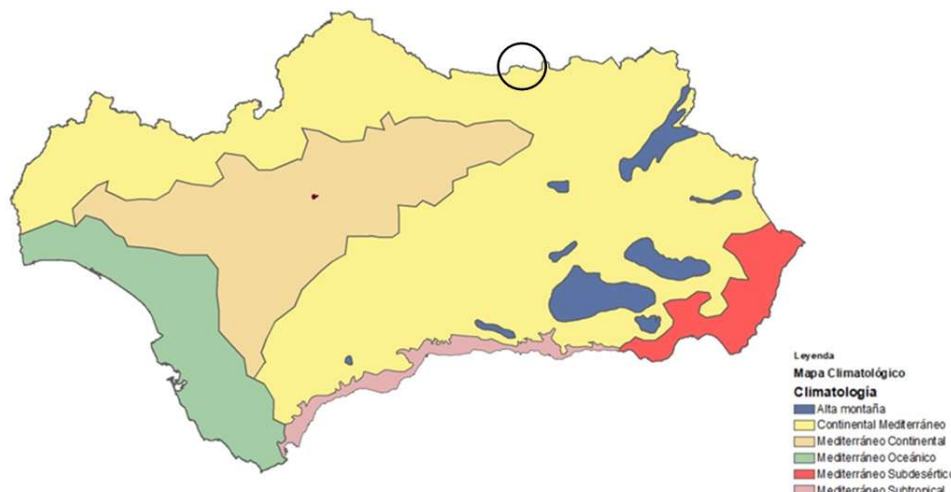


Figura 5: Mapa de dominios climáticos de Andalucía. *Fuente: Junta de Andalucía.*



En la siguiente tabla, se muestran los datos de las temperaturas medias máximas, mínimas y medias anuales. Los datos han sido obtenidos del Sistema de Información Geográfica de Datos Agrarios, perteneciente al Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Concretamente de la estación ubicada en Castellar “La Parrila”. En ella se indican las temperaturas medias, máximas y mínimas. Los datos se expresan en grados Celsius (°C).

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
Tª máximas (°C)	18,4	21,3	21,5	25,7	30,4	35,4	39,8	40,5	35,1	31,3	25,0	20,1	28,7
Tª medias (°C)	7,5	7,4	9,2	11,6	14,9	20,1	26,5	26,2	20,7	15,4	11,2	7,2	14,8
Tª mínimas (°C)	-3,8	-2,4	-1,7	-0,9	2,1	6,5	11,6	11,4	8,0	2,1	0,3	0,3	2,5

Tabla 3: Temperaturas medias mensuales zona del Permiso de Investigación MENODICE. Fuente: Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.

Teniendo en cuenta los datos que aparecen en la tabla, estos han sido representados en la siguiente gráfica con la finalidad de obtener una visión más diáfana de los mismos.

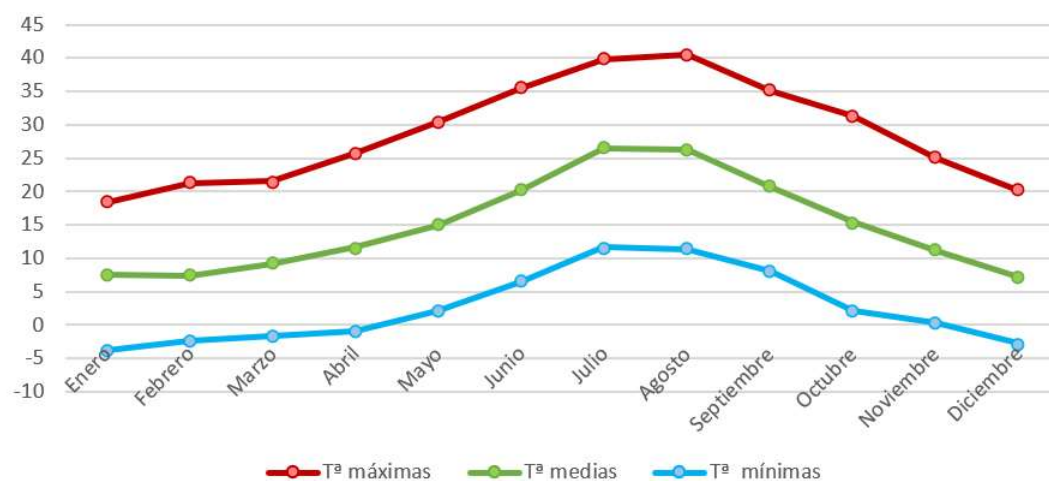


Figura 6: Reparto anual de temperaturas. Fuente: Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.

El mes más cálido es agosto con una temperatura máxima media de 40,5° C y el más frío enero con una temperatura mínima media de -3,8° C. La temperatura media anual es de 14,38° C.

El siguiente mapa muestra la distribución de los valores de precipitaciones en la Comunidad Autónoma de Andalucía, de elaboración propia a partir de datos extraídos de la Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM), marcando con un círculo rojo la ubicación del PI “MENODICE”.



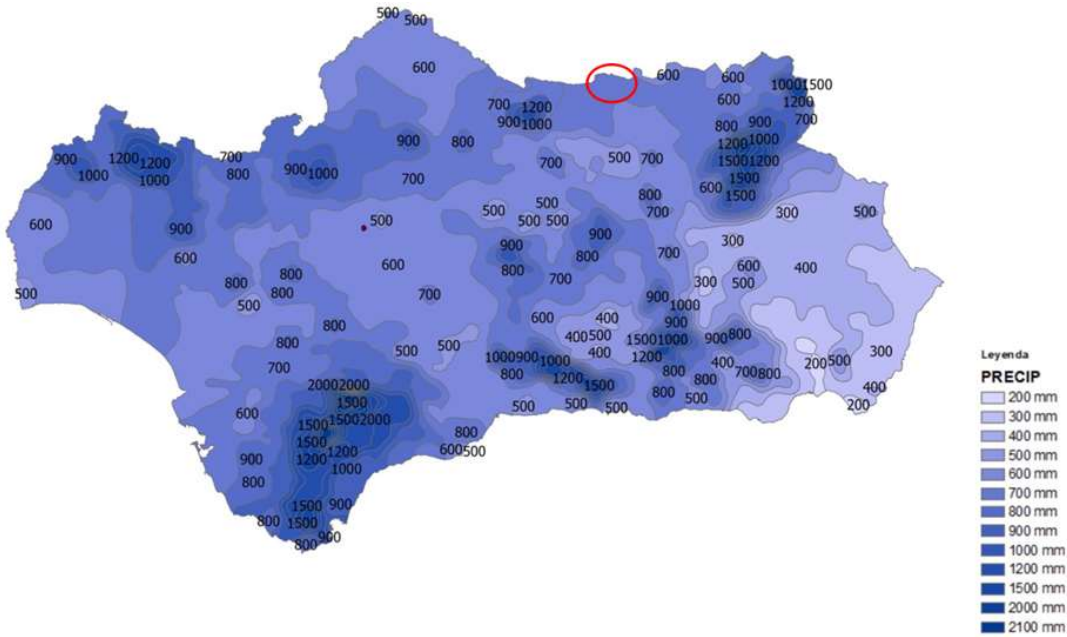


Figura 7: Distribución de los valores de precipitación media anual en Andalucía. Fuente: REDIAM.

En la siguiente tabla y figura se recogen los datos relativos a la distribución de las precipitaciones medias a lo largo del año en la zona afectada por la nueva infraestructura y según la información obtenida de la estación termopluviométrica indicada anteriormente.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
Pluviometría media (mm)	101,2	89,6	71,8	67,5	49,4	36,8	11,0	12,6	27,5	61,0	80,5	101,0	709,9

Tabla 4: Distribución anual de las precipitaciones. Fuente: REDIAM.



Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025	
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 20/108	

Precipitaciones

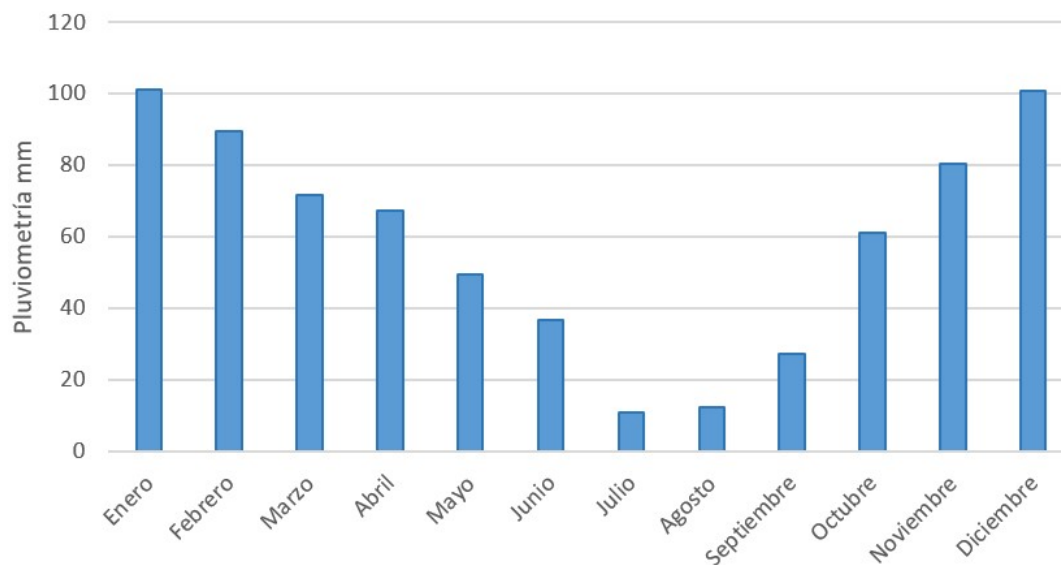


Figura 3 Distribución anual de las precipitaciones de la zona. Fuente: *climate-data.org*.

La precipitación anual acumulada es de 709 mm, dándose el mínimo valor de precipitación en el mes de julio con 11 mm de media, alcanzando las máximas precipitaciones en enero con 101,2 mm de media.

Si se analizan de manera conjunta las temperaturas y la precipitación, se puede obtener el diagrama ombrotérmico de la zona de estudio. Para ello se han utilizado los datos del Atlas Climático de Andalucía correspondientes a la zona de estudio



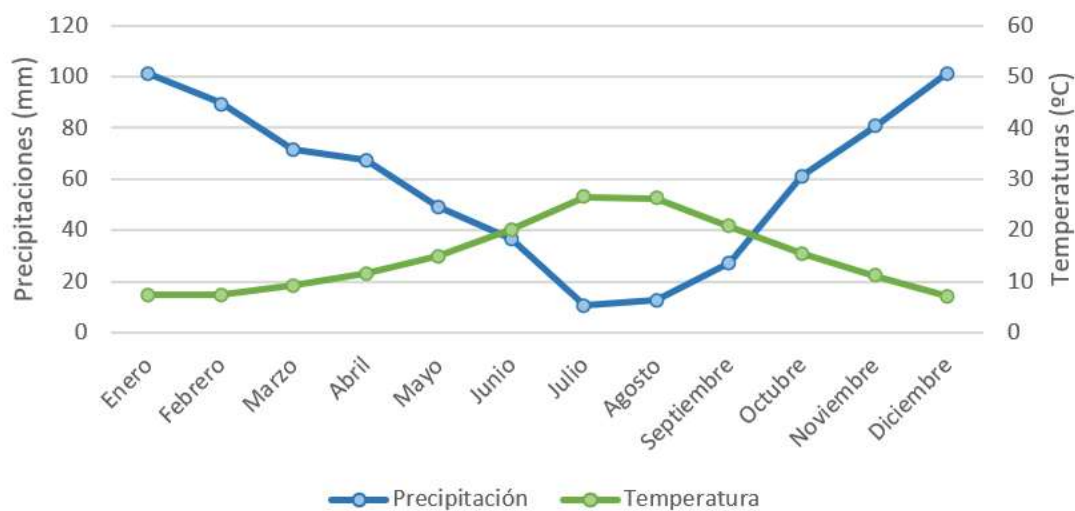


Figura 8. Diagrama ombrotérmico de precipitaciones y temperaturas medias. Fuente: *Atlas Climático de Andalucía*.

El área del Permiso de Investigación “MENODICE”, está ubicada en la Cuenca Hidrográfica del Guadalquivir, quedando la ubicación del proyecto surcada por varios arroyos, casi todos ellos estacionales.

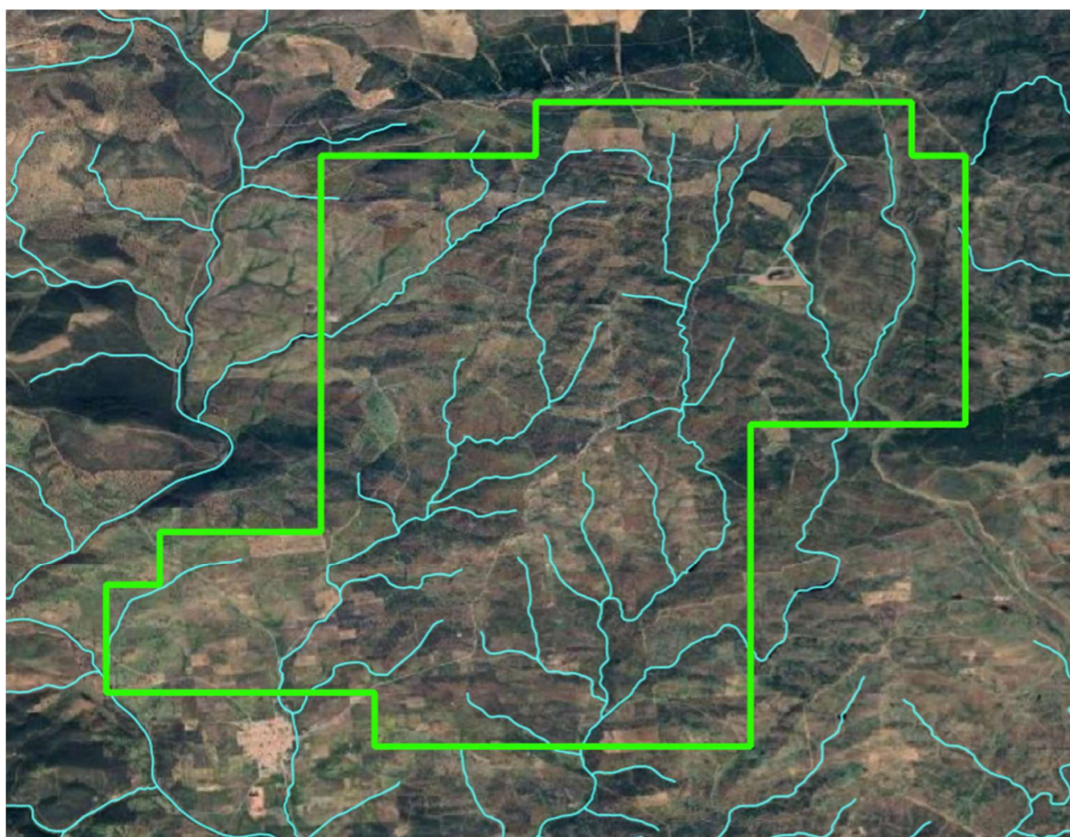


Figura 9. Hidrología en la zona de ubicación del PI MENODICE. Fuente: GMR.



En cuanto a la vegetación, la mayor parte del P.I. está constituida por monte arbolado, apareciendo zonas de dehesa, así como algunas parcelas de cultivo tanto de secano como de olivares al Este de la poligonal. Además de en las zonas de ribera de los arroyos y ríos que surcan la zona de ubicación.

La fauna de la zona es la que se puede encontrar común en este tipo de territorios. Son abundantes las aves, habiéndose inventariado 137 especies en la zona. Las especies de mamíferos han sido 24, las de peces 9, reptiles 20 y anfibios 15 y las de invertebrados 29 (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, actualización de 2015).

El permiso se encuentra en su totalidad dentro de la ZEC *ES6160008 - Cuencas del Rúmblar, Guadalén y Guadalmena*. No existen Espacios Naturales Protegidos dentro de la poligonal del Permiso de Investigación.

1.7 MARCO GEOLÓGICO

La zona de estudio se centra en el llamado “Paleozoico de la Meseta”. En el área de la Hoja afloran las estribaciones orientales de Sierra Morena, pertenecientes al Macizo Hercínico y encuadrables en la Zona Centro Ibérica (Z.C.I.). El registro sedimentario ha proporcionado datos cronoestratigráficos precisos que permitan atribuir estas series al Hiperciclo Postcámbrico, SAN JOSÉ et al. (1990) y (1992), del cual, en el ámbito de estudio, se han determinado materiales del superciclo inferior que abarca una cronología desde el Ordovícico Inferior al Devónico Inferior, y de forma muy reducida, pero con un reseñable interés geológico.

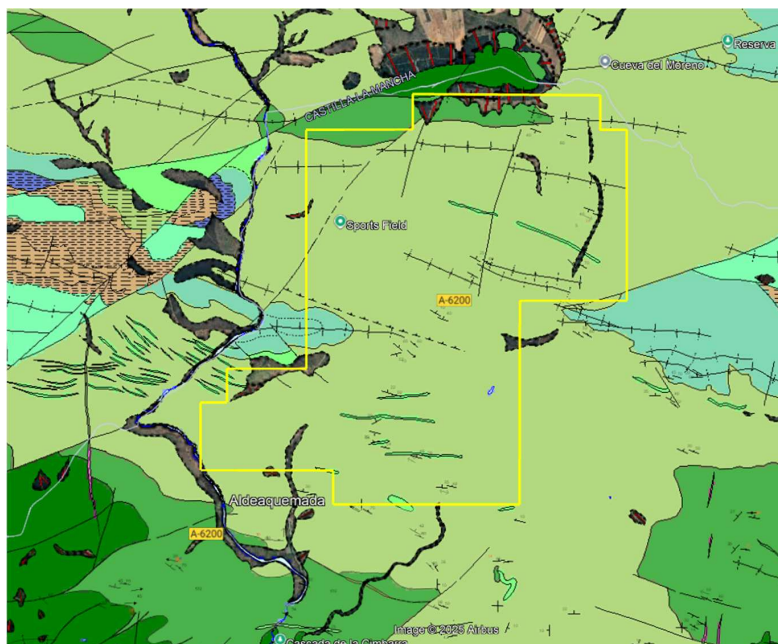


Figura 10. Plano geológico del PI MENODICE. *Fuente: IGME*



Nº Reg. Entrada: 2025999010507305. Fecha/Hora: 02/09/2025 13:02:20

Los materiales paleozoicos principalmente silicilásticos, están estructurados por la Orogenia Hercínica, con desarrollo generalizado de plegamiento, esquistosidad y metamorfismo. En fases tardihercínicas o alpinas se desarrollan varias etapas de fracturación frágil. El análisis estructural ha permitido identificar las principales fases o etapas dúctiles de la Orogenia Hercínica establecidas para toda la Zona Centroibérica. Tiene especial relevancia el reconocimiento en la zona de segunda fase hercínica de la Zona Centroibérica, caracterizada por una deformación en bandas de cizalla que se producen en un episodio extensional del Orógeno. Los escasos materiales ígneos son de tipo subvolcánico, y están ligados a etapas tardías hercínicas.

Los afloramientos de Sierra Morena oriental muestran un registro sedimentario encuadrable en el Hiperciclo Postcámbrico. SAN JOSÉ et al. (1990) y (1992) que abarca desde el Ordovícico Inferior al Carbonífero Superior. Aunque regionalmente se ha establecido que en la Z.C.I. el límite entre el Hiperciclo Anteordovícico y el Postcámbrico es una discontinuidad estratigráfica estructurada en una o varias discordancias sucesivas (límites de Tipo I), dentro del área de estudio, en los sedimentos más antiguos aflorantes atribuidos al Ordovícico Inferior, no se ha observado su base y, por tanto, no puede establecerse tal relación estratigráfica. A nivel regional, el hiperciclo Postcámbrico comienza con los depósitos de la Formación de Base, TAMAIN, G. (1972), y la Cuarcita Armoricana. Ambas formaciones no afloran en esta Hoja, comenzando el registro paleozoico con los materiales atribuidos a las Capas Pochico suprayacente a la Cuarcita Armoricana. El resto de las formaciones que conforman el registro estratigráfico de la serie paleozoica, tienen amplia representación en el ámbito de la zona de estudio y en su definición se utilizaría las denominaciones formalmente propuestas por SAN JOSÉ, M.A. (1990) y (1992) y PARDO ALONSO, M.V. et al. (1984) y (1995) y que en síntesis podemos resumir como sigue

ORDOVÍCIO:

- Inferior Capas Pochico
- Medio Pizarras del Río
 Alternancias “El Caño”
 Pizarras Guindo
- Medio/Superior Cuarcitas Botella (transito Ordovícico Medio – Superior)

En el proyecto de investigación “MENODICE” sólo se van a tener en cuenta las formaciones geológicas pertenecientes al Ordovícico inferior, medio y tránsito Ordovícico Medio-Superior como es el caso de las Cuarcitas de Botella. También se incluye una descripción de las ígneas filonianas relacionadas con las secuencias sedimentarias del Ordovícico presentes en la zona de estudio.

FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 24/108



ORDOVÍCICO INFERIOR

Cuarcitas, areniscas cuarcíticas y pizarras. Capas Pochico (Arenig Superior)

En el ámbito regional se encuentra en conformidad y paso gradual con la Cuarcita Armoricana. Esta formación está constituida por una alternancia de cuarcitas, areniscas y lutitas, que han recibido en el ámbito de la Z.C.I. distintas denominaciones: “Capas de Marjaliza”, “Capas de Transición” y la más utilizada a nivel bibliográfico, de “Estratos o Capas Pochico” y “Grès Jaumes Pochico”. TAMAIN, G. (op.cit.) debido a la tonalidad amarillenta que caracteriza esta formación.

En esta área los únicos afloramientos de esta formación son los que se encuentran en el sector suroccidental de la Hoja a lo largo del río Dañador, que atraviesa un anticlinorio en cuyo núcleo afloran estos materiales. Las observaciones realizadas muestran que esta formación está constituida esencialmente por un tipo de facies o grupos de facies, con dos subfacies características.

Facies heterolíticas

Se trata de secuencias similares a las descritas para habitualmente para el Arenig basal. Son secuencias grano decrecientes (F.U.S.) con estructuras internas “hummocky” y “swaley”, laminación paralela y de ripples, bioturbación intensa y lutitas con estructuras *linsen*. En general, son secuencias P.H.X.M. de espesores decimétricos y H.X.M. centimétricos. Las areniscas son subarcosas y sublitarenitas limo arcillosas con cemento silíceo o mixto silíceo y/o ferruginoso-fosfatado hacia techo de la formación. **Hay abundantes melanocratos, en especial circón, turmalina, rutilo, sulfuros, materia orgánica, apatito, etc.** La matriz es mixta, caolinítica y sericítica con predominio del caolín, lo que parece indicar una procedencia o aporte volcánoderivado, ya citado por POUPON, G. (1971) en áreas más occidentales de Z.C.I.

Areniscas cuarcíticas

Aparecen en capas decimétricas amalgamadas, formando cuerpos de espesor métrico a decamétrico. Las superficies de amalgamación están marcadas por láminas de lutitas discontinuas y nódulos con aspecto de cantos blandos con orla ferruginosa. Se trata de secuencias B.P.H. y P.H.X. WALKER et al. (op.cit.). Son facies del grupo de los hummocky (H.C.S.) de grano medio-grueso.

El registro sedimentario de las “Capas Pochico” se estructura de muro a techo con estas secuencias elementales granodecrecientes (F.U.S.), que a su vez se encuadran en un ciclo de facies grano y estrato creciente, cuyo techo es una barra cuarcítica de espesor métrico y ámbito regional, que sirve como referencia cartográfica para el techo de estos materiales KETTEL, D. (op.cit.). Normalmente el techo de esta barra está tapizado con nódulos ferruginosos y fosfatizados junto a escasos restos de bioclastos, en algún caso también fosfatizados. En menor cuantía, este hecho también se ha observado en los techos de la mayoría de las capas o bancos cuarcíticos intercaladas en la formación. El sistema de

FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 25/108



depósito configurado por el ciclo de facies descrito es una plataforma siliciclástica dominada por tormentas en la que las distintas subfacies se ordenan en función de la profundidad relativa. En los horizontes con nódulos fosfatados del techo de la unidad, se suelen encontrar también bivalvos y braquiópodos inarticulados del Arenig.

ORDOVÍCIO MEDIO

Al conjunto arenoso del Ordovícico Inferior, se superpone una sucesión con predominio de los siliciclásticos de grano muy fino, limos y lutitas de coloraciones negras y grises, una de cuyas características más reseñables es la riqueza en restos fósiles. Este registro sedimentario ha sido conocido y descrito desde el siglo pasado como “Capas con Tristani”, GUTIÉRREZ MARCO, J.C. et al. (1984a). El conjunto litológico, con denominación informal de “Capas con Tristani”, ha sido subdividido en distintas unidades litológicas con carácter local o regional.

SAN JOSÉ, M.A. et al. recoge esta denominación en un cuadro de correlación integrando las unidades litológicas con carácter más extensivo en la Z.C.I. y proponiendo formalmente unas formaciones para la Z.C.I. meridional que será la que se utilice en este Proyecto. En este ámbito paleogeográfico las “Capas con Tristani” pueden subdividirse en cuatro formaciones, dada la presencia constante de dos unidades litológicas con predominio de los siliciclásticos de grano medio (areniscas y cuarcitas) en posición intermedia y de techo dentro del Ordovícico Medio.

De esta forma se definen de muro a techo las siguientes formaciones:

- Pizarras del Río, cuyos sinónimos más conocidos en la Z.C.I. son “Pizarras de las Alisedas” y “Pizarras de Navatrasierra” s.str.
- Alternancias “El Caño”, también descritas como “Cuarcitas Inferiores” o “Areniscas de los Rasos”.
- Pizarras Guindo, correlacionables con las Pizarras de Valdemorillo y las Pizarras de Navalaceite.
- Cuarcitas Botella, descritas en bibliografía con las denominaciones de Cuarcitas de Canteras, Cuarcitas de La Cierva y Areniscas de Retuerta.

