PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

P.I. “GOYO SUR” Nº35920

DESCRIPCIÓN BREVE:

Resumen breve del contenido del informe.

AUTOR: **GeoalcaliS.L.**

Revisión	Fecha	Motivo	Preparado	Revisado	Aprobado
0	30/07/2015	Redacción	Francisco Menéndez	GM	Gonzalo Mayoral
1	14/06/2016	Modificación Requerimiento Administración	Francisco Menéndez	GM	Gonzalo Mayoral

Revisión	Cambios Principales	Páginas

INDICE

1. MEMORIA EXPLICATIVA. 3

1.1. INTRODUCCIÓN 3
1.2. ANTECEDENTES TÉCNICOS. 3
1.3. ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS. 4
1.4. ANTECEDENTES MINEROS. 5
1.5. DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA 5
1.6. AMBIENTE GEOLÓGICO REGIONAL 6

2. PROCEDIMIENTO DE INVESTIGACIÓN. 7

2.1. INTRODUCCIÓN 7
2.2. LEGISLACIÓN APLICABLE. 7
2.3. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN. 9
2.4. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS A REALIZAR. 10
2.4.1. RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN. 10
2.4.2. RECONOCIMIENTO DE CAMPO. 11
2.4.3. GEOFÍSICA DE SUPERFICIE. 11
2.4.3.1. MÉTODO DE SONDEOS ELECTROMAGNÉTICOS DE DOMINIO DE TIEMPOS (SEDT). 11
2.4.3.2. MÉTODO GRAVIMÉTRICO. 12
2.4.3.3. MÉTODO MAGNETO