Pizarras negras. Tramo volcánoclastico de carácter básico y Pizarras del Río. Arenigiense Superior-Llandeilo (Dobrotiviense)

Los materiales atribuidos a esta formación tienen una amplia distribución cartográfica en la zona de estudio. Como sectores más representativos en los que pueden realizarse itinerarios con afloramientos de excelente calidad, pueden citarse el núcleo del anticlinorio del Cortijo del Cerrajero en el sector nororiental, las márgenes del Embalse del Guadalmena en el sector centro-oriental y el anticlinorio del sector suroccidental, atravesado por el curso del río Dañador.

FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 26/108



Por su escasa complejidad estructural y la calidad de los afloramientos, los itinerarios del río Guadalén, en el cortijo el Cerrajero (sector noroccidental), son los que se proponen como referencia para la descripción de esta formación. Sobre el conjunto anterior, se encuentra una sucesión, predominantemente lutítica, cuyos afloramientos son en general de mala calidad al estar en bandas deprimidas sobre la que se acumulan los coluviones, a menudo potentes. Esta sucesión pizarrosa ha recibido distintas denominaciones, de índole local o regional, en la Z.C.I. y que nosotros nos vamos a referir como “Pizarras con Neuseretus”.

Las malas condiciones de afloramiento y la complejidad estructural que normalmente muestra esta formación, dificultan en gran medida dar una potencia aproximada, así como evaluar sus previsibles cambios laterales. En esta área, las estimaciones realizadas proporcionan un espesor promedio de 700 m en el sector nororiental y noroccidental, valores equivalentes en el sector noroccidental, y algo inferior del orden entre 500 a 600 m en el sector suroccidental.

El tránsito con las Capas Pochico es bastante rápido y en muchos casos, el cambio litológico es brusco, marcando un contraste morfológico neto entre los bancos cuarcíticos superiores de Pochico y las pizarras negras masivas de Río. Se puede resumir que esta potente sucesión está constituida, en su mayor parte, por un acúmulo masivo de lutitas y fangolitas de color negro a gris azulado (pizarras), en las cuales difícilmente se aprecian planos de estratificación. Una observación detallada, permite diferenciar dentro de esta facies paquetes alternantes en los cuales los planos de estratificación vienen definidos por láminas de limolitas y/o areniscas de grano muy fino, de colores gris blanquecino o negro, en las que puede observarse morfología de ripples en trenes continuos “starved ripples” o bien aislados “linsen”. En esta subfacies, son frecuentes los microeslumpamientos y la inmersión diagenética de los “linsen” que da origen a pseudonódulos aislados en las pelitas, cuyo núcleo son los “load casted”. Esta subfacies microbandeada tiene una presencia importante en esta formación, tanto a muro como a techo y en ámbitos locales, está en relación paritaria con las pizarras negras masivas s.str., como es el caso de curso inferior del río Dañador.

Otra subfacies característica dentro de la común, podría denominarse como pizarras con nódulos. En este caso son lutitas y fangolitas negras y masivas en las cuales se hayan nódulos centi a decimétricos, bien dispersos, bien en horizontes con extensión lateral decamétrica, bien en niveles de espesor decimétrico con aspecto de “pebbly mudstone”. Estos nódulos tienen litologías variadas desde pelítico-silíceas a siderolíticas. En cualesquiera de ellas el núcleo puede ser o bien un resto fósil (braquiópodo, trilobites, etc.), o bien cristales idiomorfos de sulfuros.

Estos nódulos se les da un origen diagenético temprano y en algún caso, sinsedimentario, BLATT, H. et al. (1972), relacionados con la precipitación directa de geles silíceos y en su caso carbonatado ferrosos en cuenca profunda. La diagénesis precoz de estos precipitados ocasiona la formación de estos nódulos. Finalmente, como minoritarias dentro de esta

FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 27/108



formación, pueden reseñarse las facies heterolíticas en las que cabe distinguir dos subfacies con características bien definidas. La más extendida y normalmente asociada a las microbandeadas, se estructura en secuencias elementales de orden centimétrico a decimétrico de grano decrecientes y constituida por areniscas cuarcíticas de grano fino a muy fino, limolitas y lutitas de color que varía del gris oscuro a azulado. Las limolitas aparecen en láminas milimétricas con laminación paralela de “shear sorting”, alternando entre láminas de fangolita. El término de las lutitas negras o azuladas tiene un aspecto masivo, conteniendo a veces micronódulos de núcleo arenoso (posibles “linsen”), abundantes cristales idiomorfos de pirita y escasas bioturbaciones.

Finalmente, dentro del grupo de las heterolíticas ha de reseñarse la existencia en los afloramientos de esta formación de un tramo con espesor métrico (3 a 10 m) y extensión lateral kilométrica, lo que ha redundado en su definición cartográfica, constituido por areniscas (volcanoarenitas) de grano grueso a fino y color gris a amarillento verdoso. Normalmente se observan como un resalte morfológico continuo en los tramos superiores de la formación. En el sector noroccidental dentro de la antifoma del Cortijo Cerrajero, es donde se encuentran los mejores ejemplos de este tramo.

Su constitución es enormemente variable. El predominio corresponde a las volcanoarenitas de grano medio fino gradados en secuencias del grupo de los hummocky (H.C.S.), WALKER, R.G. (op.cit.) decimétricas de tipo BPHX y PHX amalgamadas, con geometrías plano-paralelas. Los granos volcánicos y clastos volcanoderivados son de composición básica, la matriz escasa es clorítico-caolínica y el cemento mixto silíceo y ferruginoso. Como facies subordinada se tiene, normalmente hacia techo del tramo un banco compacto, gris oscuro, de aspecto masivo y espesor métrico constituido por limolitas y fangolitas micáceas, en las que difícilmente se identifican planos de capa.

El modelo genético para el conjunto de esta formación puede establecerse a partir de unos puntos básicos que pueden resumirse como sigue:

- a) Prácticamente las secuencias descritas tienen una ausencia total de ripples de ola.
- b) Predominio de depósitos con estructuración interna en base a secuencias de origen turbidítico.
- c) Capas y tramos con estructuras “hummocky” (H.C.S.), de espesores centimétricos a decimétricos, normalmente desprovistas de sus intervalos basales y de techo (amalgamadas).

Todo ello parece indicar que el sistema deposicional aplicable sería el de una plataforma siliciclástica sometida al efecto de las tormentas, en áreas del offshore. En esta plataforma, la actividad volcánica de carácter básico es importante, al menos en su tramo de techo. El material removilizado por la tormenta evoluciona pendiente abajo originando las corrientes de turbidez que depositan el material transportado en el offshore distal. En su conjunto, este registro sedimentario constituirá el S.S.T. “Self-margin system tract” profundo de la Secuencia Depositional (SD), con la que comienza el Ordovícico Medio.

FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 28/108



Areniscas cuarcíticas, cuarcitas y pizarras. Rocas volcánicas básicas. Alternancia “El Caño”. Dobrotiviense Inferior.

El registro sedimentario atribuido a esta formación ocupa amplias extensiones en el área de estudio, aunque la tectónica, la falta de series con afloramiento continuo y sus variaciones laterales dificulta dar un espesor promedio. Aun así, puede estimarse una potencia, del orden de 380 m en las series aflorantes en la carretera local de Villamanrique a Montizón, y en el entorno de los 350 m en el sector occidental en los afloramientos de los ríos Dañador y Guadalén. Por tanto, la formación muestra una gran uniformidad en cuanto a su espesor en todo el ámbito paleozoico. En esta alternancia se intercalan cuerpos de espesor métrico a decamétrico y extensión lateral kilométrica, constituidos por areniscas cuarcíticas de grano medio-fino. Las facies mayoritarias son, por tanto, las heterolíticas con secuencias elementales granodecrecientes (F.U.S.), constituyen la totalidad del registro sedimentario de esta formación. Se estructuran en un ciclo de facies de tipo grano y estrato creciente (C.U.S.), complejo en el que podría establecerse, en alguna transversal e itinerario, la agradación de, al menos, dos megasecuencias, cada una de ellas con la misma estructuración (C.U.S.). Bien sea un solo ciclo de facies, ya sea un ciclo complejo, la norma general es que su tránsito con la formación infrayacente de las Pizarras de Río es bastante gradual.

La petrografía de las muestras recogidas en las areniscas de las distintas facies descritas es muy uniforme. En general, son cuarzoarenitas de grano medio a fino con matriz escasa de tipo sericítico-caolínico y cemento silíceo. **Como accesorios suelen tener abundantes minerales pesados como circón, turmalina, apatito, micas, sulfuros, etc.** En los tramos inferiores de la formación aún persisten, aunque en proporción mucho menor, los “blastos” de clorita en la fracción fina. Una característica composicional destacable en estas alternancias es la ausencia prácticamente generalizada de feldespatos y de fragmentos líticos (metamórficas, volcánicas, etc.). Los porcentajes de estos componentes suelen ser testimoniales. Este hecho en algunos casos ha servido para poder diferenciar esta formación de otras con características sedimentológicas extraordinariamente parecidas, como son las Capas Pochico y Bancos Mixtos infra y suprayacentes respectivamente y en cuya composición litológica la presencia de feldespatos es más significativa.

Normalmente el techo suelo ser un conjunto de bancos cuarcíticos con láminas de lutitas en las intercapas o amalgamados (facies II y I) que marcan el contacto litológico brusco con la Formación Pizarras Guindo suprayacente. Este ciclo de facies grano y estratocreciente, por tanto, en “situación regresiva” en el sentido de BRENCHLEY, P.J. et al. (1982), se hace corresponder con la formación de lóbulos arenosos en el offshore proximal en una plataforma siliciclástica con dominio de tormentas y, por tanto, sería asimilable a los depósitos de nivel de mar más alto dentro del shelf-margin systems tract (SST).

FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 29/108



Pizarras verde-azulado, limolitas gris oscuro y areniscas cuarcíticas. Pizarras Guindo. Llandeiliense (Dobrotiviense Inferior terminal. Dobrotiviense Superior)

Las "Pizarras Guindo" es la unidad litológica ordovícica más rica en fósiles de la Z.C.I. y por tanto, posiblemente la más conocida y con mayor número de referencias bibliográficas. Se han realizado numerosas columnas detalladas que incluyen total o parcialmente esta formación. Como series de referencias pueden citarse, las siguientes: en el sector nororiental, la serie del Barranco Hondo, con 252 m de espesor, en el sector centrooriental, el Dehesón de Quiles con 118 m y en el sector centro occidental la serie del Mirador de Torrecilla con un espesor de 138 m.

Con estos datos, sumados a las múltiples observaciones de campo, puede confirmarse que la Formación Pizarras Guindo muestra unas variaciones notables en su espesor y, en algún caso, bastante rápidas en entornos próximos. Sin embargo, desde el punto de vista litológico la uniformidad podría considerarse como un hecho destacable a nivel regional, si bien pueden reseñarse múltiples diferencias de un punto a otro, sobre todo a nivel de un análisis de facies detallado. De esta forma es de reseñar que el espesor de esta formación guarda una relación directa con la mayor o menor proporción de facies arenosa o heterolíticas de grano medio fino que incorpora y que, si bien el contacto litológico y por ende cartográfico inferior es bastante neto, hacia techo, pueden desarrollarse tramos bastante potentes en alternancia pizarra-cuarcita, cuya inclusión cartográfica en esta formación o en la superior podría ser motivo de discusión. Como norma, se ha establecido el contacto cartográfico cuando las cuarcitas superiores son masivas y originan un resalte morfológico claro, pero, en cualquier caso, el tránsito a las Cuarcitas Botella es sumamente gradual.

Las muestras estudiadas determinan que se trata de cuarzoarenitas a sublitarenitas de grano medio-fino, con matriz predominante sericítica y cemento silíceo. **La mica blanca es un componente con porcentajes superiores al 5% como norma común, los feldespatos están ausentes o como presencia testimonial. Como accesorios se tiene circón, turmalina, apatito y sulfuros.** Los granos están subredondeados a redondeados. En general, puede determinarse una evolución en la composición litológica de las muestras estudiadas en el conjunto de esta formación, que variará de muro a techo desde sublitarenitas, con porcentajes del 10-15% de fragmentos líticos y mica y un 5-10% de matriz sericítica a cuarzoarenitas con fragmentos líticos y micas en porcentajes < 5% y matriz sericita+caolinítica en parámetros similares. Las facies descritas, normalmente granodecrecientes, se ordenan en un ciclo de facies complejo, pero cuyas características fundamentales se mantienen en el ámbito de la Hoja, independientemente de las variaciones de espesor ya reseñadas para esta formación.

En resumen, la Formación Pizarras Guindo, de muro a techo, se estructura en dos megasecuencias grano y estrato creciente cuyos términos lutítico-fangolíticos (pizarras) son muy ricos en fauna, nódulos ferroso-fosfatados y parches de carbonatos bioclásticos gradados. Los términos heterolíticos son facies tempestíticas, desde las de afinidad turbidítica a las tempestitas con H.C.S. y longitud de onda métrica, hacia techo de la

FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 30/108



formación. El conjunto de ambas megasecuencias configura un ciclo de facies complejo grano y estrato creciente (C.U.S.), que por las características descritas podría constituir los depósitos de nivel de mar bajo del Shelf margin system tract (S.S.T.) de una nueva secuencia deposicional. Las capas lumaquéllicas con cemento ferruginoso-fosfatado del tercer tramo tienen características de depósitos de cortejo transgresivo y, por tanto, encuadrables en un posible Transgressive System Tract (T.S.T.).

ORDOVÍCIO SUPERIOR

Vamos a incluir en esta memoria a las Cuarcitas de Botella que marcan el tránsito del ordovícico medio al superior y que por sus características arenosas puede tener importancia dentro de la investigación.

Entre los hechos identificativos más comunes para todo el Ordovícico Superior, puede reseñarse los siguientes:

- En comparación con el Ordovícico Inferior, las formaciones del Superior tienen igualmente una constitución heterolítica, pero con un predominio más acusado de los silicilásticos de grano medio y grueso (arena).
- En tanto que en el Ordovícico Inferior la uniformidad litológica de las formaciones sería el rasgo más destacado, en el Superior, además de una mayor diversidad litológica, las formaciones que lo integran muestran cambios laterales de facies y variaciones de espesor, a veces espectaculares, e indicativos de los fenómenos tectosedimentarios que afectaron profundamente a la cuenca de sedimentación durante el depósito de este registro sedimentario.

Cuarcitas de grano medio y areniscas cuarcíticas de grano medio y grueso ferruginosas. Cuarcitas Botella. Llandeiliense Superior-Caradoc Inferior

En paso gradual con las Pizarras Guindo infrayacentes, se tiene una formación de constitución casi exclusivamente arenosa, que ha recibido distintas denominaciones en la Z.C.I.: “Cuarcita Botella”, TAMAIN, G. (1972), “Cuarcitas Guindo”, HENCKE, W. (1929), “Alternancias y Cuarcitas de Canteras”, ALMELA, A. et al. (1962), “Areniscas de Retuerta”, GUTIÉRREZ MARCO, J.C. et al. (1984b), etc.

En esta área, las series realizadas determinan una potencia variable entre 40 a 45 m como promedio con un máximo de 75 m en la serie del Dehesón de Quiles. De todas formas, dado que el contacto cartográfico inferior se establece cuando las secuencias que constituyen el tramo superior de la Formación Pizarras Guindo, pierden el término M (lutitas), originando un cuerpo arenoso que da el resalte morfológico de esta formación, es evidente que en una serie tempestítica este hecho no tiene por qué ser un fenómeno sincrónico, antes al contrario normalmente es una cuestión de índole local en este tipo de plataformas, lo que explicaría las bruscas variaciones de espesor, tanto en esta unidad litológica, como en la infrayacente.

En las facies arenosas, que la constituyen, pueden distinguirse claramente dos subfacies:

FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 31/108



- Secuencias decimétricas a métricas del grupo de facies de los hummocky de grano medio a fino, en las que se definen secuencias PH, PHX y HX amalgamadas. Es frecuente que se ordenen en el sentido descrito, de tal forma que constituyen un conjunto estrato creciente con bancos (1 a 1,5 m), en los que los “hummocks” tienen longitud de onda superior a los 1,5 m. Las secuencias con término X conservado, son más frecuentes según se sube en la serie, mostrando ejemplos espectaculares de techos de ripples en numerosas localidades: Barranco Hondo, Altos de Padilla, etc. El color de esta facies es gris blanquecino a amarillento.
- La segunda subfacies arenosa la constituyen areniscas cuarcíticas y cuarzoarenitas de grano medio, en capas decimétricas a bancos, con numerosas cicatrices de amalgamación, estratificación cruzada plana de ángulo variable y litosomas con morfología de megariipples. El color de estos sedimentos es gris a rojizo. En las cicatrices de amalgamación se encuentran nódulos centimétricos con orla ferrosa y núcleo fosfático y bioclastos fosfatizados y nodulizados. Cuando se contempla la morfología de esta unidad litológica es evidente la existencia de dos tramos. El inferior con una estratificación bien marcada y de colores claros, y el superior, con estratificación de difusa a masiva y colores gris oscuros a rojizos. El tramo inferior está constituido por las facies del grupo de las hummockys ordenadas en detalle, tal como se ha descrito, y en el tramo superior son las facies cuarzoareníticas gris rojizas con estratificación cruzada y megariipples las que fundamentalmente lo constituyen.

Las muestras estudiadas determinan que se trata de cuarzoarenitas y subarcosas con porcentajes de feldespatos, variando entre el 3 al 10%. La matriz es de composición mixta caolinítico- sericítica y el cemento es silíceo en el tramo inferior y silíceo-ferruginoso en el superior. El tamaño de grano va de medio-fino en las areniscas inferiores a medio-grueso en las superiores. Los granos están subredondeados a redondeados, y en las cuarzoarenitas rojas hay granos con una o varias envueltas ferruginosas (oolitos). **Los minerales accesorios son mica blanca, circón, turmalina, epidota, apatito, sulfuros, biotita, etc., en porcentajes entre el 1 al 5%.**

La presencia de feldespatos en porcentajes significativos, mayoritariamente potásicos, junto al predominio de la matriz caolinítica, son dos datos relevantes dentro de la petrografía de las formaciones ordovícicas, el resto de los litosomas arenosos del Ordovícico inferior aflorante no contienen feldespatos en porcentajes significativos. La presencia de caolín como componente principal de la matriz, es indicativo de una actividad volcánica intracuenca o en su proximidad.

El conjunto de ambos datos que definen una inmadurez de estas facies arenosas, respecto a las de unidades anteriores, confirma la posibilidad de que al menos el miembro superior de la Cuarcita Botella constituya el set de secuencias progradacionales del Highstand Systems Tract (H.S.T.) de la secuencia deposicional que comenzó con las Pizarras Guindo. Las facies descritas se estructuran en una megasecuencia grano y estrato creciente compleja (coarsening and thickening-upward sequence), en la que se pasa de depósitos de offshore proximal en su base a facies de shoreface y foreshore en las cuarcitas ferruginosas de techo.

FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 32/108



La unidad ha brindado diversos yacimientos paleontológicos en esta área, de los cuales se citan los descritos por KETTEL, D. (op.cit.); PÉRAN, M. (1971), conteniendo el trilobites Crozonaspis cf. incerta (Deslongchamps), entre otros bivalvos y braquiópodos del Dobrotiviense. La Formación se asigna regionalmente a la parte alta del Dobrotiviense superior, que puede incluir el límite Llanvirn/Caradoc en términos cronoestratigráficos de la escala regional británica redefinida.

ROCAS ÍGNEAS

En cuanto a las rocas de origen ígneo relacionadas con las secuencias sedimentarias del Ordovícico presentes en la zona de estudio, se han diferenciado tres tipos de rocas filonianas, asociadas a las fracturas tardihercínicas de las que en esta zona se describirán en el capítulo de tectónica cuatro familias, cada una de ellas con un abanico de direcciones que pueden resumirse como sigue:

- Fracturas asociadas a la segunda etapa de deformación hercínica con direcciones entre N70° a N90°E. Se subdividen en dos grupos: cabalgamientos con vergencia S y fracturas antitéticas normales hacia el N. Son fracturas que forman corredores uniéndose lateralmente con recorridos plurikilométricos. **En la zona de estudio, prácticamente todas las fracturas de esta familia, especialmente la de componente normal, llevan rellenos de cuarzo con espesores hasta decamétricos y mineralizaciones del tipo BPG.**
- Otro sistema es la familia con dirección N120°E que suele llevar asociados brechas de falla de ondas métricas con cantos de cuarzo asociado.
- Una tercera familia la constituye el sistema de fracturación conjugado NNO-SSE/NNESSO, descrito ampliamente por numerosos autores en el ámbito de la Z.C.I. Este sistema es posterior a las deformaciones anteriores. **Ligado a este sistema hay una actividad hidrotermal de baja temperatura que suele rellenar las fracturas de dirección NE-SO con cuarzo y mineralizaciones dispersas de sulfuros.**
- La última familia la constituye las fracturas normales de dirección N-S, relacionadas con el sistema anterior como fracturas tensionales, y que suelen dar importantes saltos en cartografía.

En referencia a las rocas de tipo básico, aparte de otros afloramientos de dimensiones incartografiadas repartidas por la zona meridional del proyecto, en el sector centrooriental y norte del Cortijo de Navagarcía y sureste del Cerro Don Diego, se localizan unos afloramientos de rocas básicas cuyas direcciones son N70°E, N120°E y N-S, por lo que podían estar relacionados con las fracturas que se describían como el sistema conjugado y la cuarta familia.

En los afloramientos reseñados, estas rocas muestran un color oscuro, generalmente verde oscuro, en roca fresca que cuando se alteran dan lugar a los típicos bolos redondeados de tamaño decimétrico con estructura en cáscara de cebolla (¿Pillow lavas?). En los diques de mayor espesor, como el citado afloramiento de la carretera, es fácil observar una zonación

FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 33/108



simétrica desde sus bordes hacia el centro. En sus bordes, el tamaño de grano es fino, no porfídico, en tanto que, en su parte central, llega a presentar textura holocristalina de grano medio y porfídica con fenocristales de plagioclasa idiomorfa. Estos fenocristales muestran cierta tendencia fluidal con dirección subparalela a las del propio dique. Muestran procesos de retrogradación con orlas de anfíbol actinolítico y minerales opacos.

También existen pórfidos graníticos en el ámbito de este proyecto, esencialmente en la margen izquierda del Embalse del Guadalmena y entre las fracturas del Dehesón de Quiles, al norte y del Cerro de la Cruz al Sur. En campo, los afloramientos muestran dos tipologías bien definidas que van desde diques métricos con direcciones NNO-SSE, y en menor cuantía Este-Oeste a cuerpos intrusivos, con extensión kilométrica y geometría subcircular. Por su textura en el campo y los estudios de las láminas, se han interpretado como cuerpos subvolcánicos, en la zona cercana de Siles se conocen la existencia de afloramientos de rocas plutónicas (granitos) en áreas muy cercanas al afloramiento de estos pórfidos. En campo se observan que son rocas de aspecto leucocrático, con un tamaño de grano fino y con textura porfídica, marcada por fenocristales de cuarzo y plagioclasa, de forma ocasional pueden observarse fenocristales de minerales máficos (biotita, hornblenda).

Las texturas que se observan son granofídica, porfídica. A veces se observa cómo la mesostasis ha recrystalizado, formando agregados de grano muy fino, de los minerales principales. Los fenocristales son, principalmente, cuarzo y plagioclasa, en menor cantidad se encuentran biotita y anfíbol. El cuarzo se presenta en cristales de hábito subhedral a euhedral, o bien con formas redondeadas y con golfos de corrosión. Este tipo de cuarzo es característico de cuarzós de alta temperatura. Las inclusiones son de opacos, apatito acicular y circón con halo pleocroico. Presenta procesos de cloritización bastante importante. El anfíbol es hornblenda, se presenta en cristales de hábito subhedral, de color marrón o verde y es pleocroico. Presenta procesos de retrogradación hacia un anfíbol actinolítico más minerales opacos.

En el perímetro del permiso de investigación "MENODICE" prácticamente la totalidad de las cuatro familias en las que se subdivide la etapa tardihercínica, llevan asociadas rellenos de cuarzo desde espesores plurimétricos y extensiones kilométricas (Fallas del Vaquerizo, Avellanar, Piedras Blancas, Dehesón de Quiles, Cerro de la Cruz, Los Engarbos, Arroyo del Pino, etc.) a filones de cuarzo de espesor métrico a decimétrico y extensiones decamétricas en las fracturas del Sistema conjugado en el ámbito septentrional de este sector. En el primer caso, los grandes filones de cuarzo de la banda meridional dentro de la zona de cizalla extensional van normalmente acompañados de mineralizaciones de tipo BPG, como ya se ha reseñado. Al norte de la fractura que se denomina del Dehesón de Quiles, el relleno hidrotermal de las fracturas NNO-SSE y NNE-SSO suele ser exclusivamente cuarzo lechoso con alguna geoda de pequeño tamaño y muy escasos minerales opacos dispersos. En algunos de estos diques, el cuarzo se encuentra tectonizado, lo que es indicativo de reajuegos posteriores al relleno hidrotermal.

FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 34/108



1.7.1 Génesis de la mineralización

El yacimiento está constituido por diversas capas mineralizadas que contienen un alto porcentaje de minerales pesados, de los que cabe destacar el circón, titanio y monacita, estando representadas dichas capas en toda la sección transversal de los sinclinales, extendiéndose ampliamente de Este a Oeste. Los replegamientos que existen en estas formaciones hacen aumentar extraordinariamente su extensión y, por tanto, su volumen. Las potencias medidas de las capas oscilan entre los 0,3 y los 4 metros, pero con una media cercana a los 2,5 metros en las que la mineralización parece haberse producido al mismo tiempo que la capa sedimentaria en la que se encuentra.

La génesis del yacimiento se relaciona con la destrucción y transporte de materiales de tipo granítico con una riqueza muy alta en minerales pesados que, por su alta densidad, se han concentrado dando origen a un yacimiento muy similar a los de tipo placer. La pobreza en minerales radioactivos parece estar en relación con el carácter detrítico y la escasez de arcillas. Por tanto, se trata de una limolita rutilo-circonífera con importante presencia de monacita, descartándose la posibilidad de existencia de brannerita o davídita, siendo el rutilo, el mineral más abundante de titanio.

La mineralización está formada principalmente por cuarzo, entre el 30% y el 80%, y minerales detríticos del grupo del circón, rutilo, ilmenita y esfena con contenidos excepcionales que pueden llegar al 60% en algunos casos. Los minerales accesorios son: turmalina, serícita-moscovita, clorita-bintita y magnetita; frecuentemente se encuentran cristales de pirita, feldespatos y zoisita. También existen pequeñas cantidades de óxidos de hierro y de una sustancia carbonosa similar al grafito siendo muy escasos los carbonatos.

El yacimiento, desde el punto de vista de la mineralización, corresponde a un paleoplacer litoral de arenas rutilo-circoníferas fosilizado y metamorfozido. Hasta el momento, no se conocen en Europa formaciones análogas o, o al menos, con un nivel de mineralización tan importantes como las que son objeto de este proyecto. **Estos yacimientos, en general, de facies marina, están formados principalmente por granos detríticos de circón, ilmenita, rutilo, granate, monacita y turmalina, acompañados por cantidades variables de magnetita, epidota, estaurolita, espinela y esfena, en una matriz escasa de carbonato y hematites.**

En América, existen mineralizaciones semejantes como, por ejemplo, algunas areniscas del área de las Montañas Rocosas en varias localidades de Montana, Wyoming y Nuevo México (Hikinrich, E. WM. 1958. *Mineralogy and geology of radioactive raw materials*. McGraw-Hill). Es decir, se trata de areniscas semejantes a las de Santa Elena, pero en ningún caso parecen tener la extensión e importancia del yacimiento español.

FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 35/108



1.8 ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

El estudio en profundidad de los materiales encajantes reveló la presencia de minerales pesados en los materiales Ordovícicos, habiendo sido puesta de manifiesto en diversos estudios académicos, incluyendo los correspondientes a la elaboración del plan MAGNA de cartografía geológica del Instituto Geológico y Minero (IGME). La presencia de capas portadoras de minerales pesados fue analizada por Arribas en el año 1.961, en su Tesis Doctoral. Con posterioridad, la JEN realizó un ensayo de concentración para obtención de Rutilo y Circón, estableciendo diferentes grados de molienda para la liberación de este tipo de minerales. Los materiales de interés también fueron analizados en 1973 por Cabezas en su Tesis Doctoral. También, en el año 1.986, se publica un trabajo sobre la recuperación de rutilo y circón obteniendo recuperaciones del 60% y 80% respectivamente.

Con posterioridad, la Empresa Nacional ADARO de Investigaciones Mineras continuó las prospecciones en la zona para el potencial aprovechamiento del rutilo, circón y monacitas, obteniendo conclusiones negativas, fundamentalmente, debidas a la finura de la molienda necesaria para la liberación de estos minerales pesados. En 1990, ADARO solicita la inscripción de una Reserva Nacional a favor del Estado denominada Cabeza de Buey, inscrita con fecha 4 de enero de 1990, para titanio, circonio y tierras raras, de 3.645 cuadrículas mineras a lo largo de las provincias de Ciudad Real y Jaén.

El avance en los estudios del adyacente permiso "ORIÓN", también de este promotor, han puesto de manifiesto la veracidad de los datos obtenidos en los estudios previos a través del análisis de las muestras tomadas en la zona.

Cabe destacar como todos los estudios realizados en esta zona ponen de manifiesto la presencia de las sustancias de interés, así como su potencialidad, y, en base a ello, hoy cabe presumir la viabilidad de explotación en consideración a los avances mineralúrgicos existentes en la actualidad

2 PROCEDIMIENTO DE INVESTIGACIÓN

2.1 INTRODUCCIÓN

El Permiso de Investigación "MENODICE", nº 16281, se solicita para los recursos de la Sección C, con especial atención a los minerales rutilo, circón y con tierras raras. El rutilo contiene titanio y el circón circonio, estando las tierras raras contenidas principalmente en el mineral conocido como monacita.

El programa de investigación a desarrollar será llevado a cabo por técnicos de la empresa GREEN MINERALS RESOURCES, S.L., con el apoyo de consultorías e ingenierías externas, así como contratas especializadas en la ejecución de las labores de campo tales como geofísica



o perforación de sondeos de investigación, todas ellas de acreditada solvencia. GREEN MINERALS RESOURCES, S.L. aplicará como operador las técnicas de investigación que en los últimos años se han confirmado como las más apropiadas en la búsqueda de yacimientos estratiformes como los de la zona a investigar.

Hemos de tener en cuenta que la zona solicitada ha tenido actividad minera y que hay labores, aunque los trabajos han alcanzado poca profundidad (menos de 150). No obstante, este es un aspecto que condiciona la aplicación directa de las técnicas habituales de investigación y requerirá que la realización inicial de un modelo tridimensional de las labores, si se identifica información histórica que las describa, de forma que permitan una correcta planificación de trabajos evitando en lo posible su interferencia. En algún caso se puede contemplar la posibilidad de acceder al interior de algunas labores subterráneas, bien por su propio interés o bien por servir de nivel de cabeza para investigaciones más profundas sin interferencia de labores antiguas. Los sectores carentes de labores permitirán una programación normal de los trabajos de investigación a realizar.

La disposición de los cuerpos mineralizados de la zona a investigar y su afloramiento con zonas erosionadas plantea la localización de varias ubicaciones del posible yacimiento con los que la suma de sus recursos plantee un proyecto de explotación viable desde el punto vista económico y ambiental.

Los resultados obtenidos durante la investigación, tanto en este caso de conseguir identificar los suficientes recursos como lo contrario, pasará a las bases de datos de la Administración Minera y de los organismos públicos que manejan estos conocimientos, con todos los beneficios futuros para la sociedad que de ello se derivase.

2.2 LEGISLACIÓN APLICABLE

La Legislación que es de obligada aplicación y otra consultada para la elaboración del Proyecto de Investigación se muestra en el Anexo I.

2.3 PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

Como se explica en el apartado **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, GREEN MINERALS RESOURCES, S.L. investiga recursos minerales relacionados con el sector energético, tecnológico e industrial. En la zona se han identificado una formación geológica con indicios de abundante presencia de los minerales objeto del presente proyecto, en unas cantidades que lo hacen susceptible de ser aprovechables.

GREEN ENERGY RESOURCES, S.L., gracias a la experiencia profesional de sus técnicos y el trabajo previo realizado en el permiso "ORION", dispone de un conocimiento bastante detallado del área y de las evidencias de mineralización existentes, así como del potencial de diversas áreas. En base a este conocimiento se establecen una serie de objetivos prioritarios

FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 37/108



que serían los de investigar la continuidad de las capas mineralizadas ya identificadas en el vecino "ORION".

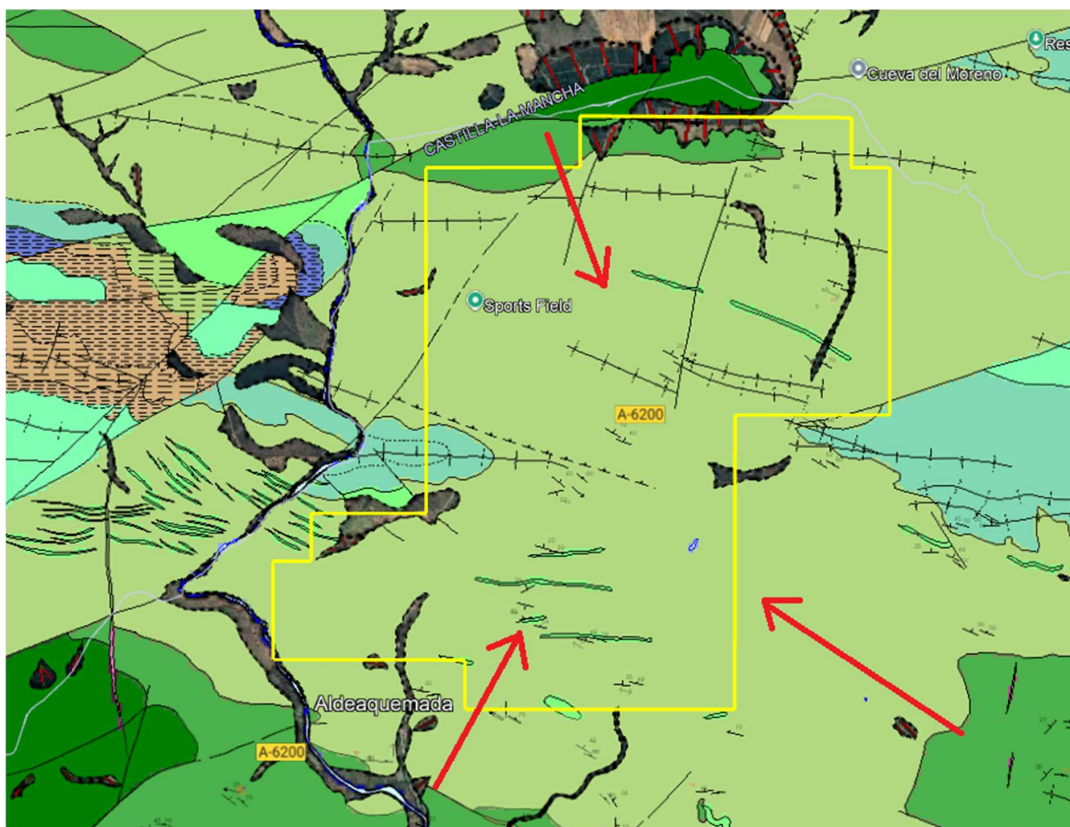


Figura 11: Plano geológico del PI MENODICE. Fuente: IGME

Para conseguir dichos objetivos, se llevarán a cabo los siguientes trabajos:

1. Trabajo de gabinete, recopilación de la información histórica existente de diversas fuentes especialmente intentar localizar los planos de labores de las antiguas minas de la zona.
2. Reconocimiento de campo con la elaboración de una cartografía geológica-minera con detalle estructural y labores mineras en superficie, de forma que se puedan establecer los afloramientos y recubrimientos con fiabilidad y puedan colocarse con precisión las labores subterráneas reflejadas en planos.
3. Campañas de geofísica aerotransportada y de superficie para reconocer la estructura del subsuelo en terrenos con recubrimientos potentes o como complemento en el reconocimiento de anomalías geoquímicas.
4. Campañas de geoquímica de suelos sobre terrenos con cobertera que ocultan la formación objetivo.
5. Realización de sondeos con recuperación de testigo sobre anomalías geoquímicas y geofísicas.



6. Análisis de muestras.
7. Integración de toda la información obtenida y construcción de un modelo geológico-minero global en 3-D con la finalidad de obtener una primera estimación de recursos.
8. Inventario de puntos de agua y modelo hidrogeológico de Permiso de Investigación.

No se descarta el acceso y acondicionamiento de las antiguas labores subterráneas si se considera conveniente para la investigación. Este tipo de trabajos requerirá de proyectos específicos para cada caso, ya que tiene importantes condicionantes desde el punto de vista de la seguridad. Al momento actual se desconoce su estado y por lo tanto en su momento se propondrá un plan de trabajos que se presentará a la Autoridad Minera para su preceptiva aprobación.

2.4 DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS A REALIZAR

La gran superficie de terreno que comprende el P.I. MENODICE, 125 cuadrículas mineras (unas 5.370 Ha), hace que su investigación minera requiera de actuaciones a diferentes escalas de trabajos, más aun teniendo en cuenta que a efectos mineros es una zona con escasa actividad antigua y totalmente virgen en cuanto al objetivo principal del proyecto. Grosso modo la investigación debe plantearse como se describe a continuación:

- A escala estratégica, para el global del P.I. Los trabajos realizar a esta escala, comprendiendo la globalidad del PI, se pueden resumir en:
 - Cartografía geológica detallada.
 - Geofísica aerotransportada.
 - Geoquímica de sedimentos de arroyos.
- A escala táctica para objetivos concretos, bien conocidos desde un principio, o bien establecidos tras los resultados de la investigación estratégica, se procederá a su estudio detallado con la finalidad de definir la geometría de los cuerpos mineralizados, su extensión, continuidad y contenido mineral de interés económico, es decir una primera estimación de recursos según códigos internacionales (JORC o NI 43-101). Para llevar a cabo estos estudios se realizarán:
 - Trabajos geológicos de detalle, incluyendo estudios estratigráficos.
 - Geofísica terrestre.
 - Sondeos mecánicos y geofísica "in-hole".

En un desarrollo normal de la investigación, los trabajos a escala estratégica deben llevarse a cabo durante los 2 primeros años de vigencia del PI, mientras que los que se realicen a escala táctica deben ejecutarse en el tercer año, si bien ante resultados preliminares positivos pueden también realizarse anteriormente.

A continuación, veremos cada uno de estos trabajos en detalle y otros también necesarios en toda investigación minera.

FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 39/108



2.4.1 Recopilación de información

Esta tarea es relativamente sencilla pues consiste en trabajo de gabinete, de búsqueda y consulta de información geológica, minera, tectónica, hidrogeológica, sísmica, mineralógica, petrográfica, etc. Las fuentes pueden ser amplias, siendo la principal el Instituto Geológico Minero de España (IGME) cuya labor investigadora por décadas ha hecho que el conocimiento e información acumulada por él, tanto desde el punto de vista descriptivo como desde el analítico y científico, sea muy amplio y abundante. También se consultarán en su caso las bases bibliográficas y las facultades de geología y escuelas de minas de universidades españolas, fondos documentales del Gobierno de la Junta de Andalucía, institutos de investigación, etc. Y por supuesto las actuales bases de datos georreferenciadas que la Administración pone a disposición vía web.

Por último, se tiene constancia de que la información antigua de minas procedente de la antigua Jefatura de Minas de Jaén, incluidos los planos de muchas de ellas, se encuentran depositados en el Archivo Provincial de Jaén. Seguramente será necesaria su consulta para conseguir planos de labores e información sobre los minerales explotados.

2.4.2 Cartografía Geológica

2.4.2.1 Cartografía Geológica general

El P.I. MENODICE se ubica en terrenos de la hoja geológica 863 – Aldeaquemada. Las hojas están realizadas a escala 1:50.000 y representan una útil base geológica para un inicio de la investigación, pero resulta insuficiente en cuanto al detalle que se requiere. Dado que los cuerpos mineralizados corresponden a horizontes sedimentarios muy concretos, estos deben ser resaltados en sus afloramientos y debe establecerse su continuidad y su estructura plegada. Para ello es necesaria la realización de una cartografía geológica a un detalle mínimo de escala 1:10.000.

Los horizontes mineralizados corresponden a capas de areniscas cuarcíferas en una unidad litoestratigráfica denominada “Estratos Pochico” de edad Ordovícico Inferior. Presentan un espesor métrico, por lo que su representación cartográfica requiere de escalas de más detalle. Dado su contenido en circón elevado y presencia de monacita, su identificación en los afloramientos puede hacerse fácilmente por presentar un fondo radiométrico alto respecto a su entorno. Por lo tanto, los recorridos que se realicen para la cartografía deben complementarse con la toma de datos radiométricos con un escintilómetro portátil de campaña.

Identificados los afloramientos de los horizontes mineralizados, se tomarán muestras de roca que serán analizadas, aportando valiosa información sobre contenidos en los minerales objeto de investigación. Si se pudiera establecer una relación entre datos radiométricos y geoquímicos, la toma de los primeros podría dar una primera aproximación en cuanto a leyes e importancia de los niveles identificados.

FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 40/108



Habrá que reconocer con especial atención a la estructura geológica y a las labores mineras en superficie, ya que determinar la sucesión de pliegues y saltos por falla, de forma que se puedan establecer los afloramientos de la estructura objetivo, así como la identificación de las capas superiores a la misma con detalle y fiabilidad y establecer la continuidad de estas capas en profundidad.

Por lo tanto, la finalidad de esta cartografía geológica a escala 1:10.000 será la de localizar los afloramientos de los horizontes mineralizados, analizar su continuidad en profundidad y establecer las zonas con potencial minero a profundidades razonables.

Esta cartografía será el documento base de trabajo para la posterior planificación de los trabajos a realizar.

Sobre el terreno se trabajará con imágenes aéreas recientes que estarán ortogeoreferenciadas. Actualmente está disponible el ortofotomapa a escala 1:10.000 de Andalucía:

<http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/lineav2/web/>

Como base topográfica se utilizará el mapa Topográfico Vectorial de Andalucía a escala 1:10.000, editado en 2007.

El trabajo de campo se realizará con apoyo de GPS de bolsillo, con una precisión en X e Y de menos de 2 m, para el posicionamiento de las labores mineras y de aquellas estructuras geológicas relevantes. Este error se considera inapreciable a una escala de trabajo de 1:10.000. No obstante, no se descarta la realización de cartografías geológicas de mayor detalle en lugares que se considere conveniente. En este caso la toma de coordenadas de los elementos reseñables se hará con precisión centimétrica con un apoyo topográfico externo mediante GPS de precisión.

2.4.2.2 Cartografía Geológica de detalle

Las zonas detectadas con afloramientos de los niveles portadores de la mineralización deberán ser cartografiadas a detalle con escalas que permitan ubicar con precisión los afloramientos y la estructuración geológica, de forma que permita extrapolar su continuidad en profundidad. Se considera una escala 1:2.500 como la adecuada para estas zonas de afloramientos, para cual será necesario disponer de una base topográfica adecuada que deberá ser levantada a tal finalidad. Afortunadamente, los medios actuales de levantamientos topográficos mediante dron facilitan y agilizan esta labor con suficiente calidad en un breve espacio de tiempo.

Los afloramientos del nivel o niveles mineralizados serán muestreados en canales continuos colocados en forma transversal al espesor de las capas, en tramos de 1 m y unos 15 cm de anchura. De esta forma se podrá conocer la distribución de la mineralización de muro a techo. Es de esperar que la parte de muro contenga una mayor concentración de pesados,

FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 41/108



ya que las capas de arenisca que forman estos niveles presentan frecuentemente granoclasificación.

Estas muestras serán tomadas mediante maza y puntero, apoyados con amoladora con disco de corte de diamante, ya que es de esperar tramos muy compactados y duros. Las muestras serán posteriormente trituradas hasta un tamaño de <5 mm que se considera como tamaño de homogenización. De la muestra triturada será cuarteada una pequeña cantidad para análisis químico, conservándose la mayor parte de ella para posteriores estudios mineralométricos y mineralúrgicos.

Dado que los cuerpos mineralizados son unos horizontes litológicos muy determinados, será conveniente la realización de estudios estratigráficos detallados con levantamiento de columnas de las zonas con aflojamientos, así como de aquellas secuencias que se consideren que pueden aportar conocimiento a la evolución del medio sedimentario. La correlación entre las diferentes columnas podrá establecer si se trata de los mismos horizontes en todos los lugares o hay varios diferentes en varias posiciones de la columna estratigráfica general de la unidad que los contiene.

A escala regional, la unidad estratigráfica que contiene los niveles mineralizados (los “Estratos Pochico”) tiene gran extensión y una aparente uniformidad en cuanto al medio de sedimentación, que es el de una plataforma marina detrítica, que evoluciona de forma gradual de condiciones someras en la base a algo más profundas al techo. Pero es evidente que hay condiciones locales que han permitido la acumulación de minerales pesados en ciertas zonas y en ciertos puntos de la secuencia estratigráfica, que son precisamente el objetivo de la investigación. Este estudio estratigráfico podrá dar a conocer cuántos horizontes mineralizados hay, así como la continuidad lateral que presentan. También dará información sobre la distribución de los minerales pesados, su uniformidad o irregularidad en su distribución dentro de las capas y los controles sedimentológicos que favorecen su concentración.

2.4.3 Campañas de Geofísica

2.4.3.1 Geofísica aerotransportada

Los horizontes mineralizados objetivo de estudio presentan un fondo radiométrico alto que resalta entre los materiales de su entorno. Esta propiedad hace que un vuelo de geofísica aerotransportada sea una herramienta eficaz y rápida para investigar el P.I.

Existe un vuelo realizado en la 2ª mitad del siglo XX por la J.E.N. que cubrió prácticamente todo el escudo hercínico español, por lo que seguramente la zona del P.I. MENODICE está también incluida en esa campaña. Dicho vuelo obtuvo información radiométrica y magnetométrica de gran interés. No obstante, esa investigación, dada la finalidad pretendida entonces, estaba planteada a una escala grande, mínimo 1:50.000 (o incluso 1:100.000), con líneas de vuelo separadas del orden de un par de Km. Por ello, si bien será

FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 42/108



de utilidad disponer de esa información, es necesaria una resolución mucho mayor para los objetivos del proyecto.

Actualmente, estas técnicas geofísicas han mejorado mucho y son mucho más asequibles, baratas y ágiles gracias a los drones. Por lo tanto, será conveniente contactar con alguna empresa de servicios geofísicos que disponga de esta herramienta para llevar a cabo esta investigación con especial énfasis en la radiometría. Puesto que la estructuración geológica general del P.I. es prácticamente E-W, se realizará un plan de vuelo en líneas N-S, con una separación de unos 250 m entre ellas.

Esta labor de investigación puede llevar un tiempo corto, que con la toma e interpretación de los datos no debe ser superior a 1 mes.

Los resultados obtenidos serán un complemento perfecto a la cartografía geológica, apoyando la interpretación de la estructuración geológica y continuidad de los horizontes mineralizados. Igualmente pueden aparecer anomalías positivas en zonas donde la cartografía geológica no los haya identificado por malas condiciones de afloramiento, áreas que tendrán que ser posteriormente revisadas y complementar la cartografía.

2.4.3.2 Geofísica de superficie

Los horizontes mineralizados se presentan como capas de arenisca cuarcíferas bastante consolidadas, que casi pueden considerarse como capas de cuarcitas oscuras relativamente gruesas. Estos horizontes aparecen entre una alternancia de tipo multilayer formada por areniscas menos consolidadas con mayor proporción de matriz lutítica, y lutitas oscuras con materia orgánica e irregular contenido en arena fina.

Esta disposición permite distinguir el horizonte mineralizado mediante conductividades, ya que este debe comportarse como un cuerpo resistivo entre un material más conductor que debe ser la alternancia de capas con cierto contenido en materia orgánica. Ya que la estructura general de la zona parece la de pliegues suaves predominando los buzamientos medios a suaves, un diseño de sondeos eléctricos en perfiles ortogonales a la estructura general, puede ser una útil técnica de exploración para conocer la extensión en profundidad.

Teniendo en cuenta que en estos primeros estadios de la investigación no interesa alcanzar grandes profundidades, se considera adecuado un dispositivo cerrado con poca separación entre electrodos, de forma que se tenga mayor resolución en respuesta eléctrica del subsuelo. La separación entre perfiles se determinará en cuanto a la complejidad de la estructura a escala de afloramientos, pero no deberá ser mayor de 100 m.

La disposición final de los perfiles se decidirá en función de los resultados de la geofísica aerotransportada.

La exploración geofísica ha avanzado mucho en los últimos tiempos y por ello, en el presupuesto, se incluye una partida alzada para estos trabajos. En el Anexo II del presente proyecto se describen los diferentes métodos geofísicos que se consideran apropiados para

FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 43/108



este tipo de estructuras mineralizadas (tomografía eléctrica, polarización inducida, sondeos electromagnéticos en el dominio de tiempos (SED) y método magneto-telúrico). No se descarta la utilización de algún otro método recomendado por las empresas especializadas.

En los correspondientes Planes de Labores anuales se incluirán en su caso los estudios geofísicos a realizar.

2.4.4 Campañas de Geoquímica

2.4.4.1 Geoquímica de sedimentos de arroyos

La geoquímica de sedimentos de arroyos se presenta como una útil herramienta de investigación en el P.I. MENODICE por presentar la zona una red de drenaje bien desarrollada, de distribución dendriforme, lo que permite realizar una distribución de muestras bastante uniforme y distribuida por toda la zona a investigar.

Los minerales objeto de interés (citrón, rutilo, ilmenita, monacita) son bastante estables en condiciones ambientales, por lo que es de esperar que causen dispersiones mecánicas por efecto de la erosión sobre los afloramientos de los cuerpos mineralizados. Dado que los estudios preliminares muestran que estos minerales se hallan como elementos detríticos finos en ciertas capas de areniscas cuarcíferas, su desmantelamiento por los agentes atmosféricos producirá que estos minerales queden incorporados en la fracción arena fina en los sedimentos de la actual red de drenaje. Por lo tanto, será esta fracción fina (<1 mm) el objetivo esencial de muestreo.

Los minerales mencionados presentan densidades elevadas (citrón 4,6 gr/cm³; rutilo 4,23 gr/cm³; ilmenita 4,7 gr/cm³; monacita 4,6 a 5,7 gr/cm³), por lo que van a presentarse como elementos pesados en esa fracción de arena fina. Esto permite que se puedan investigar mediante la realización de bateas en los puntos de muestreo o en lugares con disponibilidad de agua tras el transporte de la muestra desde su punto de recogida. Otra opción es la tomar la muestra mediante cribado con tamiz de luz 1,5 mm y posterior separación de los pesados en laboratorio mediante bromoformo. Esta segunda opción es mucho más precisa en cuanto a resultados, pero algo más laboriosa en su realización.

La fracción obtenida de pesados será enviada para estudio mineralométrico mediante técnicas de barrido electrónico, no descartándose análisis puntuales de ablación de granos de los principales minerales de interés económico. Como complemento se obtendrá una parte de la muestra de arena que será enviada al laboratorio de análisis químicos para el estudio de posibles dispersiones químicas asociadas a la mineralización, así como de otros potenciales objetivos que pudieran surgir, aunque en el momento actual se consideren secundarios.

Las buenas condiciones de distribución que presenta la red de drenaje en el P.I. permite una distribución bien regularizada de los puntos de muestreo, cuya densidad debe ser de 1 muestra/km². Esto representa la toma de entre 80 y 90 muestras. Esta densidad se considera

FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 44/108



adecuada dadas las dimensiones de los supuestos cuerpos mineralizados y su aparente continuidad. La cantidad de muestra debe quedar regularizada a un volumen fijo de sedimento a tomar que puede ser del orden de 5 litros, de forma que los resultados obtenidos puedan ser comparables entre sí llevados a un volumen estándar, normalmente expresado en forma de mgr/m³. De esta manera se podrá hacer un tratamiento estadístico de los resultados de la campaña y la obtención del mapa de anomalías que servirá como aproximación a los focos causantes de las dispersiones, que son los cuerpos mineralizados.

2.4.5 Investigación de anomalías geoquímicas y geofísicas

Las técnicas geoquímicas y geofísicas son métodos indirectos que permite detectar potenciales estructuras mineralizadas en profundidad mediante una modelización de los resultados, pero nunca pueden sustituir a la ejecución de un sondeo con obtención de muestras directas del subsuelo, que es un reflejo real de lo que hay. Es por ello que, terminadas esas campañas y con los resultados obtenidos, hay que realizar una serie de trabajos para acceder al subsuelo y poder reconocer lo que se ha encontrado como anómalo.

Las anomalías geoquímicas de suelos, en condiciones de terrenos llanos o de suave relieve, suelen estar directamente relacionadas con el foco de dispersión que la origina. Por ello, una retirada de ese suelo puede dar acceso a la estructura mineralizada que causa la anomalía. Por ello es normal la excavación de calicatas (o trincheras) mecánicas con pala retroexcavadora siguiendo la dirección del perfil de muestreo y extendiéndose a lo largo del tramo que resulta anómalo. Se profundiza lo que da de alcance el brazo de la pala o hasta que el sustrato es suficientemente resistente a la excavación por estar inalterado. Por seguridad, cuando se profundiza más de 1,2 o 1,5 m se ensancha para evitar el riesgo de colapso de las paredes. Se realiza un levantamiento detallado de las paredes y del piso de la calicata, y se toman muestras en canal de aquellos tramos que se consideran ser el posible cuerpo mineralizado. En el caso de mineralizaciones de zircón, rutilo y monacita es esperable que llegue a verse fragmentos del mineral. Con todo ello se tiene una idea real de la estructura localizada y, con ello, se puede planificar los siguientes trabajos de investigación que normalmente serán o bien una calicata eléctrica, pero reconocer la continuidad en profundidad de la estructura detectada, o directamente la realización de un sondeo con recuperación de testigo para conocer la realizada de la estructura en profundidad.

Una vez se ha realizado el levantamiento geológico y muestreo de la calicata, esta se vuelve a tapar inmediatamente quedando restaurada, por lo que no supone impacto alguno.

No está previsto la realización de calicatas en este proyecto.

Las anomalías geofísicas determinan cuerpos a profundidades inalcanzables mediante una simple pala retroexcavadora, por lo que normalmente el siguiente paso en la investigación es la ejecución de sondeos con recuperación de testigo.

FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 45/108



Por lo tanto, el progreso de la investigación mediante geoquímica y geofísica conlleva la ejecución de sondeos mecánicos para el reconocimiento de las estructuras en profundidad. Es por ello por lo que en el proyecto de investigación del permiso solicitado se presupuesta una partida de ejecución de sondeos del orden similar a la campaña planteada a raíz de los trabajos mineros existentes. Evidentemente es imposible hacer una aproximación de los lugares donde se harían esos sondeos dado que están en función de las anomalías geoquímicas y geofísicas que se detecten.

2.4.6 Sondeos con recuperación de testigo

La ejecución de sondeos mecánicos es la única forma de acceder de forma directa al subsuelo y obtener muestras de roca y de la mineralización en profundidad. A partir de la cartografía geológica y de los resultados de la geoquímica y la geofísica, se programará una primera campaña de sondeos sobre los objetivos deducidos.

La perforación con recuperación de testigo es la labor que más información da en cualquier investigación minera, pero también es la de mayor coste, por lo que la ubicación de los sondeos adecuados en los lugares apropiados es muy importante. Aunque normalmente a la hora de plantear una investigación la ubicación de los sondeos es imprecisa, pues su ubicación depende de múltiples factores y finalidad pretendida con él, en el caso actual, dado el conocimiento previo que disponemos y de los condicionantes ambientales podemos hacer un planteamiento de investigación para ciertas estructuras mineralizadas conocidas.

Para la ubicación de los 7 sondeos propuestos se anticipan unas coordenadas calculadas según la geología y en ubicaciones antropizadas y de baja naturalidad por lo que no se prevé su modificación. No obstante, una vez terminada la cartografía geológico-minera y con al menos un esbozo de modelo 3D, se podrá precisar la posición de dichos sondeos. Hay que señalar aquí que la investigación minera es una actividad dinámica y cambiante y que la ejecución de trabajos tan precisos como es la ejecución de un sondeo depende de muchos factores y de resultados de otros trabajos previos. De esta forma las coordenadas, longitud de sondeo y profundidad alcanzada son simplemente orientativas y base de un presupuesto que puede verse modificado a la hora de ser realizados. Estos sondeos serían los siguientes (Tabla 5):

Sondeo	Municipio	Coord. X	Coord. Y	Dirección	Inclinación	Longitud
MD-01	Aldeaquemada	467250	4253340	360	90	500
MD-02	Aldeaquemada	469740	4252350	360	90	400
MD-03	Aldeaquemada	470700	4253975	360	90	475
MD-04	Aldeaquemada	469600	4255520	360	90	500
MD-05	Santisteban del Puerto	469735	4257100	360	90	475
MD-06	Aldeaquemada	471410	4257850	360	90	450
MD-07	Santisteban del Puerto	473370	4256235	360	90	500

Tabla 5: Ubicación aproximada y provisional de los sondeos a realizar sobre objetivos deducidos en el P.I. "MENODICE" (Datum: ETRS89 / UTM Zona 30 N).



Estos sondeos serán preferentemente verticales, ya que los cuerpos mineralizados a reconocer son subhorizontales. No se descarta realizar sondeos inclinados por imposibilidad de colocar la perforadora en la vertical sobre el objetivo por impedimentos locales de las características de la ubicación.

Estos sondeos se realizarían en las zonas de investigación señaladas. En la figura siguiente se señala esta ubicación aproximada y provisional de ellos

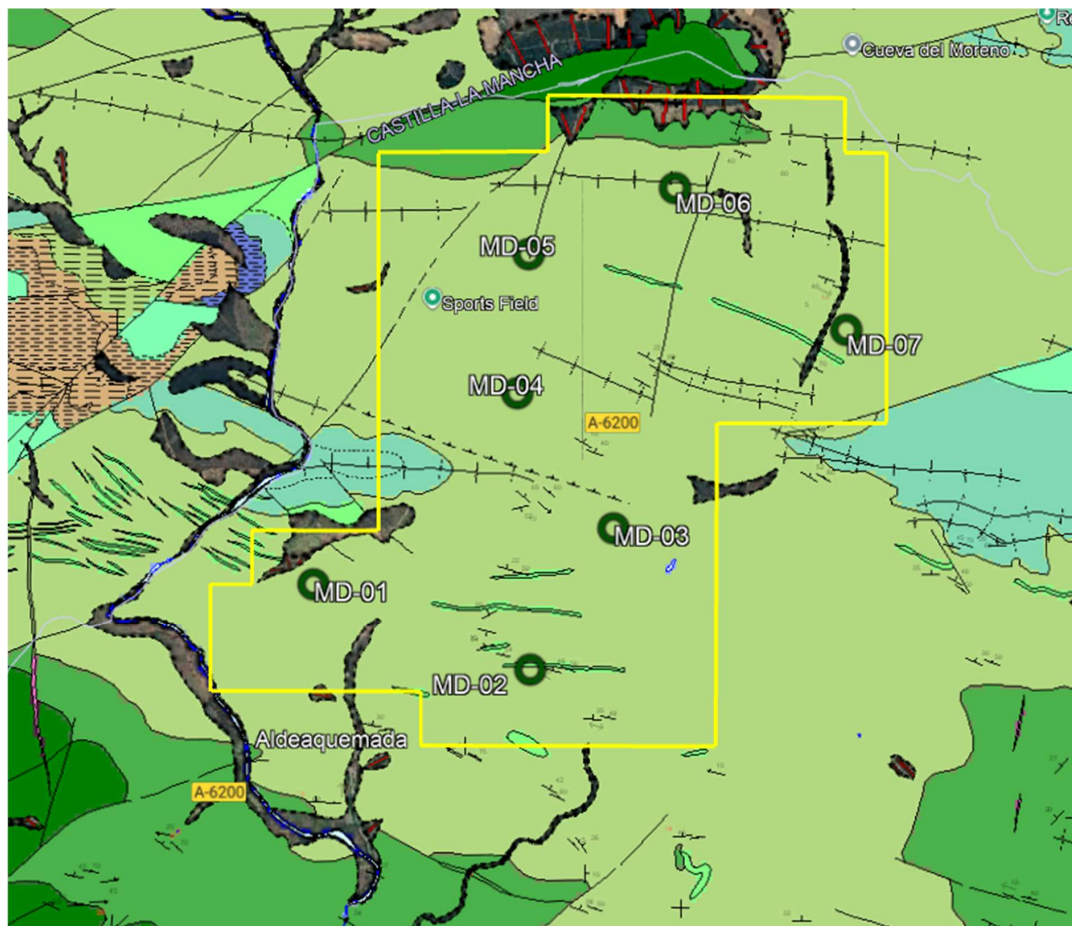


Figura 12: Localización de los sondeos con recuperación de testigo planteados.

De la ubicación definitiva de los sondeos se dará debida cuenta no sólo en los Planes de Labores Anuales, si no en informes realizados a tal fin con toda la información y documentación necesaria para el completo conocimiento y control por parte de la Administración Minera competente.

La profundidad estimada de los sondeos estaría entre los 400 y 500 m de profundidad, sondeos que se clasifican como poco profundos (López Jimeno *et al.*, 2006).

FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 47/108



El método de perforación será a rotación con recuperación de testigo con *wire-line* desde la superficie, para disponer una muestra completa de todo el macizo rocoso atravesado para, además del estudio de la mineralización, también poder realizar estudios geológicos y geotécnicos. Los testigos se colocarán en cajas de madera y serán enviados cada día a una nave/oficina de proyecto para su testificación, preparación de muestras y almacenaje.

El diámetro común de la perforación será el de HQ (96 mm), aunque se podrá utilizar el PQ (122,6 mm) para los primeros metros que garantice la estabilidad de las zonas meteorizadas superficiales una vez entubado, así como el NQ si fuera necesario reducir en diámetro por las circunstancias adversas de la perforación, aunque no sería lo deseable¹.

Toda perforación requiere un fluido de perforación que cumple una doble función: refrigeración de la boca de perforación, por un lado, y la extracción del ripio de perforación por otro. En las perforadoras de rotación con recuperación de testigo se utiliza agua con aditivos biodegradables. En caso de materiales fácilmente disgregables (arenas), podrá utilizarse lodo hidráulico con polímeros biodegradables o bentonitas. En todos los casos los aditivos, polímeros, etc. que se añadan al lodo para controlar sus propiedades de densidad, viscosidad, etc., serán completamente biodegradables y respetuosos con el medioambiente, por lo que han de disponer de las fichas de certificación correspondientes. Actualmente el mercado sufre sin problemas dichos productos.

En cuanto al emplazamiento de la perforadora y elementos auxiliares, la superficie afectada será la mínima necesaria (en torno a 200 ó 300 m²) y provisional, devolviendo dicha superficie a su estado original a la finalización de los sondeos. Con el fin de minimizar aún más la ya de por sí pequeña afección temporal de los sondeos, se buscarán preferentemente zonas improductivas antrópicas y en su defecto zonas agrícolas antropizadas o de pastizal. Se buscará también ubicaciones con la mayor facilidad posible de accesos, utilizando preferentemente los ya existentes.

Las peculiaridades geofísicas de los cuerpos mineralizados, en especial la alta resistividad y el elevado fondo radiométrico, hacen que los parámetros que se obtengan en una geofísica "in-hole" puedan ser de gran utilidad para posteriores trabajos de identificación y correlación. Ello podrá ahorrar bastante esfuerzo y recursos económicos a la hora de diseñar la campaña de sondeos de evaluación, si los resultados de estas investigaciones fueran positivos.

Algunos de los sondeos terminados serán entubados con tubería de PVC ranurada para posteriores controles hidrogeológicos. En estos casos el emboquille quedará protegido con una pequeña arqueta metálica y cierre de seguridad, que permita la conservación del sondeo y la introducción de instrumentación (piezómetros, toma de muestras de agua, etc.). Esto se prevé que se hará en alguno de los sondeos planteados, aunque su número podrá cambiar en función de los requerimientos de información hidrogeológica que se considere

¹ Diámetro de NQ (75,7 mm).

FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 48/108



conveniente. Los sondeos que no se entuben serán cementados y quedarán tapados tras los trabajos de restauración.

Terminadas todas las operaciones en el sondeo se procederá a la restauración del terreno afectado. En primer lugar, se retirarán los ripios generados, que en este tipo de sondeos estarán en forma de lodos. Estos materiales son inocuos e inertes medioambientalmente hablando, ya que están formados por fragmentos finos de los materiales que forman las unidades rocosas del sustrato atravesado, por lo que pueden ser depositados en vertederos de inertes. Limpiado el emplazamiento, por medios mecánicos se hará una restauración morfológica del terreno a un estado lo más similar posible al original. Normalmente está es la única labor de restauración como tal que será necesaria, ya que no se utilizan materiales contaminantes. No obstante, previo a la preparación del emplazamiento se valorará la necesidad de proceder posteriormente a realizar alguna labor de repoblación en el caso de tener que afectar a terrenos que así lo requirieran.

2.4.7 Análisis de la mineralización

Tanto los testigos obtenidos en los sondeos, como las muestras de roca de reconocimientos sobre el terreno y posibles calicatas, así como de frentes mineralizados en el caso de que se acceda a alguna labor subterránea, serán llevados a la nave/oficina de proyecto para su catalogación, manipulación y envío posterior a un laboratorio homologado para su análisis.

Las cajas con los testigos de sondeos serán colocadas y fotografiadas en primer lugar, para después proceder a la testificación, clasificación, muestreo, preparación de muestras y almacenamiento.

Sobre la totalidad del testigo recuperado se realizará un *logging* con el fin de obtener datos estructurales, estratigráficos, geotécnicos, etc. de la columna del sondeo. Los tramos detectados como mineralizados requerirán de una testificación más detallada y un replanteo de muestreo para proceder después, mediante corte en mesa de disco adiamantado, a la obtención de cuartos de testigo para análisis químicos

Se considera como adecuado el obtener muestras representativas de la mineralización en tramos de 0,5 m. Los testigos de cada tramo serán cortados longitudinalmente en 2 mitades, guardando una mitad en la caja de los testigos en la misma posición en la que estaba. Esta mitad quedará como prueba física de lo atravesado por el sondeo. La otra mitad será cortada en 2 trozos longitudinales, obteniéndose 2 cuartos de testigo, de los cuales uno será enviado al laboratorio de análisis y el otro será guardado para posteriormente ser utilizado para control como duplicado o para otro tipo de ensayos. Todo ello se hará siguiendo los estrictos estándares internacionales de aseguramiento y control de la calidad (QA/QC). Las muestras, asegurando la cadena de custodia, se enviarán a laboratorios certificados para realizar los ensayos químicos. El otro cuarto quedara a disposición para ensayos fisico-químicos, mineralógicos, o de cualquier otro tipo que se requiera. El proceso de este tipo de muestreo y los ensayos se describen en el Anexo IV.

FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 49/108



Sobre los testigos de los tramos no mineralizados se tomarán muestras representativas de cada una de las litologías para ensayos de tipo geotécnico o de cualquier otro tipo que lo requiera. De esta forma se conocerán de forma adecuada las características geotécnicas del macizo rocoso, lo que será necesario en posteriores estudios de viabilidad de una hipotética explotación.

Los resultados obtenidos se utilizarán para, a partir del modelo geológico-minero, realizar un modelo 3D del cuerpo mineralizado y un modelo de bloques por leyes y otros parámetros, para poder calcular los recursos. Los programas a utilizar para esta labor serán los más utilizados del mercado: Deswik, DataMine, Vulcan, etc. completados por programas tipo GIS y CAD.

Las muestras de roca y de rozas se enviarán completamente al laboratorio para proceder a su trituración. Triturada y homogeneizada la muestra se cuarteará la porción necesaria para el análisis, siendo devuelta el resto de la muestra para su almacenamiento. De ella se harán cuarteos en la nave/oficina para duplicados de control. El resto se mantendrá a disposición para cualquier otra necesidad que pudiera surgir.

2.4.8 Inventario de puntos de agua y modelo hidrogeológico

Se realizará un inventario de los puntos de agua de la zona cubierta por el permiso y de su entorno inmediato, con la finalidad de conocer parámetros hidrogeológicos básicos que serán de utilidad tanto en esta etapa de investigación, como para una posible explotación posterior. A estos efectos los pozos de mina serán considerados como puntos de agua.

Será de gran importancia conocer el estado actual del nivel freático en la zona investigada.

Esta información es importante a la hora de planificar por ejemplo una campaña de sondeos, ya que serán muy probables las pérdidas de agua. Igualmente, en la respuesta geofísica de resistividades, ya que la presencia de agua actuará como un cuerpo conductor.

También se tomarán muestras de agua para su caracterización hidroquímica y conocer la calidad presente.

Esta información será contrastada con la existente y publicada, tanto por parte de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, como por la Escuela Politécnica de Linares que ha realizado varios estudios al respecto.

La finalidad de este trabajo será la de establecer un modelo hidrogeológico dinámico, que permita conocer cómo se comporta el acuífero.

2.4.9 Digitalización de la información. Modelo geológico-minero global en 3D

Toda la información recopilada y generada durante las actividades anteriores, se deberá digitalizar y será introducida en un sistema GIS o CAD georreferenciado, para su manejo y gestión.

FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 50/108



Es de gran importancia la correcta digitalización de las labores mineras, que unido a la cartografía geológico-minera realizada, permita la colocación precisa de los trabajos mineros antiguos. Con ello se tendrá un modelo 3D referido a la superficie actual, que permita realizar una correcta planificación de los trabajos de investigación

2.4.10 Recuperación de labores mineras antiguas

Esta es una labor que se contempla como posible, pero no se valora inicialmente dado que se trataría de trabajos muy específicos para lo que se requerirían proyectos especialmente preparados para cada actuación. Es evidente que por el momento sin tener ninguna idea sobre en qué labor o labores antiguas se actuaría, resulta imposible hacer una mínima previsión del trabajo a realizar y el coste que conllevaría.

Para poder acometer una labor de este tipo es necesario conocer en primer lugar la situación hidrogeológica de la labor (nivel freático, volumen de agua a evacuar, caudal de entrada, etc.). Igualmente, este tipo de trabajos estaría fuera de la investigación geológico-minera planteada, por lo que de llevarse a cabo sería para el tercer año de trabajos.

Evidentemente, la realización de esta labor requerirá de la aprobación del proyecto específico por el organismo competente y de disponer de las autorizaciones de la Confederación Hidrográfica para llevar a cabo el bombeo de agua.

2.5 EVOLUCIÓN DE LOS TRABAJOS PLANTEADOS

Un proyecto de investigación es un proyecto cuyo objetivo es la obtención de conocimiento desde una situación previa de desconocimiento. Por ello los trabajos planteados pueden variar en cuanto a tipología, alcance, metodología y ubicación física, tanto en sentido positivo (incremento de mediciones, nuevos trabajos) como en sentido negativo (disminución de mediciones, cancelación de trabajos). Cada ensayo, prueba y trabajo nos dará una información que nos condicionará los siguientes pasos a seguir en forma de nuevos/más trabajos, ensayos, etc. a realizar. De todos los cambios que se produzcan se dará debida información por escrito a la Administración Minera competente, aportando cuanta información sea necesaria para el completo conocimiento y control por parte de la administración.

No obstante en el presente proyecto hemos descrito los diferentes medios y tipos de trabajos a realizar con suficiente detalle para ser considerados en la tramitación en su posible ejecución, de forma que tras la aprobación del proyecto únicamente quedaría su concreción (en función del desarrollo de la investigación) en los correspondientes planes de labores y con su correspondiente aprobación por la Administración Minera tal y como establece en los artículos 44 y 59 de la Ley de Minas y los artículos 63 y 78 del Reglamento General para el Régimen de la Minería.



2.6 MEDIOS A EMPLEAR Y EQUIPO TÉCNICO

Dada la extensión de los trabajos, tanto en cuantía como en la cobertura de numerosas disciplinas, actividades y operaciones, GREEN MINERALS RESOURCES, S.L. se plantea la contratación de terceras empresas, expertas y líderes en su actividad, para la realización de diversas actividades. No obstante, lo anterior, GREEN MINERALS RESOURCES, S.L. contará con un sólido equipo de profesionales en diversos campos tanto para el control y supervisión de las actividades contratadas como para la realización de muchas de las labores de investigación. A continuación, se detallan los medios a utilizar en las diversas labores.

2.6.1 Medios propios

Los medios propios de que constará GREEN MINERALS RESOURCES, S.L. se pueden dividir en medios materiales y humanos. Los medios materiales son:

- Aparataje y maquinaria para la manipulación de cajas y testigos, preparación, etiquetado, envasado de muestras, etc.
- Furgoneta de transporte.
- Vehículos todo-terreno con capacidad de carga.
- Software minero (DataMine, Deswik), CAD, ArcGIS, etc.

El personal técnico propio de GREEN MINERALS RESOURCES, S.L. está compuesto por:

- [REDACTED] como Director de Geología de Green Mineral Resources SLU.
- [REDACTED] como Director Facultativo y responsable de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- [REDACTED] como Director de Proyecto.
- [REDACTED] como Responsable de Mineralurgia, Metalurgia y Concentración Mineral.
- [REDACTED] y un geólogo junior como geólogos de campo para reconocimientos geológicos, control y testificación de sondeos y preparación de muestras.
- 1 operario de campo.
- Personal de empresa administrativo a tiempo parcial para labores accesorias.

Los currículos del personal de GREEN MINERAL RESOURCES, S.L. se encuentran en el Anexo V.

El trabajo a realizar por dicho personal son los trabajos de recopilación de información de todo tipo, elaboración de cartografía geológico-minera, diseño de campañas de sondeos, diseño y ejecución de campañas de geoquímica de suelos, muestreos de roca así como de sondeos, toda la testificación de sondeos, supervisión de las labores de geofísica, supervisión



de la perforación con recuperación de testigo, supervisión de análisis, definición de los yacimientos, elaboración de informes y estudios, así como llevar el control, supervisión y coordinación de contratas.

2.6.2 Geofísica

Dada la especialización requerida para la realización de los trabajos de geofísica, así como la necesidad de disponer de equipos adecuados y específicos, dichos trabajos se contratarán a una empresa exterior especialista en esta actividad.

La empresa que en principio realizará los trabajos será International Geophysical Technology, S.L. (I.G.T.) <http://www.igt-geofisica.com/default.html>.

El personal de I.G.T. adscrito que se les solicitaría sería:

- Director de los trabajos (Ingeniero de Minas o geólogo) de la prospección geofísica.
- Técnico Geofísico (Ingeniero de Minas o geólogo) como técnico de campo para la realización de los trabajos de toma de datos.
- Técnico Geofísico (Ingeniero de Minas o geólogo) como analista de gabinete de la información recopilada.
- 1 ayudante de campo.

Estos trabajos requieren del nombramiento de un Director Facultativo, que será personal cualificado de la propia empresa o, por defecto, el propio Director Facultativo del Permiso de Investigación. Así mismo se informará cumplidamente de la contratación de la empresa para la aprobación por Delegación Territorial de Minas de Jaén.

Durante el periodo de desarrollo de la investigación del permiso de investigación, no se descarta la contratación de otras empresas similares en paralelo o en sustitución, en virtud de las condiciones técnicas y económicas del momento. En dicho supuesto, se informará debidamente a la Delegación Territorial de Minas de Jaén de dicha contratación y se le suministrará la información y documentación correspondiente

2.6.3 Perforación de investigación

Dada la especialización requerida para la realización de los trabajos de perforación en la investigación geológico-minera, así como la necesidad de disponer de maquinaria y equipos adecuados y específicos, dichos trabajos se contratarán a una empresa exterior especialista en esta actividad.

Cada equipo de perforación consta de 2 o 3 personas (perforista más uno o dos ayudantes) que trabajarán normalmente en 3 turnos al día. Se prevé en principio el uso de un solo equipo de perforación, por lo cual el número total de operarios será de 6 a 9 personas, más un encargado y, en su caso, un técnico a tiempo parcial, completando un total máximo de 11



personas. Todo el personal deberá tener la cualificación técnica necesaria para el desempeño de su labor.

Estos trabajos requieren del nombramiento de un Director Facultativo, que será personal cualificado de la propia empresa o, por defecto, el propio Director Facultativo del Permiso de Investigación. Así mismo se informará cumplidamente de la contratación de la empresa para la aprobación por la Delegación Territorial de Minas de Jaén.

En España actualmente sólo hay 5 empresas que dispongan de perforadoras capaces de realizar la perforación que se requiere. Estas empresas son:

- Sondeos y Perforaciones Industriales del Bierzo, S.L. (SPI).
- GEONOR, S.L.
- INSERSA.
- Igeotest.
- EDASU.

Todas ellas empresas de reconocido prestigio y trayectoria en el mundo de la minería.

2.6.4 Ensayos de laboratorio

Los ensayos químicos, mineralógicos, geotécnicos, etc. se contratarán a laboratorios externos.

Los laboratorios elegidos son:

- ALS-Global para los ensayos químicos. Es una empresa multinacional especialista en este tipo de trabajos y con un laboratorio en Sevilla. Más información sobre la empresa en (www.alsglobal.com.laboratorio)
- SGS como laboratorio de contraste. También con delegación en España, tiene acreditada solvencia internacional. (www.sgs.es/es-es/)
- AGQ para los ensayos físicos y mineralógicos. Es una empresa especialista en caracterizaciones metalúrgicas de amplio prestigio y con instalaciones en Sevilla. Más información sobre la empresa en (www.agq.com.es/).

No se descarta la colaboración con otros laboratorios privados, de centros de investigación y universidades como pueden ser:

- SRC (Saskatoon, Canadá).
- OMAC & Alex Stewart (Irlanda).
- Wardell-Armstrong (Reino Unido).
- Laboratorios del Instituto Geológico Minero de España.
- Universidad de Jaén y su Escuela Politécnica de Linares.
- Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Oviedo.
- Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid.



FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 54/108



Las instalaciones de estos laboratorios se encuentran en áreas fuera de la zona del permiso de investigación y, por tanto, no entran dentro de la competencia de la Administración Minera competente. Su personal tampoco trabajará en el perímetro del permiso de investigación, por lo que no ha lugar a petición de autorización de la contratación o control de su personal.

2.6.5 Modelización del yacimiento y consultoría/asesoría

La modelización del yacimiento, así como la consultoría y asesoría geológico-minera, se llevará a cabo por empresas externas:

- GEOTREX, S.L., empresa de investigación y modelización geológico-minera se subcontratará para el análisis y proceso de la información obtenida (sondeos, muestras, laboratorio, etc.) y la elaboración de un modelo 3D del yacimiento con dicha información, incluyendo la estimación de recursos y reservas. Es una empresa que cuenta con personal de larga trayectoria y experiencia en el sector. Dicha empresa trabaja en conjunto con el personal de KEROGEN ENERGY, S.L. adscrito al proyecto.
- GESSAL, compañía consultora especializada en estudios geológicos y geofísicos del subsuelo que cuenta con un grupo de profesionales especialistas en geología del subsuelo y una trayectoria de más de 25 años en el sector de la consultoría geológica en especial con la investigación aplicada sobre la infraestructura Geológica del Subsuelo. Entre sus capacidades está el procesado de datos geofísicos, adquisición sísmica, ingeniería de yacimientos, etc.
- Consultores Independientes en Gestión de Recursos Naturales, S.A. (CRN) es empresa formada por un grupo de profesionales de amplia experiencia para prestar un servicio independiente de hidrogeología, así como de ingeniería y consultoría en los campos relacionados con el cálculo de recursos y reservas según los códigos internacionales JORC y 43-101.
- CRS Ingeniería (CRS) es una empresa con amplia experiencia de trabajo, especializada en el estudio y gestión de los recursos del subsuelo y abarca todo el ciclo de vida del proyecto, desde la exploración hasta la clausura de minas, incluyendo valoración de activos mineros, planificación estratégica, proyectos de explotación a cielo abierto y en subterráneo, proyectos de restauración y direcciones de obra.
- Agapito Associates, Inc., empresa norteamericana de amplia experiencia en la consultoría e ingeniería geológico-minera que no sólo actúa como consultora sino también como auditora dentro del marco de los códigos internacionales JORC y 43-101.
- SRK Consulting es un grupo de consultoría internacional independiente que brinda asesoramiento y soluciones enfocadas a la industria minera y de recursos hídricos. Ofreciendo servicios desde la exploración hasta el cierre de minas. También como auditora dentro del marco de los códigos internacionales JORC y 43-101.

FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 55/108



- CSA Global es una consultoría internacional independiente experta en todo lo relacionado con minería, con más de 7.500 proyectos realizados en 130 países en 12 idiomas. Cubre todos los aspectos de la minería desde la asesoría corporativa a la exploración, investigación, diseño, operación y clausura. También como auditora dentro del marco de los códigos internacionales JORC, SAMREC y NI 43-101.

Todas ellas disponen de personal altamente cualificado con amplia experiencia y de las herramientas informáticas, de cálculo y modelización más avanzadas del mercado, incluyendo algunas desarrolladas en el seno de las propias empresas.

Las instalaciones de estas empresas se encuentran en áreas fuera de la zona del permiso de investigación y por tanto no entran dentro de la competencia de la Administración Minera competente. Su personal tampoco trabajará en el perímetro del permiso de investigación, por lo que no ha lugar a petición de autorización de la contratación o control de su personal. Excepción son las posibles visitas técnicas que realicen al área del permiso, en cuyo caso se adoptarán las medidas de seguridad y salud adecuadas al personal de visita



Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025	
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 56/108	

3 PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN

3.1 DESARROLLO Y LÓGICA DE LAS LABORES DE INVESTIGACIÓN

El permiso de investigación se solicita para tres años durante los cuales se deberán llevar a cabo las acciones descritas en el presente proyecto, así como aquellas nuevas operaciones o trabajos que surgiesen en consecuencia de los datos y resultados de las investigaciones llevadas a cabo. Como ya se ha comentado, es difícil hacer una previsión exacta de los trabajos a realizar con sus características específicas. A parte del progreso en el espacio de los trabajos de campo, está la secuenciación del trabajo científico propiamente dicho en sus distintas etapas lógicas, dada dicha secuencia por la necesidad de tener una información para tomar decisiones y plantear el siguiente paso en el estudio. Así la lógica investigadora científica (que hemos esbozado en apartados anteriores) nos dice que:

1. Se ha de empezar por una labor de gabinete, de recopilación de información existente y estudio de la misma y en función de ella plantear el conocimiento existente y el conocimiento a adquirir y decidir con qué métodos.
2. Un segundo paso sería el reconocimiento de campo para hacer la cartografía geológica, aplicando técnicas de investigación en la superficie capaces de detectar la presencia de cuerpos mineralizados, como toma de muestras directas en afloramientos y geoquímica de sedimentos de arroyos.
3. Para adquirir conocimiento sobre las estructuras mineralizadas no aflorantes o no visibles en superficie, se realizará la campaña de geofísica aerotransportada. Las zonas donde realizarla y los métodos a utilizar dependerán del conocimiento adquirido en los dos pasos anteriores.
4. Dado que la geofísica y la geoquímica son métodos indirectos, se necesita de la adquisición de un conocimiento más seguro, para lo cual se efectúan sondeos con extracción de testigo. La ubicación de los sondeos se decide en función del resultado de los pasos anteriores. Solo en los casos que se pretenda reconocer la extensión de una estructura mineraliza ya conocida se podrá dar una idea aproximada de la ubicación del sondeo.
5. Se analizan las muestras obtenidas y en función de los resultados de dichos análisis y de toda la información anteriormente recopilada, se plantean nuevos trabajos en la zona o se da por concluida la investigación.

Esta lógica contrasta gravemente con el establecimiento *a priori* de los lugares exactos donde situar perfiles geoquímicos, geofísicos y sondeos. Si la ubicación de sondeos necesita de la previa geofísica y ésta del previo análisis de la información existente y resultados de la campaña geoquímica, y todo esto no se ha realizado por no tener, precisamente, un Permiso de Investigación; presentar en el presente proyecto de investigación dichas exactas

FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 57/108



ubicaciones tiene un alto riesgo de no corresponder con una zona de interés en la investigación, así como en otras zonas donde se revele la necesidad de realizar estos trabajos, no estén recogidas ubicaciones para los mismos en el proyecto de investigación.

Si a todo ello se le suman impedimentos técnicos para la realización física de los trabajos como puede ser una topografía inadecuada, una imposibilidad de acceso, u otros condicionantes del medio que sólo se mostrarán en el momento de visitar los emplazamientos, es fácil comprender la dificultad de una planificación exacta y *a priori* de los sondeos. Solo hay una cierta certidumbre con los 7 sondeos de la campaña planteada a partir del conocimiento actual. No obstante, conviene recalcar que las coordenadas mostradas en la Tabla 5 son aproximadas y que la ubicación definitiva podrá cambiar en función de las condiciones del terreno y del correcto y detallado análisis de la información minera existente.

Este aparente problema, que ha dado lugar a numerosas discusiones en ámbitos ajenos a la actividad minera, pero con influencia en su gestión, no lo es tal en la propia legislación minera cuya intención es fomentar la investigación en conformidad con la necesidad reglada de poner de manifiesto y definir nuevos Recursos Mineros, en coherencia con los artículos 63 y 78 del Real Decreto 2857/1978, de 25 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento General para el régimen de la minería:

Art.63.- El permiso de investigación concede a su titular el derecho a realizar dentro del perímetro demarcado y durante el plazo de vigencia del mismo los estudios y trabajos encaminados a poner de manifiesto y definir uno o varios recursos de la Sección C)[...] y a que, una vez definidos por la investigación realizada y demostrado que son susceptibles de racional aprovechamiento, se le otorgue la correspondiente concesión de explotación de los mismos.

Art.78.- El titular de un permiso de investigación podrá realizar en el terreno que éste comprenda cuantas labores, debidamente autorizadas, se precisen para el mejor conocimiento de los posibles recursos [...].

Estos dos artículos dicen claramente que el titular del derecho podrá realizar cuantos estudios, trabajos y labores crea conveniente para el conocimiento y la definición del recurso, eso sí, informando a la Administración para su autorización.

Por otro lado, en el artículo 66 del Real Decreto 2857/1978 se establece que se deberá aportar, entre otra documentación, el *Proyecto de Investigación* (tal cual es el caso presente) que [...] constará de una Memoria explicativa del plan general de investigación que se prevé realizar, indicando el mineral o minerales a que se refiere; procedimiento y medios a emplear, especificando el equipo técnico de que dispone el solicitante [...]; programa de investigación, presupuesto de las inversiones a efectuar, plazo de ejecución y planos de situación del permiso y de las labores que se proyectan.

FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 58/108



Como bien se lee se habla de plan general sin entrar a solicitar el detalle de la misma, medios y equipos técnicos para conocer si dispone de la capacidad y plano de las labores que se refiere a la descripción de las mismas. En ningún momento habla de la descripción exacta y ubicación de las mismas, cosa que se revela casi imposible a priori.

La cuestión queda definitivamente zanjada con las sentencias 404/2016 - STSJ NA 864/2016, 373/2016 - STSJ NA 912/2016 y 391/2016 - STSJ NA 919/2016 del Tribunal Superior de Justicia – Sala de lo Contencioso que sientan jurisprudencia al contemplar las tres que:

[...] en un proyecto de investigación de recursos mineros no se aprueba la realización de sondeos concretos en ubicaciones concretas pues es imposible que en el momento de presentar el proyecto de investigación la empresa conozca las ubicaciones precisas de los sondeos, extremo este que es corroborado por la pericial aportada por Geoalcali, sin que haya sido desvirtuada por la parte actora, sin perjuicio de que además, de exigirse tanta exactitud se alargarían los plazos en demasía. En todo caso, de la prueba practicada se colige que la variación en la ubicación de los sondeos no supone en modo alguno una modificación sustancial de los permisos de investigación en este apartado que genere inseguridad o indefensión desde el punto de vista medioambiental.

No obstante, todo lo anteriormente expuesto, sí es cierto que en vista de los conocimientos disponibles del personal de GREEN MINERALS RESOURCES, S.L. en la zona, se está en condiciones de determinar en el presente proyecto los trabajos que se consideran más adecuados y sus ubicaciones justificadas al presente momento, pero que se ha de ser consciente de su posible variación en función del progreso de la investigación y de los datos que se vayan de ella obteniendo.

La conjugación entre esta variabilidad de los trabajos con el proceso de información y autorización de la Administración Minera se consigue mediante dos medios:

- a) El presente Proyecto de Investigación, donde se describen las actividades a realizar, su operativa y su magnitud, de forma que la Administración Minera tiene criterios para su autorización en cualquier ubicación dentro de la superficie del permiso o en su caso poner las restricciones o condicionantes que considere.
- b) El Plan de Labores inicial y sucesivos anuales, tal como describe el artículo 75 punto 2 y punto 3 del Real Decreto 2857/1978 que incluyen *“informe completo de los estudios, reconocimientos y demás trabajos efectuados durante el año anterior y el plan de inversión para el año siguiente [...]”*.

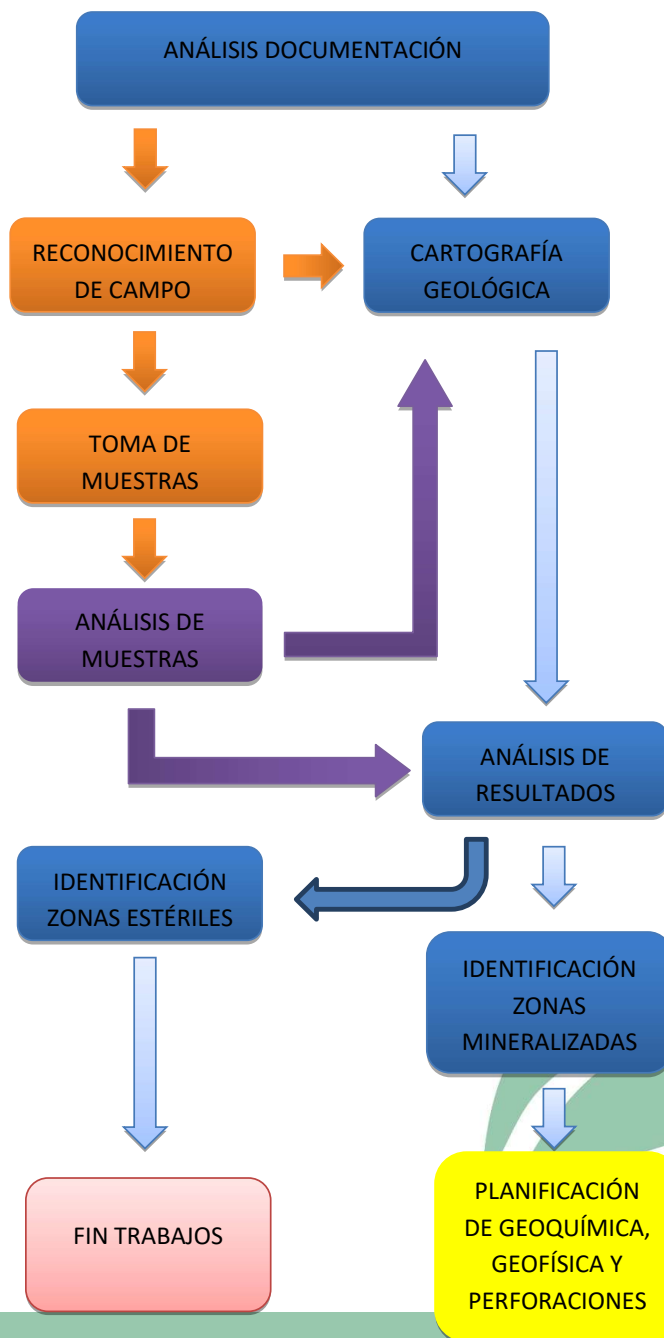
Obviamente todo cambio respecto a esta planificación se plasmará en los Planes de Labores Anuales, así como en los anexos que correspondan y en comunicaciones e informes a la Sección de Minas de Jaén.

FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 59/108



3.2 TRABAJOS A REALIZAR DURANTE EL PRIMER AÑO DE LABORES

Como se ha comentado, el presente permiso de investigación forma parte de un proyecto exploratorio de mayor alcance. Por otro lado, la información previa en la zona del permiso es aún escasa, a expensas de la consulta de los archivos históricos, y no hay explotaciones recientes que hubiesen dejado una información detallada. Por ello las labores de consulta de documentación y exploración de campo y cartografía geológica son cruciales para la toma de decisión de continuar con la investigación en actividades de mayor alcance. El siguiente diagrama muestra la relación existente y fases de aplicación de las actividades enmarcadas en el programa exploratorio presentado.



Siguiendo este esquema, durante el primer año se prevé realizar:

- Localización, recopilación y reinterpretación de la información proveniente de los trabajos desarrollados por empresas y administraciones públicas si existiesen. Se pondrá especial atención a la información que se pudiese obtener de las antiguas labores mineras existentes. Se intentará localizar los planos detallados de las labores mineras antiguas.
- Inicio de los reconocimientos de campo para generar un mapa geológico/minero detallado a escalas 1:10.000 y menores. La idea es iniciar estos reconocimientos en las zonas identificadas como de mayor interés por su proximidad a zonas ya identificadas como mineralizadas. Se hará especial hincapié en la caracterización de los sistemas de fractura/falla que controlan las mineralizaciones.
- Análisis de roca de afloramientos y de mineralización reconocida.
- Realización de la geofísica eléctrica aerotransportada.
- Realización de campañas de geoquímica de arroyos.
- Inventario de puntos de agua y caracterización geoquímica de las aguas del P.I. y su entorno.
- Digitalización de la información cartográfica, así como de sondeos de que se disponga y que se localizasen, así como de la información de campañas geofísicas y geoquímicas que hubieran sido realizadas anteriormente. Integración con la información generada en ese primer año en un GIS. Estimación de potencial minero y generación de objetivos a investigar.

3.3 TRABAJOS A REALIZAR DURANTE EL SEGUNDO AÑO DE LABORES

Si los resultados del año anterior lo justificasen, se procedería a la realización de los siguientes trabajos:

- Completar el reconocimiento geológico-minero a escala 1:2.500.
- Generar el modelo hidrogeológico del P.I. y de su entorno. Análisis de aguas de puntos singulares para su seguimiento.
- Campaña de geofísica de superficie.
- Realización de 4 sondeos de recuperación de testigo en la investigación de capas próximas a las ya conocidas, para su posible extensión y reconocimiento de macizos inexplorados.
- Análisis de roca de testigos de sondeos y de afloramientos y mineralización reconocida en restos de labores mineras.
- Integración de la información generada en el SIG, actualización del modelo 3D del P.I. y primera estimación de recursos de mineral.

FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 61/108



3.4 TRABAJOS A REALIZAR DURANTE EL TERCER AÑO DE LABORES

Finalmente se procedería a la realización en este tercer año, y en virtud de los resultados del segundo año e información conseguida hasta el momento, a la realización de los siguientes trabajos:

- Realización de 3 sondeos de recuperación de testigo en la investigación de capas próximas a las ya conocidas.
- Análisis de aguas de puntos singulares para su seguimiento y actualización del modelo hidrogeológico del P.I. y su entorno.
- Análisis físico-químicos, mineralógicos de muestras de mineralización de los sondeos.
- Análisis y estudio geotécnico del macizo rocoso a partir de testigos de sondeos.
- Integración de la información generada en el SIG, modelización final y análisis de recursos minerales del P.I. Estimación final de los recursos de mineral y potencial minero real del P.I.

3.5 PRORROGA DEL PERMISO DE INVESTIGACIÓN

Al momento actual de la redacción del presente proyecto partimos de un planteamiento original de desconocimiento desde el que pretendemos, precisamente, adquirir un conocimiento. Por ello desconocemos que particularidades o dificultades técnicas dadas por el terreno, la geología, etc. pueden aparecer y dificultar o retrasar los trabajos planeados. A esto se añaden imprevistos tales como inclemencias meteorológicas, averías de los equipos de sondeos, tiempos de obtención de autorizaciones administrativas locales y/o privadas de ocupación de terrenos, etc. Por ello, en caso de alargarse los trabajos de investigación o crecer la complejidad de esta de forma que fuese necesario un mayor tiempo para completar la investigación, no se descarta la posibilidad de solicitar prórroga del permiso de investigación. También se solicitará en el caso de completar la investigación y, siendo esta positiva, se necesite de más tiempo para realizar la evaluación técnico-económica de una futura explotación minera.



FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 62/108



3.6 CRONOGRAMA DE BARRAS DE LAS ACTIVIDADES PROYECTADAS.

3.6.1 Primer año de permiso

ACTIVIDAD	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Localización, recopilación y reinterpretación de la información proveniente de los trabajos desarrollados por empresas y administraciones públicas												
Digitalización de la información cartográfica y de campañas de investigación realizadas anteriormente.												
Inicio de los reconocimientos de campo para generar un mapa geológico/minero detallado a escala 1:10.000.												
Realización de sondeos con recuperación de testigo.												
Análisis de roca de testigos de sondeos y de afloramientos y mineralización												
Realización de la geofísica eléctrica aerotransportada.												
Realización de campañas de geoquímica de arroyos.												
Inventario de puntos de agua y caracterización geoquímica de las aguas del P.I. y su entorno.												

3.6.2 Segundo año de permiso

ACTIVIDAD	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Completar el reconocimiento geológico-minero a escala 1:2.500.												
Campaña de geofísica de superficie												
Generar el modelo hidrogeológico del P.I. y de su entorno. Análisis de aguas de puntos singulares para su seguimiento.												
Realización de sondeos con recuperación de testigo.												
Análisis de roca de testigos de sondeos y de afloramientos y mineralización												
Integración de la información generada en el SIG, actualización del modelo 3D del P.I. y primera estimación de recursos de mineral.												



3.6.3 Tercer año de permiso

ACTIVIDAD	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Realización de campaña de perforación con recuperación de testigo.												
Análisis de roca de testigos de sondeos de investigación.												
Análisis de aguas de puntos singulares para su seguimiento y actualización del modelo hidrogeológico del P.I. y su entorno.												
Análisis físico-químicos, mineralógicos y otros de muestras de mineralización.												
Análisis y estudio geotécnico del macizo rocoso a partir de testigos de sondeos.												
Integración de la información generada en el SIG. Estimación final de los recursos de mineral y potencial minero real del P.I.												



4 PRESUPUESTO

Resulta difícil y prematuro anticipar un presupuesto económico en esta fase debido a las contingencias a considerar, la variabilidad a la que están sujetas las operaciones por su condicionamiento a las labores previas y el desconocimiento de las profundidades verdaderas que alcanzaran los sondeos a realizar, parte de lo cual ya se ha comentado en los puntos 2.3 y 2.4. Por ello para la elaboración del presupuesto, vamos a seguir lo expuesto en el capítulo 3.

En todo caso presupuesto y actividades se irán determinando y fijando con mayor precisión en los Planes de Labores Anuales.

4.1 PRESUPUESTO PRIMER AÑO

	Concepto	Unidad	Cantidad	€/ud	Subtotal (€)	Totales (€)
0. PARTIDAS GENERALES						
0.1	Administración del Proyecto Parte proporcional de actividades administrativas por la empresa, incluso costes de gestión, de las actividades económicas, fiscales, de recursos humanos, etc. generadas por la gestión del proyecto y medios a él asignado.	Mes	12	1.300,00	15.600,00	
0.2	Instalaciones de investigación Alquiler de naves y oficinas para almacenamiento de testigos de perforación, logging, preparación de muestras y resto de actividades relacionadas. (MISMAS PI ORION)	Mes	0	3.200,00	0,00	
0.3	Acondicionamiento de instalaciones de investigación	P.A.	0	6.550,00	0,00	



	Acondicionamiento de nave y oficinas para su uso consistente en limpieza industrial general, revisión eléctrica, reposición de elementos y desperfectos, señalización de seguridad según legislación vigente, revisión y recarga de extintores, altas de servicios (luz, gas, telefonía), instalación de internet y telecomunicaciones y resto de medidas necesarias para acondicionarlas al uso que se le va a dar. (MISMAS PI ORION)				
0.4	Equipamiento de nave y oficinas Equipamiento de nave y oficinas consistente en caballetes para logging, herramienta y maquinaria de preparación de muestras, muebles y estantes de almacenamiento, transpalet y resto de medios necesarios. (MISMAS PI ORION)	P.A.	0	12.000,00	0,00
0.5	Equipamiento informático Equipamiento informático compuesto por 2 ordenadores torre y 2 portátiles, más periféricos, software generalista y específico (CAD, DATAMINE), incluso p.p. de asesoramiento informático. (MISMAS PI ORION)	P.A.	0	34.600,00	0,00
0.6	Servicio de impresión Servicio de impresión de documentos A4/A3, B/N y color, mediante alquiler mensual con número limitado de copias. (MISMAS PI ORION)	Mes	0	80	0,00
0.7	Suministros de instalaciones de investigación Suministros de electricidad, gas, agua y tasas municipales. (MISMAS PI ORION)	Mes	0	300	0,00
0.8	Seguridad e Higiene laboral	Mes	12	50	600,00



	Asesoría y apoyo de Servicio de Prevención Ajeno a la Dirección Facultativa, más labores de inspección y p.p. de reconocimientos médicos, ergonomía y medicina en el trabajo.				
0.9	Vehículos todoterreno Alquiler de vehículos todoterreno tipo pick-up, para trabajos en campo.	Mes	12	450	5.400,00
0.10	Furgoneta de transporte Alquiler de furgoneta de transporte para transporte de cajas de testigos.	Mes	12	300	3.600,00
0.11	Combustible vehículos Combustible para todoterreno, supuestos dos repostajes por mes de 70 l de gasoil.	l	4.480,00	1,4	6.272,00
0.12	Tasas y cánones	P.A.	0,5	15.000,00	7.500,00
TOTAL CAPÍTULO:					38.972,00

1. PERSONAL INVESTIGADOR

1.1	Dirección Técnica y Facultativa Dirección Técnica y Facultativa del proyecto por titulado competente según la ITC 02.0.01 «Directores Facultativos», incluidos costes de seguridad social, IRPF y resto de costes y tasas a cargo de la empresa.	Mes	12	6.504,40	78.052,80
1.2	Geólogo Senior Geólogo Senior con más de 15 años de experiencia en el campo de la minería y geología de campo, incluidos costes de seguridad social, IRPF y resto de costes y tasas a cargo de la empresa.	Mes	12	6.504,40	78.052,80
1.3	Geólogo Junior Geólogo Junior con conocimientos en el campo de la minería y geología de campo, incluidos costes de seguridad social, IRPF y resto de costes y tasas a cargo de la empresa.	Mes	10	4.083,33	40.833,30
1.4	Consultor externo a tiempo parcial	Día	5	985,2	4.926,00



	Consultor externo Senior a tiempo parcial en materias de geología, hidrogeología, geotecnia, minería, mineralogía, etc. con conocimiento y experiencia validados en su campo, incluidas dietas, desplazamientos, costes de seguridad social, IRPF y resto de costes y tasas a cargo de la empresa.				
1.5	Operarios 2 Operarios para labores auxiliares en tareas de investigación en campo, preparación de muestras y demás actividades auxiliares incluidos costes de seguridad social, IRPF y resto de costes y tasas a cargo de la empresa.	Mes	10	2.250,00	22.500,00
1.6	Dietas y manutención Coste de dietas y manutención por desplazamiento de técnicos.	Mes	34	1.000,00	34.000,00
TOTAL CAPÍTULO:		258.364,90			
2. INVESTIGACIÓN DE CAMPO					
2.1	Recopilación de información Costes de realización de fotocopias y escaneados, pagos de tasas, adquisición de libros, manuales y otros documentos, incluido p.p. de desplazamientos, dietas y alojamientos y costes indirectos.	P.A.	1	6.000,00	6.000,00
2.2	Equipamiento para reconocimiento de campo para cartografía geológica Compra de mapas, brújula, inclinómetro, lupa geológica, GPS de mano incluido p.p. de costes indirectos.	P.A.	1	600	600,00
2.3	Campaña de Geofísica aerotransportada Campaña de vuelo mediante dron para la toma de diversos datos geofísicos realizada por empresa especializada, incluidas licencias de vuelos, desplazamiento y montaje de equipos, toma de medidas, depuración de datos y primer análisis de los mismos, incluso p.p. de costes indirectos.	P.A.	1	50.000,00	50.000,00



2.4	Campaña de Geofísica de superficie Campaña de geofísica eléctrica en superficie realizada por empresa especializada, incluido, desplazamiento y montaje de equipos, toma de medidas, depuración de datos y primer análisis de los mismos, incluso p.p. de costes indirectos.	P.A.	0	60.000,00	0,00
2.5	Campaña de Geoquímica de superficie Toma de muestras por personal propio en arroyos y depósitos de sedimentos y análisis de los mismos, incluida preparación de las muestras, envasado y envío a laboratorio acreditado.	Ud	90	60	5.400,00
2.6	Preparación de plataforma de trabajo y balsas para sondeos Preparación de plataforma de trabajo y balsas mediante retroexcavadora mixta, con acopio de las tierras de excavación junto a la plataforma, incluso p.p. de costes indirectos.	Ud.	0	3.000,00	0,00
2.7	Transporte e implantación de perforadora en proyecto Transporte y descarga de perforadora en proyecto, incluso p.p. de costes indirectos.	Ud.	0	1.500,00	0,00
2.8	Desplazamiento de perforadora entre sondeos Desplazamiento de la perforadora por sus propios medios entre dos puntos de sondeo, incluido traslado mediante camión pluma de varillaje, fungible, contenedor de herramienta y resto de materiales y equipos, incluido p.p. de costes indirectos.	Ud.	0	1.200,00	0,00
2.9	Perforación de sondeos con recuperación de testigo	m	0	130	0,00



	Ejecución de sondeos con recuperación de testigo sobre los puntos indicados por el Proyecto de Investigación, con el método wire-line, con un mínimo de recuperación del 95%, colocación del testigo en cajas, incluido costes de fungible y varillaje, combustible, mantenimiento y p.p. de costes indirectos.				
	Desplazamiento de perforadora entre sondeos 2ª campaña Segunda campaña de sondeos en función de los resultados de la primera. Desplazamiento de la perforadora por sus propios medios entre dos puntos de sondeo, incluido traslado mediante camión pluma de varillaje, fungible, contenedor de herramienta y resto de materiales y equipos, incluido p.p. de costes indirectos.	Ud.	0	1.200,00	0,00
	Perforación de sondeos con recuperación de testigo 2ª campaña Segunda campaña de sondeos en función de los resultados de la primera. Ejecución de sondeos con recuperación de testigo sobre los puntos indicados por el Proyecto de Investigación, con el método wire-line, con un mínimo de recuperación del 95%, colocación del testigo en cajas, incluido costes de fungible y varillaje, combustible, mantenimiento y p.p. de costes indirectos.	m	0	130	0,00
2.10	Cajas para testigos Cajas de madera especiales para testigos de roca, con 3 y 4 divisiones para diámetros PQ, HQ, NQ y BQ, incluso transporte y p.p. de costes indirectos.	Ud	0	15	0,00
2.11	Restauración de punto de perforación, concluidos los trabajos	Ud.	0	2.500,00	0,00



	Trabajo de acondicionamiento topográfico del terreno con retroexcavadora mixta, retirada de residuos a gestor autorizado y revegetación con especies autóctonas de la zona, en caso de ser necesario, incluido p.p. de costes indirectos.				
2.12	Análisis de roca de testigos de sondeos y de afloramientos y mineralización Preparación y envío de muestras de testigos a laboratorio acreditado para análisis de las mismas, contabilizando al menos 20 muestras por testigo y cumpliendo todos los requisitos del QA/QC según estándares internacionales.	Ud.	0	40	0,00
2.13	Hidrogeología Realización de estudio bibliográfico de la hidrogeología de la zona realizada por empresa especialista, incluyendo primera confrontación de datos teóricos con el campo y toma de muestras y aforos, incluidos análisis de laboratorio, desplazamiento de equipos y p.p. de costes indirectos.	P.A.	0,5	36.000,00	18.000,00
2.14	Topografía Jornada de topografía para asistencia en geofísica, geoquímica, ubicación de sondeos y demás trabajos auxiliares, por empresa especialista, incluido p.p. de costes indirectos.	Día	14	350	4.900,00
TOTAL CAPÍTULO:					84.900,00
3. TRABAJOS DE GABINETE					
3.1	Digitalización de documentación Digitalización en coordenadas de planos y croquis.	P.A.	0,7	6.000,00	4.200,00
3.2	Construcción de modelo geológico inicial	Ud	1	49.280,00	49.280,00



	Construcción de modelo geológico inicial 3-D a partir de la cartografía geológica publicada y de datos bibliográficos y de investigaciones históricas, realizado por empresa especialista, incluso p.p. de costes indirectos.				
3.3	Actualización de modelo geológico inicial Actualización de modelo geológico inicial 3-D con los datos que se vayan obteniendo durante el desarrollo de la investigación (geoquímicos, geofísicos, análisis de muestras y perforaciones), realizado por empresa especialista, incluso p.p. de costes indirectos.	Ud	0	20.000,00	0,00
3.4	Modelización de Recursos y Reservas Modelización de recursos y reservas a partir del modelo geológico obtenido, realizado por empresa especialista, incluso p.p. de costes indirectos.	P.A.	0	49.280,00	0,00
3.5	Competent Person Revisión de los modelos geológicos y de Recursos y Reservas por Competent Person internacional según criterios de códigos internacionales JORC / NI 43-101, incluso equipo asesor, viajes desde el extranjero y estancias, creación de modelo geológico y de recursos a partir de los mismos datos para contraste, reinterpretaciones, análisis de contrastes de muestras y demás actividades necesarias.	P.A.	0	400.000,00	0,00
3.6	Visado Gastos de visado de proyectos y planes de labores.	Ud	2	2.500,00	5.000,00
TOTAL CAPÍTULO:					58.480,00

TOTAL:	440.716,90
---------------	-------------------

FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 72/108



El presupuesto destinado a trabajos sobre el propio campo es de 84.900,00 €, trabajos de gabinete externos de 58.480,00 € y 258.364,93 € de equipo investigador.

4.2 PRESUPUESTO SEGUNDO AÑO

	Concepto	Unidad	Cantidad	€/ud	Subtotal (€)	Totales (€)
0. PARTIDAS GENERALES						
0.1	Administración del Proyecto Parte proporcional de actividades administrativas por la empresa, incluso costes de gestión, de las actividades económicas, fiscales, de recursos humanos, etc. generadas por la gestión del proyecto y medios a él asignado.	Mes	12	1.300,00	15.600,00	
0.2	Instalaciones de investigación Alquiler de naves y oficinas para almacenamiento de testigos de perforación, logging, preparación de muestras y resto de actividades relacionadas. (MISMAS PI ORION)	Mes	0	3.200,00	0,00	
0.3	Acondicionamiento de instalaciones de investigación Acondicionamiento de nave y oficinas para su uso consistente en limpieza industrial general, revisión eléctrica, reposición de elementos y desperfectos, señalización de seguridad según legislación vigente, revisión y recarga de extintores, altas de servicios (luz, gas, telefonía), instalación de internet y telecomunicaciones y resto de medidas necesarias para acondicionarlas al uso que se le va a dar. (MISMAS PI ORION)	P.A.	0	6.550,00	0,00	
0.4	Equipamiento de nave y oficinas Equipamiento de nave y oficinas consistente en caballetes para logging, herramienta y maquinaria de preparación de muestras, muebles y estantes de almacenamiento, transpalet y resto de medios necesarios. (MISMAS PI ORION)	P.A.	0	12.000,00	0,00	
0.5	Equipamiento informático	P.A.	0	34.600,00	0,00	



	Equipamiento informático compuesto por 2 ordenadores torre y 2 portátiles, más periféricos, software generalista y específico (CAD, DATAMINE), incluso p.p. de asesoramiento informático. (MISMAS PI ORION)				
0.6	Servicio de impresión Servicio de impresión de documentos A4/A3, B/N y color, mediante alquiler mensual con número limitado de copias. (MISMAS PI ORION)	Mes	0	80	0,00
0.7	Suministros de instalaciones de investigación Suministros de electricidad, gas, agua y tasas municipales. (MISMAS PI ORION)	Mes	0	300	0,00
0.8	Seguridad e Higiene laboral Asesoría y apoyo de Servicio de Prevención Ajeno a la Dirección Facultativa, más labores de inspección y p.p. de reconocimientos médicos, ergonomía y medicina en el trabajo.	Mes	12	50	600,00
0.9	Vehículos todoterreno Alquiler de vehículos todoterreno tipo pick-up, para trabajos en campo.	Mes	12	450	5.400,00
0.10	Furgoneta de transporte Alquiler de furgoneta de transporte para transporte de cajas de testigos.	Mes	12	300	3.600,00
0.11	Combustible vehículos Combustible para todoterreno, supuestos dos repostajes por mes de 70 l de gasoil.	l	4.480,00	1,4	6.272,00
0.12	Tasas y cánones	P.A.	0,25	15.000,00	3.750,00
TOTAL CAPÍTULO:			35.222,00		
1. PERSONAL INVESTIGADOR					
1.1	Dirección Técnica y Facultativa Dirección Técnica y Facultativa del proyecto por titulado competente según la ITC 02.0.01 «Directores Facultativos», incluidos costes de seguridad social, IRPF y resto de costes y tasas a cargo de la empresa.	Mes	12	6.504,40	78.052,80
1.2	Geólogo Senior	Mes	12	6.504,40	78.052,80



	Geólogo Senior con más de 15 años de experiencia en el campo de la minería y geología de campo, incluidos costes de seguridad social, IRPF y resto de costes y tasas a cargo de la empresa.				
1.3	Geólogo Junior Geólogo Junior con conocimientos en el campo de la minería y geología de campo, incluidos costes de seguridad social, IRPF y resto de costes y tasas a cargo de la empresa.	Mes	12	4.083,33	48.999,96
1.4	Consultor externo a tiempo parcial Consultor externo Senior a tiempo parcial en materias de geología, hidrogeología, geotecnia, minería, mineralogía, etc. con conocimiento y experiencia validados en su campo, incluidas dietas, desplazamientos, costes de seguridad social, IRPF y resto de costes y tasas a cargo de la empresa.	Día	20	985,2	19.704,00
1.5	Operarios 2 Operarios para labores auxiliares en tareas de investigación en campo, preparación de muestras y demás actividades auxiliares incluidos costes de seguridad social, IRPF y resto de costes y tasas a cargo de la empresa.	Mes	24	2.250,00	54.000,00
1.6	Dietas y manutención Coste de dietas y manutención por desplazamiento de técnicos.	Mes	72	1.000,00	72.000,00
TOTAL CAPÍTULO:		350.809,56			
2. INVESTIGACIÓN DE CAMPO					
2.1	Recopilación de información Costes de realización de fotocopias y escaneados, pagos de tasas, adquisición de libros, manuales y otros documentos, incluido p.p. de desplazamientos, dietas y alojamientos y costes indirectos.	P.A.	0	6.000,00	0
2.2	Equipamiento para reconocimiento de campo para cartografía geológica Compra de mapas, brújula, inclinómetro, lupa geológica, GPS de mano incluido p.p. de costes indirectos.	P.A.	0	600	0



2.3	Campaña de Geofísica aerotransportada Campaña de vuelo mediante dron para la toma de diversos datos geofísicos realizada por empresa especializada, incluidas licencias de vuelos, desplazamiento y montaje de equipos, toma de medidas, depuración de datos y primer análisis de los mismos, incluso p.p. de costes indirectos.	P.A.	0	50.000,00	0
2.4	Campaña de Geofísica de superficie Campaña de geofísica eléctrica en superficie realizada por empresa especializada, incluido, desplazamiento y montaje de equipos, toma de medidas, depuración de datos y primer análisis de los mismos, incluso p.p. de costes indirectos.	P.A.	1	60.000,00	60000
2.5	Campaña de Geoquímica de superficie Toma de muestras por personal propio en arroyos y depósitos de sedimentos y análisis de los mismos, incluida preparación de las muestras, envasado y envío a laboratorio acreditado.	Ud	0	60	0
2.6	Preparación de plataforma de trabajo y balsas para sondeos Preparación de plataforma de trabajo y balsas mediante retroexcavadora mixta, con acopio de las tierras de excavación junto a la plataforma, incluso p.p. de costes indirectos.	Ud.	4	3.000,00	12000
2.7	Transporte e implantación de perforadora en proyecto Transporte y descarga de perforadora en proyecto, incluso p.p. de costes indirectos.	Ud.	1	1.500,00	1500
2.8	Desplazamiento de perforadora entre sondeos	Ud.	3	1.200,00	3600



	Desplazamiento de la perforadora por sus propios medios entre dos puntos de sondeo, incluido traslado mediante camión pluma de varillaje, fungible, contenedor de herramienta y resto de materiales y equipos, incluido p.p. de costes indirectos.				
2.9	Perforación de sondeos con recuperación de testigo Ejecución de sondeos con recuperación de testigo sobre los puntos indicados por el Proyecto de Investigación, con el método wire-line, con un mínimo de recuperación del 95%, colocación del testigo en cajas, incluido costes de fungible y varillaje, combustible, mantenimiento y p.p. de costes indirectos.	m	1.875	130	243750
	Desplazamiento de perforadora entre sondeos 2ª campaña Segunda campaña de sondeos en función de los resultados de la primera. Desplazamiento de la perforadora por sus propios medios entre dos puntos de sondeo, incluido traslado mediante camión pluma de varillaje, fungible, contenedor de herramienta y resto de materiales y equipos, incluido p.p. de costes indirectos.	Ud.	0	1.200,00	0
	Perforación de sondeos con recuperación de testigo 2ª campaña Segunda campaña de sondeos en función de los resultados de la primera. Ejecución de sondeos con recuperación de testigo sobre los puntos indicados por el Proyecto de Investigación, con el método wire-line, con un mínimo de recuperación del 95%, colocación del testigo en cajas, incluido costes de fungible y varillaje, combustible, mantenimiento y p.p. de costes indirectos.	m	0	130	0
2.1 0	Cajas para testigos Cajas de madera especiales para testigos de roca, con 3 y 4 divisiones para diámetros PQ, HQ, NQ y BQ, incluso transporte y p.p. de costes indirectos.	Ud	600,00	15	9000



2.1 1	Restauración de punto de perforación, concluidos los trabajos Trabajo de acondicionamiento topográfico del terreno con retroexcavadora mixta, retirada de residuos a gestor autorizado y revegetación con especies autóctonas de la zona, en caso de ser necesario, incluido p.p. de costes indirectos.	Ud.	4	2.500,00	10000
2.1 2	Análisis de roca de testigos de sondeos y de afloramientos y mineralización Preparación y envío de muestras de testigos a laboratorio acreditado para análisis de las mismas, contabilizando al menos 20 muestras por testigo y cumpliendo todos los requisitos del QA/QC según estándares internacionales.	Ud.	80	40	3200
2.1 3	Hidrogeología Realización de estudio bibliográfico de la hidrogeología de la zona realizada por empresa especialista, incluyendo primera confrontación de datos teóricos con el campo y toma de muestras y aforos, incluidos análisis de laboratorio, desplazamiento de equipos y p.p. de costes indirectos.	P.A.	0,25	36.000,00	9000
2.1 4	Topografía Jornada de topografía para asistencia en geofísica, geoquímica, ubicación de sondeos y demás trabajos auxiliares, por empresa especialista, incluido p.p. de costes indirectos.	Día	36	350	12600
TOTAL CAPÍTULO:		364.650,00			
3. TRABAJOS DE GABINETE					
3.1	Digitalización de documentación Digitalización en coordenadas de planos y croquis.	P.A.	0,15	6.000,00	900
3.2	Construcción de modelo geológico inicial Construcción de modelo geológico inicial 3-D a partir de la cartografía geológica publicada y de datos bibliográficos y de investigaciones históricas, realizado por empresa especialista, incluso p.p. de costes indirectos.	Ud	0	49.280,00	0



3.3	Actualización de modelo geológico inicial Actualización de modelo geológico inicial 3-D con los datos que se vayan obteniendo durante el desarrollo de la investigación (geoquímicos, geofísicos, análisis de muestras y perforaciones), realizado por empresa especialista, incluso p.p. de costes indirectos.	Ud	2	20.000,00	40000
3.4	Modelización de Recursos y Reservas Modelización de recursos y reservas a partir del modelo geológico obtenido, realizado por empresa especialista, incluso p.p. de costes indirectos.	P.A.	0	49.280,00	0
3.5	Competent Person Revisión de los modelos geológicos y de Recursos y Reservas por Competent Person internacional según criterios de códigos internacionales JORC / NI 43-101, incluso equipo asesor, viajes desde el extranjero y estancias, creación de modelo geológico y de recursos a partir de los mismos datos para contraste, reinterpretaciones, análisis de contrastes de muestras y demás actividades necesarias.	P.A.	0	400.000,00	0
3.6	Visado Gastos de visado de proyectos y planes de labores.	Ud	1	2.500,00	2500
TOTAL CAPÍTULO:		43.400,00			

TOTAL:	794.081,56
---------------	-------------------

El presupuesto destinado a trabajos sobre el propio campo es de 364.650,00 €, trabajos de gabinete externos de 43.400,00 € y 350.809,56 € de equipo investigador.



4.3 PRESUPUESTO TERCER AÑO

	Concepto	Unidad	Cantidad	€/ud	Subtotal (€)	Totales (€)
0. PARTIDAS GENERALES						
0.1	Administración del Proyecto Parte proporcional de actividades administrativas por la empresa, incluso costes de gestoría, de las actividades económicas, fiscales, de recursos humanos, etc. generadas por la gestión del proyecto y medios a él asignado.	Mes	12	1.300,00	15.600,00	
0.2	Instalaciones de investigación Alquiler de naves y oficinas para almacenamiento de testigos de perforación, logging, preparación de muestras y resto de actividades relacionadas. (MISMAS PI ORION)	Mes	0	3.200,00	0,00	
0.3	Acondicionamiento de instalaciones de investigación Acondicionamiento de nave y oficinas para su uso consistente en limpieza industrial general, revisión eléctrica, reposición de elementos y desperfectos, señalización de seguridad según legislación vigente, revisión y recarga de extintores, altas de servicios (luz, gas, telefonía), instalación de internet y telecomunicaciones y resto de medidas necesarias para acondicionarlas al uso que se le va a dar. (MISMAS PI ORION)	P.A.	0	6.550,00	0,00	
0.4	Equipamiento de nave y oficinas Equipamiento de nave y oficinas consistente en caballetes para logging, herramienta y maquinaria de preparación de muestras, muebles y estantes de almacenamiento, transpalet y resto de medios necesarios. (MISMAS PI ORION)	P.A.	0	12.000,00	0,00	
0.5	Equipamiento informático	P.A.	0	34.600,00	0,00	



	Equipamiento informático compuesto por 2 ordenadores torre y 2 portátiles, más periféricos, software generalista y específico (CAD, DATAMINE), incluso p.p. de asesoramiento informático. (MISMAS PI ORION)				
0.6	Servicio de impresión Servicio de impresión de documentos A4/A3, B/N y color, mediante alquiler mensual con número limitado de copias. (MISMAS PI ORION)	Mes	0	80	0,00
0.7	Suministros de instalaciones de investigación Suministros de electricidad, gas, agua y tasas municipales. (MISMAS PI ORION)	Mes	0	300	0,00
0.8	Seguridad e Higiene laboral Asesoría y apoyo de Servicio de Prevención Ajeno a la Dirección Facultativa, más labores de inspección y p.p. de reconocimientos médicos, ergonomía y medicina en el trabajo.	Mes	12	50	600,00
0.9	Vehículos todoterreno Alquiler de vehículos todoterreno tipo pick-up, para trabajos en campo.	Mes	12	450	5.400,00
0.10	Furgoneta de transporte Alquiler de furgoneta de transporte para transporte de cajas de testigos.	Mes	12	300	3.600,00
0.11	Combustible vehículos Combustible para todoterreno, supuestos dos repostajes por mes de 70 l de gasoil.	l	4.480,00	1,4	6.272,00
0.12	Tasas y cánones	P.A.	0,25	15.000,00	3.750,00
TOTAL CAPÍTULO:					35.222,00
1. PERSONAL INVESTIGADOR					
1.1	Dirección Técnica y Facultativa Dirección Técnica y Facultativa del proyecto por titulado competente según la ITC 02.0.01 «Directores Facultativos», incluidos costes de seguridad social, IRPF y resto de costes y tasas a cargo de la empresa.	Mes	12	6.504,40	78.052,80
1.2	Geólogo Senior	Mes	12	6.504,40	78.052,80



	Geólogo Senior con más de 15 años de experiencia en el campo de la minería y geología de campo, incluidos costes de seguridad social, IRPF y resto de costes y tasas a cargo de la empresa.				
1.3	Geólogo Junior Geólogo Junior con conocimientos en el campo de la minería y geología de campo, incluidos costes de seguridad social, IRPF y resto de costes y tasas a cargo de la empresa.	Mes	12	4.083,33	48.999,96
1.4	Consultor externo a tiempo parcial Consultor externo Senior a tiempo parcial en materias de geología, hidrogeología, geotecnia, minería, mineralogía, etc. con conocimiento y experiencia validados en su campo, incluidas dietas, desplazamientos, costes de seguridad social, IRPF y resto de costes y tasas a cargo de la empresa.	Día	15	985,2	14.778,00
1.5	Operarios 2 Operarios para labores auxiliares en tareas de investigación en campo, preparación de muestras y demás actividades auxiliares incluidos costes de seguridad social, IRPF y resto de costes y tasas a cargo de la empresa.	Mes	24	2.250,00	54.000,00
1.6	Dietas y manutención Coste de dietas y manutención por desplazamiento de técnicos.	Mes	72	1.000,00	72.000,00
TOTAL CAPÍTULO:					345.883,56
2. INVESTIGACIÓN DE CAMPO					
2.1	Recopilación de información Costes de realización de fotocopias y escaneados, pagos de tasas, adquisición de libros, manuales y otros documentos, incluido p.p. de desplazamientos, dietas y alojamientos y costes indirectos.	P.A.	0	6.000,00	0
2.2	Equipamiento para reconocimiento de campo para cartografía geológica Compra de mapas, brújula, inclinómetro, lupa geológica, GPS de mano incluido p.p. de costes indirectos.	P.A.	0	600	0



2.3	Campaña de Geofísica aerotransportada Campaña de vuelo mediante dron para la toma de diversos datos geofísicos realizada por empresa especializada, incluidas licencias de vuelos, desplazamiento y montaje de equipos, toma de medidas, depuración de datos y primer análisis de los mismos, incluso p.p. de costes indirectos.	P.A.	0	50.000,00	0
2.4	Campaña de Geofísica de superficie Campaña de geofísica eléctrica en superficie realizada por empresa especializada, incluido, desplazamiento y montaje de equipos, toma de medidas, depuración de datos y primer análisis de los mismos, incluso p.p. de costes indirectos.	P.A.	0	60.000,00	0
2.5	Campaña de Geoquímica de superficie Toma de muestras por personal propio en arroyos y depósitos de sedimentos y análisis de los mismos, incluida preparación de las muestras, envasado y envío a laboratorio acreditado.	Ud	0	60	0
2.6	Preparación de plataforma de trabajo y balsas para sondeos Preparación de plataforma de trabajo y balsas mediante retroexcavadora mixta, con acopio de las tierras de excavación junto a la plataforma, incluso p.p. de costes indirectos.	Ud.	3	3.000,00	9000
2.7	Transporte e implantación de perforadora en proyecto Transporte y descarga de perforadora en proyecto, incluso p.p. de costes indirectos.	Ud.	1	1.500,00	1500
2.8	Desplazamiento de perforadora entre sondeos	Ud.	2	1.200,00	2400



	Desplazamiento de la perforadora por sus propios medios entre dos puntos de sondeo, incluido traslado mediante camión pluma de varillaje, fungible, contenedor de herramienta y resto de materiales y equipos, incluido p.p. de costes indirectos.				
2.9	Perforación de sondeos con recuperación de testigo Ejecución de sondeos con recuperación de testigo sobre los puntos indicados por el Proyecto de Investigación, con el método wire-line, con un mínimo de recuperación del 95%, colocación del testigo en cajas, incluido costes de fungible y varillaje, combustible, mantenimiento y p.p. de costes indirectos.	m	1425	130	185250
	Desplazamiento de perforadora entre sondeos 2ª campaña Segunda campaña de sondeos en función de los resultados de la primera. Desplazamiento de la perforadora por sus propios medios entre dos puntos de sondeo, incluido traslado mediante camión pluma de varillaje, fungible, contenedor de herramienta y resto de materiales y equipos, incluido p.p. de costes indirectos.	Ud.	0	1.200,00	0
	Perforación de sondeos con recuperación de testigo 2ª campaña Segunda campaña de sondeos en función de los resultados de la primera. Ejecución de sondeos con recuperación de testigo sobre los puntos indicados por el Proyecto de Investigación, con el método wire-line, con un mínimo de recuperación del 95%, colocación del testigo en cajas, incluido costes de fungible y varillaje, combustible, mantenimiento y p.p. de costes indirectos.	m	0,00	130	0
2.10	Cajas para testigos Cajas de madera especiales para testigos de roca, con 3 y 4 divisiones para diámetros PQ, HQ, NQ y BQ, incluso transporte y p.p. de costes indirectos.	Ud	450,00	15	6750



2.11	Restauración de punto de perforación, concluidos los trabajos Trabajo de acondicionamiento topográfico del terreno con retroexcavadora mixta, retirada de residuos a gestor autorizado y revegetación con especies autóctonas de la zona, en caso de ser necesario, incluido p.p. de costes indirectos.	Ud.	3	2.500,00	7500
2.12	Análisis de roca de testigos de sondeos y de afloramientos y mineralización Preparación y envío de muestras de testigos a laboratorio acreditado para análisis de las mismas, contabilizando al menos 20 muestras por testigo y cumpliendo todos los requisitos del QA/QC según estándares internacionales.	Ud.	60	40	2400
2.13	Hidrogeología Realización de estudio bibliográfico de la hidrogeología de la zona realizada por empresa especialista, incluyendo primera confrontación de datos teóricos con el campo y toma de muestras y aforos, incluidos análisis de laboratorio, desplazamiento de equipos y p.p. de costes indirectos.	P.A.	0,25	36.000,00	9000
2.14	Topografía Jornada de topografía para asistencia en geofísica, geoquímica, ubicación de sondeos y demás trabajos auxiliares, por empresa especialista, incluido p.p. de costes indirectos.	Día	30	350	10500
TOTAL CAPÍTULO:			234.300,00		
3. TRABAJOS DE GABINETE					
3.1	Digitalización de documentación Digitalización en coordenadas de planos y croquis.	P.A.	0,15	6.000,00	900
3.2	Construcción de modelo geológico inicial Construcción de modelo geológico inicial 3-D a partir de la cartografía geológica publicada y de datos bibliográficos y de investigaciones históricas, realizado por empresa especialista, incluso p.p. de costes indirectos.	Ud	0	49.280,00	0



3.3	Actualización de modelo geológico inicial Actualización de modelo geológico inicial 3-D con los datos que se vayan obteniendo durante el desarrollo de la investigación (geoquímicos, geofísicos, análisis de muestras y perforaciones), realizado por empresa especialista, incluso p.p. de costes indirectos.	Ud	2	20.000,00	40000
3.4	Modelización de Recursos y Reservas Modelización de recursos y reservas a partir del modelo geológico obtenido, realizado por empresa especialista, incluso p.p. de costes indirectos.	P.A.	1	49.280,00	49280
3.5	Competent Person Revisión de los modelos geológicos y de Recursos y Reservas por Competent Person internacional según criterios de códigos internacionales JORC / NI 43-101, incluso equipo asesor, viajes desde el extranjero y estancias, creación de modelo geológico y de recursos a partir de los mismos datos para contraste, reinterpretaciones, análisis de contrastes de muestras y demás actividades necesarias.	P.A.	1	400.000,00	400000
3.6	Visado Gastos de visado de proyectos y planes de labores.	Ud	1	2.500,00	2500
TOTAL CAPÍTULO:					492.680,00

TOTAL:	1.108.085,56
---------------	---------------------

El presupuesto destinado a trabajos sobre el propio campo es de 234.300,00 €, trabajos de gabinete externos de 492.680,00 € y 345.883,56 € de equipo investigador.



4.4 SUBTOTALES.

El presupuesto total por capítulos se distribuye de la siguiente forma:

Gastos generales	109.416,00 €
Personal investigador.....	955.058,02 €
Trabajos sobre el terreno.....	683.850,00 €
Trabajos de gabinete.....	594.560,00 €

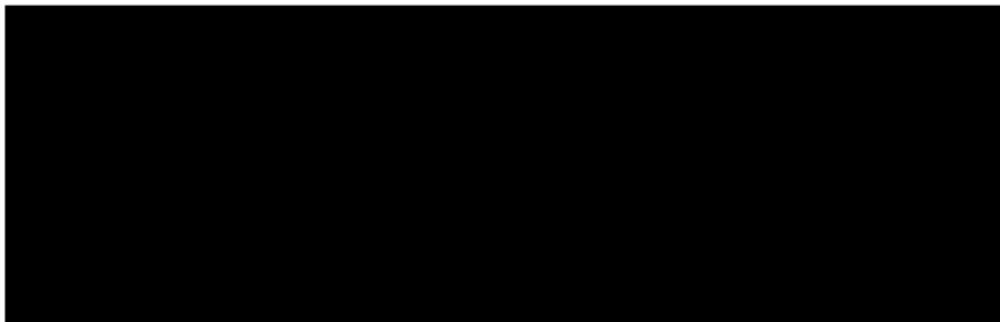
4.5 INVERSIÓN TOTAL PREVISTA.

Las inversiones a realizar en el Permiso de Investigación "MENODICE" por GREEN MINERAL RESOURCES, S.L., ascienden a:

Presupuesto previsto año 1º.....	440.716,90 €
Presupuesto previsto año 2º.....	794.081,56 €
Presupuesto previsto año 3º.....	1.108.085,56 €
TOTAL INVERSION.....	2.342.884,02 €

El presente presupuesto asciende a la cantidad de **DOS MILLONES TRESCIENTOS CUARENTA Y DOS MIL OCHOCIENTOS OCHENTA Y CUATRO EUROS CON DOS CÉNTIMOS DE EURO.**

En Salamanca a 22 de julio de 2025



ANEXO I - LEGISLACIÓN APLICABLE

La Legislación que es de obligada aplicación y otra consultada para la elaboración del Proyecto de Investigación es la siguiente:

- Ley 22/1973 de 21 de julio, de Minas, modificada por la Ley 54/1980, de 5 de noviembre, de modificación de la Ley de Minas, con especial atención a los recursos minerales energéticos (BOE nº 280, de 21/11/1980).
- Real Decreto 2857/1978 de 25 de agosto por el que se aprueba el Reglamento General para el Régimen de la Minería.
- Real Decreto 863/1985 de 2 de abril (BOE 12.06.85), por el que se aprueba el Reglamento General de Normas básicas de Seguridad Minera, y sucesivas Órdenes Ministeriales por las que se aprueban diversas instrucciones Técnicas Complementarias que desarrollan el anterior Reglamento.
- Real Decreto 150/1996 por el que se modifica el artículo 109 del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.
- Real Decreto 1389/1997, de 5 de Septiembre por el que se aprueban las disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad y salud de los trabajadores en las actividades mineras. (BOE 07/10/1997)
- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 39/1997 que aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 171/2004 sobre coordinación de actividades empresariales.
- Real Decreto 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. (BOE 143, 13/06/2009).
- Real Decreto 777/2012, de 4 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 975/2009, de 12 de junio, sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por las actividades mineras.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de Marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. (BOE nº 60 de 11/3/2006).
- Orden ITC/101/2006, de 23 de enero por la que se regula el contenido mínimo y estructura del documento sobre seguridad y salud para la industria extractiva (BOE nº 25 de 30/1/2006).
- Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas (BOE nº 265 de 5/11/2005).
- Real Decreto 3255/1983, de 21 de diciembre por el que se aprueba el Estatuto del Minero (BOE nº 3 de 4/1/1984).
- Real Decreto 1167/1978, por el que se desarrolla el título III, capítulo II, de la Ley 6/1977, de 4 de enero, de Fomento de la Minería (BOE nº 133 de 5/6/1978).
- Real Decreto 1481/2001 para el Desarrollo Técnico relativo a las instalaciones de vertido de residuos.

FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 88/108



- Orden 5282/2002, de 25 de julio de la Consejería de Economía e Innovación Tecnológica, sobre avales para responder de la restauración del espacio natural de explotaciones mineras y depósitos de lodos, así como los relativos a pólizas de seguro para los depósitos de lodos.
- Ley 26/2007, de 23 de octubre de Responsabilidad Medioambiental.
- Real Decreto 2090/2008, de 22 diciembre por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental.
- Ley 34/2007 de 15 de noviembre de la calidad del aire y protección de la atmósfera.
- Ley orgánica 16/2007, de 13 de diciembre, complementaria de la Ley para el desarrollo sostenible del medio rural.
- Ley 16/2002, de 1 de julio para la prevención y control integrados de la contaminación (Ley IPPC).
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular .
- Ley 5/2013, de 11 de junio que modifica la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación y la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, sobre "Operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos".
- Orden AAA/661/2013, de 18 de abril, que modifica los anexos I, II y III del Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Decreto 369/2010, de 7 de septiembre, por el que se aprueba el Plan de Ordenación de los Recursos Minerales de Andalucía (PORMIAN 2010-2013).
- Acuerdo de 2 de noviembre de 2005, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba la formulación del Plan de Ordenación de los Recursos Minerales de Andalucía.
- Ley 7/2007, de 9 de julio de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.
- DECRETO 5/2012, de 17 de enero, por el que se regula la autorización ambiental integrada y se modifica el Decreto 356/2010, de 3 de agosto, por el que se regula la autorización ambiental unificada.
- Decreto 297/1995, de 19 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Calificación Ambiental.



Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección <https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/> indicando el código de VERIFICACIÓN

FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 89/108



ANEXO II – DESCRIPCIÓN DE MÉTODOS GEOFÍSICOS

Los métodos geofísicos que pueden plantearse en la presente investigación son los siguientes:

5 TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA

La tomografía eléctrica se planea como la herramienta geofísica más apropiada para la investigación de estructuras metalizadas en cuerpos tabulares estrechos en posición verticalizada. Es una técnica sencilla pero muy útil, consistente en la medida de la respuesta del terreno a una serie de estimulaciones eléctricas. Hay diversos diseños de dispositivo, considerándose como el más apropiado el de tipo polo-dipolo (ver figura) tramificado en función de la profundidad a investigar. Con esta tramificación se pretende conseguir la máxima resolución posible para cada rango de profundidad tomando como límite del orden 200 m. La resolución disminuirá al incrementar la profundidad de investigación. Este alcance se considera suficiente para detectar posibles filones desde superficie.

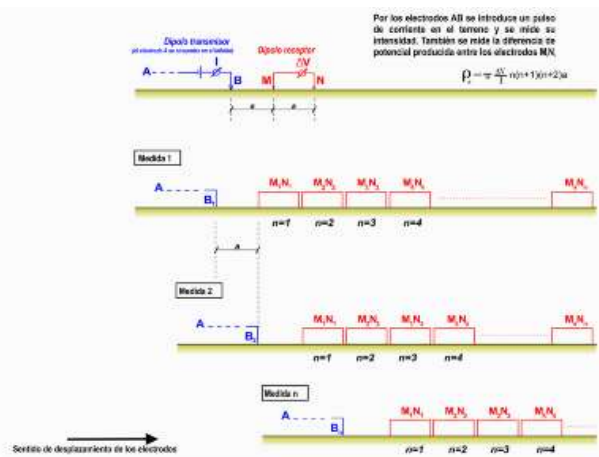


Figura 13. Dispositivo tipo Polo-Dipolo empleado para las medidas de resistividad aparente del terreno.

El empleo de dispositivos focalizados como el polo-dipolo con un elevado número de niveles de registro ($n > 10$), requiere el empleo de un transmisor potente alimentado por un motor-generator.

El equipo utilizado para las medidas de la resistividad aparente del terreno en esta fase de estudio, está compuesto por los siguientes elementos:

- Transmisor modelo VIP-3000 (s/n 14-9421) de la marca Iris Instruments. Este transmisor opera mediante pulsos de corriente que alternan su polaridad cada 2 segundos. La



corriente se estabiliza automáticamente en cada pulso con un rango de variación máximo de $\pm 5\%$.

- Receptor modelo ELREC-10 (s/n 116) del mismo fabricante. Se trata de un receptor del tipo multidipolo controlado por un microprocesador que realiza un análisis estadístico de las múltiples repeticiones de las medidas efectuadas para cada dipolo. Este análisis permite evaluar la calidad de los datos durante las operaciones de campo.
- Cables especiales multiconductor con salidas múltiples, controlado por un interruptor del tipo roll-along.

Esta técnica se considera de utilidad para todo el P.I. aunque hay zonas minadas donde su respuesta va a estar condicionada por la existencia de huecos de explotación, seguramente rellenos de agua, (zonas 2 y 4) hasta profundidades de 100 – 150 m. Para la investigación de estas zonas se aplicarán de forma complementaria otras técnicas que permitan discriminar las anomalías conductoras debidas a agua de las producidas por una mineralización metálica.

6 MÉTODO DE POLARIZACIÓN INDUCIDA

El método de polarización inducida tiene su fundamento en la capacidad de carga eléctrica que tienen las rocas, siendo diferente en cada uno de los distintos materiales geológicos, destacando aquellos cuerpos que contienen minerales metálicos. En este caso, tras una corriente eléctrica de alto voltaje en el terreno y al cesar su emisión, se analiza cómo queda cargado el terreno, y cómo se produce el proceso de descarga eléctrica.

El método más simple de polarización inducida utiliza dispositivos semejantes a la tomografía, existiendo equipos capacitados para medir a partir del mismo dispositivo tanto las conductividades, como también las cargabilidades. Se propone por tanto la realización de ambas técnicas de forma simultánea y contrastar los resultados para poder seleccionar las anomalías que sean coincidentes.

7 MÉTODO DE SONDEOS ELECTROMAGNÉTICOS DE DOMINIO DE TIEMPOS (SEDT)

Consiste en determinar en modo 1D la distribución de la resistividad eléctrica del terreno en función de la profundidad. Al correlacionar los resultados de todos los SEDT situados en un mismo perfil, se obtiene una sección geoelectrica fácilmente interpretable en términos geológicos por su similitud con las secciones geológicas. Este método permite alcanzar una profundidad de investigación del orden de los 1.000 m y su eficacia depende lógicamente de que exista suficiente contraste de resistividad entre los diferentes niveles del subsuelo. En nuestro caso, esta técnica será útil para determinar la posición del sustrato bajo la cobertera sedimentaria de la fosa de Bailén, así como determinar el contacto entre granito y pizarras encajantes en la zona 1. Igualmente es de esperar que los cuerpos mineralizados muestren

FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 91/108



rupturas en la continuidad de las unidades geológicas por su diferente comportamiento geoelectrico.

Con el objetivo de alcanzar una profundidad de investigación del orden de 250 a 500 m para tratar de determinar, la base de la cuenca sedimentaria y el contacto entre granito y pizarras carboníferas, proponemos realizar esta fase de las medidas según las siguientes especificaciones:

- Medidas en la modalidad “central-loop” situando la bobina receptora en el centro del bucle transmisor.
- Sincronismo entre transmisor y receptor mediante cable de referencia.
- Tamaño del bucle transmisor 400x400 m. No obstante, al inicio de los trabajos se ensayarán bucles de menor tamaño por su mayor fiabilidad en las operaciones de campo.
- En cada punto de medida se harán tres registros independientes a lo largo de 20 ventanas de tiempo cada uno, para frecuencias de 25 Hz (HI), 6,25 Hz (MD) y 2,5 Hz (LI) de los pulsos de corriente en el bucle transmisor.

En virtud del desarrollo de los trabajos, podremos variar el tamaño del loop para ir a mayor profundidad si fuese necesario.

Consideramos que un espaciado razonable entre los SEDT a lo largo del perfil para esta fase del estudio puede ser entre 300 y 400 m. Su distribución final sobre el terreno habrá de determinarse en función de los obstáculos y limitaciones que puedan encontrarse para el tendido de los cables transmisores.

Los resultados de esa fase del estudio se presentarán en forma de modelos 1D (resistividad-profundidad) para cada punto de medida y en forma de secciones de resistividad, una para cada perfil.

8 MÉTODO MAGNETO-TELÚRICO

Este método es indicado para las mismas finalidades del SEDT pero permite alcanzar profundidades mayores y una mejor definición de estructuras delgadas, pero con gran continuidad. Como inconveniente presenta la alta sensibilidad a corrientes eléctricas antrópicas, como vallados metálicos, tendidos eléctricos, los cuales pueden limitar su uso en muchos sectores del P.I.

El método magneto-telúrico pertenece al grupo de los métodos geofísicos electromagnéticos en el dominio de frecuencias (Se mide a distintas frecuencias ya que dependiendo de la frecuencia medida la información recibida corresponde a diferente profundidad). La técnica de medidas es pasiva, lo que quiere decir que no se necesita ningún transmisor de corriente, ya que se usa el ruido aleatorio natural como fuente de señal, por lo que no se requieren electrodos de alto-voltaje y la logística de campo es relativamente sencilla.

FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 92/108



Las fuentes en una campaña MT son corrientes eléctricas de la tierra que producen señales magneto-telúricas, la mayoría de estas señales son controladas por la actividad natural electromagnética sobre la superficie de la tierra. Las condiciones atmosféricas estacionales también crean señales electromagnéticas alrededor de la tierra. También son importantes las señales EM asociadas a la interacción entre la magnetosfera y los vientos solares. De ahí las interferencias causadas por las actuaciones antrópicas.

El objetivo de cualquier método electromagnético es conseguir información de resistividad de los distintos materiales a cada profundidad determinada para después, mediante la interpretación, intentar asignar las variaciones de resistividad a variaciones litológicas. En el caso del método magneto-telúrico (MT) la profundidad de investigación depende de la mínima frecuencia utilizada y la resistividad del medio, por lo tanto cuanto más profundo se quiera bajar más baja será la mínima frecuencia utilizada. Por experiencia, las muy altas frecuencias suelen ser muy ruidosas, en caso de que sea así se propone la utilización de las antenas ANT4, que pueden medir desde frecuencias mucho más bajas hasta 1024Hz. Se prevé el empleo de dipolos de 100 m para las medidas de campo.

En MT se puede medir en modo scalar (solo una componente de cada uno de los campos), vectorial (más de una componente de uno de los campos) o tensorial (las dos componentes horizontales del campo eléctrico y las dos o tres componentes del campo magnético, las dos horizontales y la vertical al mismo tiempo). Un estudio en el que la geología sea sencilla pero haya una fracturación repetitiva, se requerirá la toma de datos tensoriales.

La configuración de campo en modo tensorial, esto quiere decir que se medirán dos componentes del campo eléctrico (E_x y E_y) y dos componentes del campo magnético (H_y y H_x) al mismo tiempo, lo que ayudará al modelado en dos dimensiones de los datos de campo. Midiendo las dos componentes horizontales de ambos campos, lo que se consigue es medir de forma paralela y transversal a las directrices principales de las estructuras, aportando mucha más información sobre la direccionalidad de ellas.

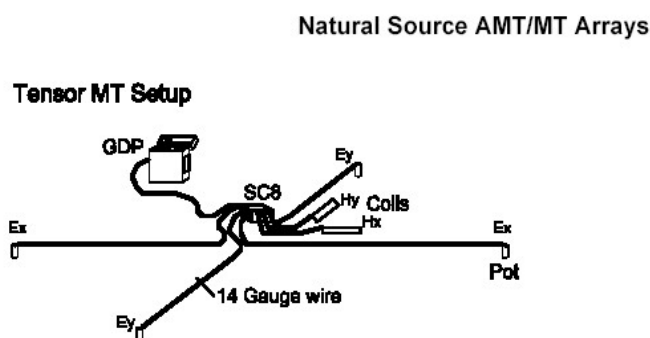


Figura 14. Configuración de campo de MT en forma tensorial.



La configuración de campo que se elija dependerá principalmente de los niveles de ruido de la zona de trabajo, proponiendo las tres siguientes:

1. Si la zona tiene muy poco ruido, la campaña se puede plantear tomando medidas independientes en forma tensorial.
2. Cuando la zona tiene ruido cultural, pero no mucho, se medirán datos tensoriales con Referencia Remota. Esto quiere decir que se medirán dos estaciones al mismo tiempo y cada una se utilizará como referencia de la otra para tratar de aislar y rechazar el máximo ruido posible.
3. Si la zona tiene mucho ruido, lo lógico es elegir una estación de Referencia Remota, lejos de las fuentes de ruido y utilizar esta para limpiar los datos dentro de la zona de estudio. Por supuesto los datos se medirán en forma tensorial.

Los datos de volcado del receptor son la resistividad de Cagniard y los valores de impedancia (calculados a partir de las componentes horizontales del campo eléctrico y magnético), que se presentan como imágenes de contornos en pseudos-secciones dependientes de la frecuencia por estación en el eje horizontal. Las frecuencias más bajas están relacionadas con mayores profundidades en el eje vertical.

Los valores escalares de la resistividad aparente son el resultado del post-procesado del receptor de las series de datos de MT. Es durante este post-procesado cuando se retiran los datos con mucho ruido o valores con relaciones no coherentes entre el campo eléctrico y magnético.

El procesado de los datos MT es un proceso que lleva los siguientes pasos:

La Resistividad de Cagniard y la impedancia son calculadas en el receptor respecto a los campos eléctricos y magnéticos medidos en campo:

1. La resistividad de Cagniard ($RhoC$) es la resistividad aparente, por frecuencia y su cálculo se hace a partir de los datos brutos del campo eléctrico y magnético.
2. Mediante la diferencia entre las distintas componentes de los campos E y H se calcula la impedancia de Fase (I).

Ambos valores Rho e I son usados en los programas suavizado de inversión en 1 y 2 dimensiones de Zonge para calcular (modelar) los valores de resistividad asociados a cambios geológicos respecto a la profundidad.

El receptor puede exportar directamente la resistividad de Cagniard y la impedancia por bloques a los que se ha aplicado un análisis estadístico y tomada la media de todas las medidas desde el receptor o exportar todas las series de datos y mediante un post-procesado fuera del receptor analizar los datos según la relación señal/ruido y establecer como criterio de aceptación de los datos la coherencia entre la relación del campo eléctrico y magnético. Se utilizará la segunda opción ya que se obtienen datos más precisos.

FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 94/108



El MT mide series de tiempo como datos brutos, que mediante el “método de decimación por cascada” (Wight y Bostick, 1980) transforman estas series de tiempos al dominio de frecuencias.

El “procesado robusto” (Chave y Thompson, 1989) es un procedimiento complicado basado en un proceso iterativo. La coherencia entre los campos eléctrico y magnético evita el ruido coherente que provocan las fuentes que actúan como transmisores de campo cercano. El resultado de este proceso nos lleva a valores útiles para realizar las pseudos-secciones de resistividad e impedancia.

Con estos datos se pasa a los modelos de inversión en una y dos dimensiones de Zonge de los datos de MT que, usando como entrada de datos la resistividad de Cagniard y la impedancia, proporcionarán imágenes de la resistividad con la profundidad. En el caso de dos dimensiones se puede introducir la topografía de los perfiles medidos, corrigiendo los efectos que ésta tiene en los datos medidos en campo, obteniéndose así información de la contribución lateral de las estructuras de la zona de estudio (perpendiculares a la dirección de los perfiles de medidas).

Midiendo en modo tensorial se combinan los modos TM y TE (TM resulta de medir el campo eléctrico perpendicular a la geología y TE resulta de medir el campo eléctrico paralelo a la geología), por lo que los modelos en dos dimensiones realmente tienen en cuenta cambios perpendiculares y paralelos a la geología, siendo un caso claro de los primeros los posibles filones mineralizados.

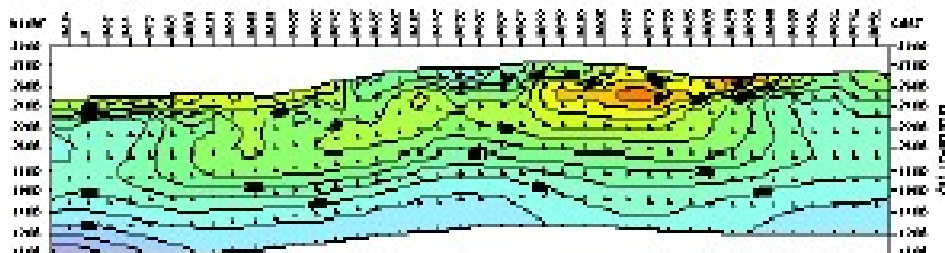


Figura 15. Ejemplo de perfil obtenido.

El equipo dispone de todos los receptores auxiliares necesarios, además de antenas adecuadas a las medidas del campo magneto-telúrico y electromagnético en el dominio de tiempos y frecuencias.

Este método geofísico se contempla apto para profundidades entre 150 y 1.500 m. El rango de frecuencias adecuado a la profundidad del estudio es desde 1 Hz hasta 1.024 Hz.



9 Sísmica de Reflexión.

En el caso que la exploración superficial u otros ensayos geofísicos lo recomienden, se realizarán perfiles de sísmica de reflexión de detalle en el área del permiso para definir las estructuras, localizando los límites entre distintas capas.

El método sísmico de reflexión se basa en las reflexiones del frente de ondas sísmico sobre las distintas interfases del subsuelo. Estas interfases (reflectores) responden, al igual que en la refracción, a contrastes de impedancia que posteriormente se relacionarán con las distintas capas geológicas. Las reflexiones son detectadas por los receptores (geófonos) que se ubican en superficie y que están alineados con la fuente emisora. Dado que las distancias entre la fuente y los geófonos son pequeñas respecto a la profundidad de penetración que se alcanza, el dispositivo experimental soporta que se esté operando en "corto ángulo"; asegurando así la obtención de reflexiones y, distinguiéndose de la sísmica de refracción o de "gran ángulo".

En este sistema, como resultado se obtiene un grupo de trazas sísmicas procedentes de todos los puntos de emisión (tiros) que se analizan, se procesan y luego se reordenan en conjuntos de "puntos reflectores comunes" (CMP), los cuales contienen la información de todas las reflexiones halladas (Figura 16). Una vez todas las trazas de un mismo CMP se han agrupado, se suman y se obtiene una traza CMP. El conjunto de todas las trazas CMP constituye la denominada "sección sísmica de reflexión" que es el resultado final de este método. Este método es una de las técnicas de prospección geofísica más utilizada debido a que su resultado es una imagen denominada sección sísmica en donde se aprecia la geometría de las estructuras geológicas. En esta imagen del subsuelo las reflexiones se ven en forma de lóbulos negros de mayor amplitud y definen las capas reflectoras que después se asociarán a las estructuras geológicas.



FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 96/108



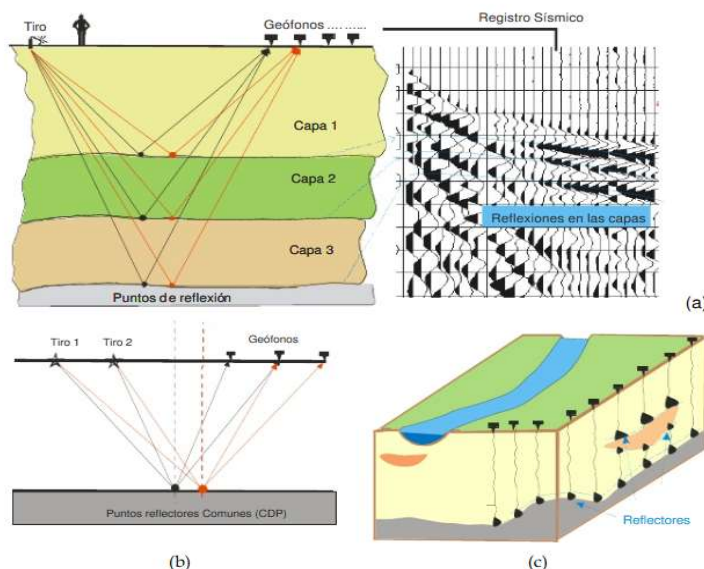


Figura 16. (a) Esquema del recorrido de los rayos reflejados en tres capas para una posición de emisión y dos estaciones receptoras (geófonos). Debido a la ecuación de propagación, las reflexiones quedan marcadas en el registro sísmico como trayectorias hiperbólicas.

(b) Una vez todas las reflexiones de un mismo CDP se han agrupado, se suman y se obtiene una traza CDP.

(c) Las trazas CDP proporcionan la imagen sísmica del terreno, llamada sección sísmica.

La opción de geofísica sísmica que se está evaluando es la vibrosísmica consistente en un vehículo dotado de una plancha que transmite una vibración al suelo durante un periodo entre 1 y 5 segundos. Esta vibración genera una onda sísmica que una red de medidores sísmicos o geófonos reciben, grabando la información para su proceso. La ventaja de este método, frente a la tradicional línea de disparos con explosivos, es su menor impacto ya que no requiere de obra alguna y puede efectuarse en caminos y campos sin afectar a estos.

10 Sísmica de Refracción.

Es una técnica que permite identificar contactos superficiales, evaluar la excavabilidad y el grado de meteorización del terreno en las zonas más superficiales, extendiendo el estudio hasta una profundidad de 30 m como mínimo.

Mediante estas medidas se obtienen secciones sísmicas formadas por la distribución detallada de los valores de V_p del terreno. Estos valores de V_p dependen del grado de consolidación e integridad del terreno, y por lo tanto tienen un evidente significado geotécnico.

Para este estudio y con el objetivo de reconocer el terreno hasta unos 30 m de profundidad, se empleará para las medidas un dispositivo o implantación sísmica de 120 m formada por 24 geófonos verticales espaciados a intervalos de 5 m. Con este dispositivo se registrarán las



señales sísmicas producidas mediante el impacto de un martillo metálico de 6-8 Kg sobre una placa metálica acoplada en el terreno. Los puntos de impacto serán 7 por implantación, distribuidos según la figura.

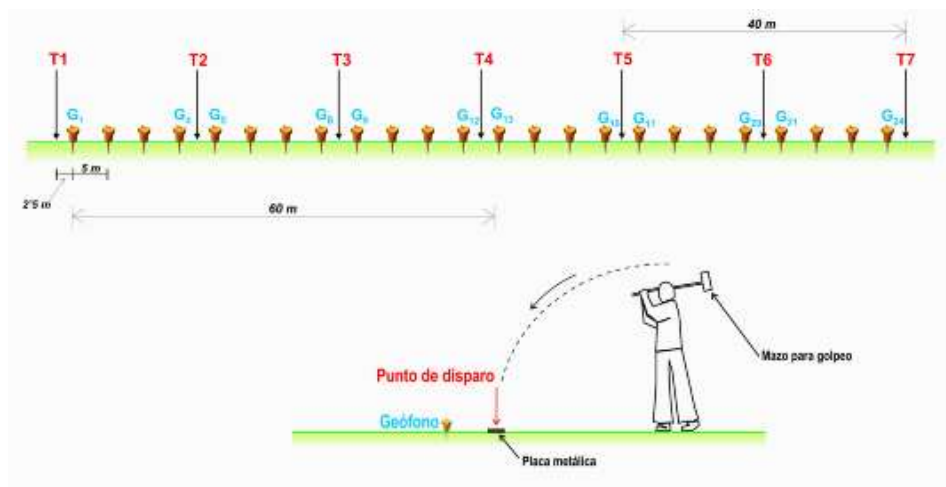


Figura 17. Esquema de la implantación sísmica que se utilizará para este estudio.

El procesado de los registros sísmicos mediante inversión dará como resultado final del estudio secciones sísmicas conformadas por la distribución detallada de los valores de V_p del terreno, fácilmente interpretables en términos de interés geotécnico. En la figura 17 se puede observar un ejemplo de este tipo de secciones.

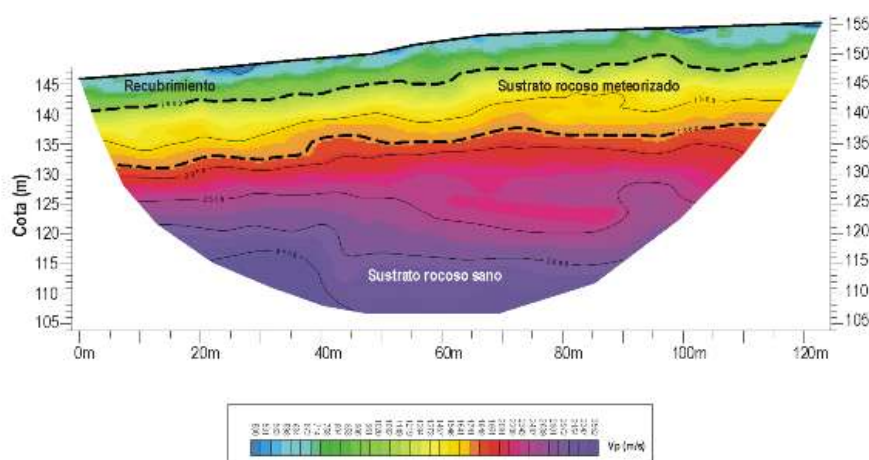


Figura 18. Ejemplo de sección resultante del procesamiento mediante inversión de datos de Sísmica de Refracción.

Para la ejecución de este reconocimiento se utilizará un equipo específico para medidas sísmicas de refracción compuesto por:

- Un sismógrafo digital de 24 canales modelo SUMMIT II Compact (s/n 10070027) fabricado por DMT.



- **Geófonos verticales tipo SM-4U con una frecuencia natural de 10 hz, fabricados por Sensor Nederland.**
- **Programas Firstpix (Interpex) y Rayfract (Intelligent Ressources) para el procesado e interpretación de los registros sísmicos de Refracción.**

11 Geofísica “in-hole” en las perforaciones de investigación.

Una vez terminados los sondeos de investigación, tras la extracción de testigo y previo al cementado de los pozos se procederá a la introducción de sondas de testificación geofísica con las que se obtendrán unas diagrfías cuya interpretación nos dará información importante sobre estructura, composición, etc. de los materiales atravesados. Los instrumentos de toma de datos en los diferentes niveles del sondeo van instalados en un tubo o sonda suspendida de un cable autoportante de acero, que sirve tanto para mover la sonda por el interior del sondeo como de cable de transmisión de las señales recogidas a los equipos en el exterior. Los ensayos se describen a continuación.

Calibre de 3 brazos (3 arm caliper). Control del estado del sondeo (diámetro) e identificación de zonas de fractura o de zonas expansivas. Mide el diámetro del sondeo y permite conocer así las zonas expansivas (menor diámetro) o de peor características geotécnicas (mayor diámetro). Suele utilizarse para corregir las otras medidas geofísicas al permitir introducir una corrección en función de la distancia de las sondas a la pared del sondeo.

Radiación Gamma Natural. Consiste en medir la radiactividad natural del terreno. Es útil en el caso de presencia de mineralizaciones con presencia de isótopos naturales, ya que existe una correspondencia directa entre intensidad de radiación y contenido en estos isótopos.

Resistividad normal con doble espaciado (16"-64") + Resistencia monoelectrónica. Los ensayos de resistividad consisten básicamente, en crear entre dos electrodos, un campo eléctrico por medio de una fuente energética de baja frecuencia o pulsatoria que produce una diferencia de potencial sobre las paredes del sondeo, medible con otros dos electrodos, dando valores proporcionales a la resistividad de las capas registradas. Permite distinguir la naturaleza litológica de las diferentes capas e identificar posibles niveles permeables.

Autopotencial (Elog). En las paredes de un sondeo lleno de fluido de perforación (lodo, agua, salmuera, etc.) se producen fenómenos eléctricos, dando lugar a fuerzas electromotrices entre capas de arenas y de arcillas al formar una pila eléctrica cuando están en contacto con un electrolito como son el agua subterránea y el fluido de perforación. Esta diferencia de potencial se puede medir entre un electrodo que toca la pared del sondeo y otro situado en el exterior en contacto con el terreno próximo al sondeo. Esta sonda aporta información respecto a la naturaleza litológica de los materiales atravesados por el sondeo, definiendo la posición de los contactos entre niveles e identificando los posibles niveles permeables.

FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 99/108



Resistividad por un sistema inductivo. Una bobina emisora es recorrida por una corriente alterna constante, creando un campo magnético variable en su entorno. Las corrientes que es campo induce en el terreno produce a su vez una fuerza electromagnética registrada en otra bobina receptora. Las señales mostradas por la diagráfia de inducción son proporcionales a la conductividad de los estratos atravesados.

Water Quality Probe. Mide Conductividad, Temperatura, pH y Oxígeno disuelto. Estos dos últimos válidos cuando hay agua natural en el sondeo.

Registro Sónico de Onda Completa (Full Vawe Sonic). Mediante la emisión de ultrasonidos, permite determinar los valores de V_p y V_s para el cálculo de los módulos dinámicos y el Coeficiente de Poisson. También identifica zonas de fractura diferenciando las abiertas y las cerradas. Los registros deben hacerse a sondeo desnudo y lleno de agua.

Televisor Acústico (Accoustic Televiewer) para el análisis estructural del macizo rocoso a partir de la medida de la orientación e inclinación de todas las discontinuidades planas atravesadas por el sondeo. Los registros deben hacerse en sondeo desnudo y lleno de agua.

Flowmeter del tipo micromolinete. Para la identificación de puntos de entrada a salida de agua al sondeo (una pasada en descenso y otra en descenso a la misma velocidad de desplazamiento de la sonda).

Registro Gamma-Gamma (Densidad). Es una sonda activa con una fuente radioactiva de Cs137. Emite rayos gamma que tras atravesar los estratos a unos 15 cm de profundidad desde las paredes del sondeo, son recibidas por un sensor. Los rayos gamma, durante su recorrido por las rocas cortadas por el sondeo, pierden energía debido a los continuos choques con los electrones de sus átomos. Esta pérdida energética depende del número de electrones por unidad de volumen, es decir, prácticamente proporcional a la densidad del material rocoso.

Registro Neutrón-Neutrón (Porosidad). Esta sonda emplea una fuente radioactiva de Am-Be y se basa en la emisión de neutrones, los cuales pierden mucha energía al chocar con los núcleos de hidrógeno por su similar masa mientras que al chocar con elementos más pesados no se desaceleran tanto siendo un choque más elástico. Estos neutrones desacelerados son captados por los átomos de hidrógeno emitiendo radiación gamma que es detectada. Como el hidrógeno se encuentra fundamentalmente en los átomos de agua llenando los poros de las rocas, sirve para conocer la porosidad.

Registro Gamma Espectral. El registro Gamma Natural consistía en medir la radiactividad natural del terreno. Esta radiación gamma estaba emitida principalmente la presencia de algunos isótopos naturales existiendo una correspondencia directa entre intensidad de radiación y contenido en dichos isótopos. El registro Gamma Espectral permite distinguir entre la radiación gamma la que es emitida debido a diferentes isótopos.

FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 100/108



ANEXO III – ANÁLISIS Y ENSAYOS DE MUESTRAS

1 MUESTRAS PARA ANÁLISIS QUÍMICOS

Muestras de roca.

Durante los recorridos de campo para la realización de la cartografía geológico-minera detallada es de esperar la recogida de muestras de afloramientos, así como en los restos de escombreras donde se hallarán fragmentos de la mineralización. La toma de estas muestras ayudará a identificar cuerpos mineralizados aflorantes y caracterizar las mineralizaciones. Para ello se tomarán muestras en algunos lugares que serán destinadas básicamente a análisis químicos.

Estas muestras no tendrán un peso prefijado, ya que su cantidad estará en función de la representatividad que se considere de la estructura o mineralización muestreada. Por lo tanto, va a haber un amplio rasgo de tamaños que puede estar entre los 0,5 y los 10 kg. En el punto de toma se procederá al relleno de una ficha de muestreo que básicamente recoja información sobre su ubicación (lugar, paraje, coordenadas), tipo de muestra (roca de afloramiento, muestra aislada, de escombrera, etc.) y una breve descripción. Posteriormente en la nave/almacén del proyecto será pesada y registrada. Cuando haya almacenadas un cierto número de ellas se procederá a realizar un envío al laboratorio correspondiente para su análisis.

En el laboratorio se procederá al secado de las muestras (aunque es de esperar que lleguen con un grado de humedad muy bajo), para posteriormente ser trituradas en su totalidad a un tamaño inferior de 5 mm, tamaño que se considera adecuado para tener una suficiente homogenización de la muestra. El total de la muestra será cuarteado hasta obtener la cantidad necesaria por el laboratorio para efectuar su análisis. El rechazo será devuelto a GMR para su almacenamiento, del que se obtendrán por cuarteo cantidades menores para posteriores duplicados y cualquier otro requerimiento que se precise.

Es conveniente indicar al laboratorio que tipo de muestra se trata, pues no será el mismo protocolo de preparación el que deba realizarse a muestras de la mineralización con elevadas concentraciones de Pb, que a muestras de afloramientos cargadas de óxidos con menores concentraciones de metales. El análisis será multielemental, aunque se tendrá un especial interés en los metales que son el principal objetivo de la investigación como Ti, Zr, tierras raras, Hf, así como de aquellos otros que pueden valorizar o penalizar las menas.

Con el laboratorio se acordará la técnica de análisis más adecuada para este tipo de muestras, así como el procedimiento de preparación para conseguir unos resultados analíticos realmente fiables. Las pulpas sobrantes del análisis de cada muestra serán devueltas a GMR, quienes utilizarán algunas de ellas para reanálisis en el mismo laboratorio y en otro de contraste para asegurar la calidad de los resultados obtenidos.

FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 101/108



Muestras de suelos de campañas de geoquímica.

Las muestras de suelos se toman en cada punto de muestreo establecido según la malla diseñada para la ejecución de la campaña de investigación geoquímica. En cada uno de esos puntos se retirará con azadón la parte más superficial del suelo, aquel que contenga restos vegetales y raíces (horizonte A), para acceder a la parte inferior libre de actividad orgánica (horizonte B), que es donde los procesos de alteración meteórica y de capilaridad del suelo movilizan y fijan los metales resultantes de la dispersión química que un cuerpo mineralizado subaflorante puede generar.

Retirada la cubierta vegetal del suelo, las muestras se tomarán, en lo posible, con un auger con el que se penetrará unos 25 cm (que suele ser la longitud del tomamuestras), despreciándose este primer tramo. Tras ello se intentará penetrar otros 25 cm, que será el tramo que se destinará para el análisis y que se introducirá en una bolsa de plástico que debe quedar cerrada lo más herméticamente posible. La finalidad de esta operación es obtener el tramo basal del horizonte B, que es donde se halla la fracción arcillosa que tiene la capacidad sorcitiva para fijar los cationes metálicos procedentes de la dispersión química. En caso de que el suelo sea muy pedregoso y el auger no pueda penetrar convenientemente, se excavará un hoyo con el azadón hasta alcanzar una profundidad entre los 25 y 50 cm, de donde se tomará la muestra retirando los fragmentos de roca que hubiera. La cantidad de muestra recogida estará, en cualquier caso, entre los 250 y 500 gramos.

Las bolsas con las muestras, debidamente etiquetadas, serán transportadas a la nave/almacén de GMR donde serán ordenadas y preparadas para el envío al laboratorio de análisis. Si se decide realizar una marcha analítica según la metodología MMI, las muestras deben haber permanecido bien cerradas y enviarse tal cual, al laboratorio, para que allí procedan al protocolo de preparación para su posterior análisis. En el caso de decidir un método convencional con ataque en medio ácido, digestión total y análisis multielemental por cualquiera de las técnicas comunes, las muestras serán secadas en la nave/almacén de GMR y algunas de ellas (del orden del 10%) se cuartearán en 2 partes iguales para duplicados de control analítico. Las muestras debidamente etiquetadas se enviarán al laboratorio de análisis.

Los análisis de este tipo de muestras son siempre multielementales, existiendo paquetes específicamente preparados por los laboratorios para ello. El laboratorio retornará a las instalaciones de GMR los rechazos sobrantes de las muestras.

Muestras de rozas en canal

Los reconocimientos de anomalías geoquímicas o geofísicas se hacen intentando acceder al subsuelo más inmediato, bajo la cubierta de suelo que es la que está ocultando el cuerpo causante de la anomalía detectada. Para ello se excavan trincheras de reconocimiento mediante una pala retro-excavadora, intentando dejar a la vista las estructuras que pueden ser la causa de la anomalía. Un reconocimiento geológico detallado de las paredes y del



suelo de la trinchera, permite definir cuáles son esas estructuras. Normalmente el alto grado de meteorización que tiene impide ver una mineralización primaria, que puede estar alterada.

Detectada la estructura se muestrea para reconocer su potencial, para lo cual se hacen rozas en canal que se disponen de forma ortogonal a los límites que definen la estructura mineralizada. Como el espesor de estos filones no es muy grande, normalmente se toma una única roza de unos 15 a 20 cm de anchura, unos 5 cm de profundidad y longitud la altura de la capa. En el caso de estructuras muy potentes, (2 o más metros de espesor) la longitud se subdivide en tramos de 1 m, o si presenta una zonación bandeada en la estructura, la longitud será la de la anchura de cada banda. Con ello se suele obtener muestras voluminosas que puede oscilar entre los 10 y 50 kg.

Obtenidas las muestras en la trinchera se tratan como cualquier otra muestra de roca, con un secado y envío al laboratorio para su trituración del global de ella a tamaño inferior de 5 mm. Con ello se considera homogenizada y se puede hacer el cuarteo pertinente hasta obtener la cantidad necesaria para proceder a su análisis.

El análisis será como el de roca, multielemental aunque con especial interés en los metales que son el principal objeto de la investigación. El rechazo de las muestras, así como de las pulpas analizadas, serán retornadas a GMR.

Otra situación en la que se pueden obtener rozas en canal es en el caso de recuperación de labores mineras antiguas, en concreto en aquellas galerías que estén realizadas sobre filones. En estos casos estas muestras estarán destinadas a reconocer la ley del cuerpo mineralizado, así como sus contenidos en elementos acompañantes que valoricen o penalicen su calidad en los potenciales concentrados. En estos casos se establecerá la potencia reducida (PR) de la mineralización de galena en los techos de la galería y en sus frentes, que ha sido el método usado tradicionalmente en este tipo de minería filoniana para el control de leyes y evaluación de los macizos mineralizados. No obstante, será necesaria la toma de algunas muestras en canal para confirmar la correcta correlación entre este parámetro y la ley real obtenida en una muestra representativa de la anchura del filón. Llegado el momento se valorará cuantas rozas deben ser realizadas para confirmar la PR y así poder usar de una forma ágil y económica la estimación de leyes a lo largo de una galería de reconocimiento sobre un filón.

Muestras de testigos de sondeos.

Los sondeos con recuperación de testigo permiten obtener muestras reales de las mineralizaciones que se intersecten, así como de las rocas encajantes de ellos. Todo ello es necesario para conocer la ley de mineral en la estructura atravesada, y también permite poder realizar ensayos físico-químicos de macizo rocoso encajante.

FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 103/108



La preparación de estas muestras se realizará en las instalaciones que Kerogen Energy, S.L. prepare, con personal propio, desde donde se enviarán a los correspondientes laboratorios. El proceso de manipulación de las muestras de testigos es el siguiente:

- A.** Recogida de las cajas con testigos en la perforación. La extracción del testigo de la testiguera y su colocación será supervisada por los técnicos de GMR.
- B.** Fotografiado de las cajas y elaboración de la columna litológica, con anotación de toda la información relevante.
- C.** Definición de los tramos mineralizados y marcado de muestras que será de forma normalizada en tramos de 50 cm, salvo que haya una tramificación natural que pueda ajustarse a un muestreo lógico y racional.
- D.** Individualización mediante corte transversal de los testigos en cilindros de 50 cm de longitud o de los tramos definidos.
- E.** Corte longitudinal de dichos cilindros en 2 mitades semejantes y luego una de las mitades en 2 cuartos iguales.
- F.** Para el análisis químico se destinará uno de los $\frac{1}{4}$ de testigo.
- G.** El otro $\frac{1}{4}$ de testigo se almacenará como muestra destinada a ensayos mineralógicos, mineralúrgicos, físico-químicos y a duplicados para control analítico.
- H.** Envasado en bolsas de plástico de dichas muestras, etiquetado y elaboración de documentación de control.
- I.** Envío por mensajería de las muestras a los laboratorios para realizar los ensayos correspondientes.

El procedimiento en el laboratorio será como el de roca normal, advirtiéndose de que se trata de muestras de mineralización por lo que los rangos de contenidos van a ser amplios y va a haber valores elevados de algunos elementos. Los rechazos y pulpas serán retornados a las instalaciones de GMR para posteriores controles de calidad de resultados analíticos.

2 MUESTRAS PARA ENSAYOS FÍSICO-QUÍMICOS, MINERALÓGICOS Y GEOTÉCNICOS

A partir de los fragmentos de roca recogidos en los reconocimientos geológico-mineros y de los testigos de sondeos, se seleccionarán muestras destinadas a diferentes ensayos. En esta etapa de la investigación a realizar se contemplan los siguientes:

Ensayos de densidad.

Para un correcto cálculo del tonelaje de los recursos que se encuentren es necesario disponer de datos de densidad de los distintos tipos de materiales que componen la mineralización, desde fragmentos de rocas encajantes en forma de brechas, a los minerales que componen la mena y la ganga de la capa. Para ello se enviarán fragmentos de $\frac{1}{4}$ de testigos para poder correlacionar las leyes con las densidades. De igual forma se harán



ensayos de densidad con las pulpas restantes (picnómetro), permitiendo establecer una relación directa entre resultado del análisis químico y densidad del material ensayado. Con ambos parámetros se establecerán las curvas de leyes-densidad, con las que se podrá establecer el tonelaje en la evaluación del recurso minero.

Mineralogía óptica.

Se realizará por un laboratorio externo e incluirá:

1. Descripción mineralógica. Identificación de minerales de la mena y la ganga.
2. Análisis modal.
3. Liberación/asociaciones de partículas.
4. Preparación de secciones delgadas, analizándose dos secciones por muestra (Microscopia de Luz Reflejada y XPL luz polarizada cruzada).

Estos estudios irán dirigidos a definir las relaciones texturales entre las distintas especies mineralógicas reconocidas.

Ensayos geotécnicos.

Como necesario complemento a los parámetros geotécnicos que se vayan estableciendo a partir de la testificación de los testigos de los sondeos, deberán hacerse también una serie de ensayos geotécnicos, no sólo del mineral a explotar, sino también de la roca encajante, tanto a muro como a techo, con el fin de obtener datos para el futuro diseño de una posible explotación.

Estos ensayos, a realizar sobre los testigos obtenidos de las perforaciones son:

- Ensayo a compresión simple.
- Ensayo de corte directo.
- Ensayo triaxial.
- Permeabilidad.

Muestras de los testigos, debidamente preparadas para los ensayos, serán enviados a un laboratorio especializado, quien remitirá un informe detallado los ensayos realizados y de los datos obtenidos a partir de ellos.

En los propios sondeos también se pueden hacer ensayos como los destinados para determinar el estado tensional; o el ensayo Lefranc, para conocer la posible circulación de agua, etc.. No obstante, se ha de tener en cuenta que este tipo de ensayos geotécnicos están más orientados a conocer las características del material de cara a la futura explotación (elección de maquinaria, diseño de taludes o de sostenimiento, cimentaciones, etc.) que a la propia identificación del yacimiento desde el punto de vista de la identificación de las reservas.

FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 105/108



ANEXO V – SEGURIDAD Y SALUD

El Real Decreto 863/1985, de 2 de abril, por el que se aprueba el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera dispone en su Anexo, en el apartado 2 - Obligaciones del empresario:

1.ª Obligaciones generales.

[...]

b) El empresario se asegurará de que se elabore y mantenga al día un documento sobre seguridad y salud, denominado en adelante «documento sobre seguridad y salud», que abarque los requisitos pertinentes contemplados en la normativa vigente.

El documento sobre seguridad y salud deberá demostrar, en particular:

1.ª Que los riesgos a los que se exponen los trabajadores en el lugar de trabajo han sido determinados y evaluados.

2.ª Que se van a tomar las medidas adecuadas para alcanzar los objetivos fijados en la presente disposición.

3.ª Que la concepción, la utilización y el mantenimiento del lugar de trabajo y de los equipos son seguros.

El documento sobre seguridad y salud deberá estar preparado antes del comienzo del trabajo y deberá ser revisado en caso de que se realicen modificaciones, ampliaciones o transformaciones importantes en los lugares de trabajo.

En cumplimiento de este mandato, antes de iniciar los trabajos de campo, se realizará el Documento de Seguridad y Salud, que será presentado a la Administración Minera.

Se adjunta en documento a parte el Documento de Seguridad y Salud.



FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 106/108



ANEXO VI – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Azcárate, J. E. (1971). «Estudio metalogénico comparativo de las mineralizaciones plumbíferas de Linares-La Carolina-Santa Elena. Su aplicación a la investigación minera del extremo Oriental de Sierra Morena». Dirección general de Minas. 63 p.
- Azcarate, J.E; Vergara, A. y Argüelles, A. (1971). “Caracteres metalogénicos de los distritos mineros de Linares-La Carolina”. Congreso Hispano-Luso-Americano de Geología Económica. Madrid.
- Fernández Soler, R. (1954). «Reseña histórica de la minería del plomo en la zona de Linares-La Carolina». Libro de los Actos conmemorativos de la creación del Cuerpo de Ingenieros de Minas, pp. 397-500.
- Kottek, M.; Grieser, J.; Beck, C.; Rudolf, B. & Rubel, F. (2006). «World Map of Köppen-Geiger Climate Classification updated». *Meteorol. Z.*, 15, 259-263.
- López Jimeno, C.; López Jimeno, E.; Ramírez Ortega, A. Toledo Santos, J.M. (2006). «Manual de sondeos. Tecnología de perforación». U.D. Proyectos, E.T.S.I. de Minas. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid. 699 p.
- Vázquez Guzmán, F. (1983). «Depósitos Minerales de España». I.G.M.E. Madrid. 153 p.



FIRMADO POR	GONZALO ROBERTO MAYORAL FERNANDEZ CERT. ELEC. REPR. B26570499	02/09/2025
VERIFICACIÓN	PEGVEALAGEU746XSH9RM4XRKQEHW8T	PÁG. 107/108



ANEXO VII – LEYENDA MAPA GEOLÓGICO

Dado que la cartografía oficial en formato digital del IGME no permite realizar leyendas localizadas para zonas restringidas y las unidades están codificadas y no descritas, presentamos en este anexo la leyenda geológica para interpretación de figuras y mapas.

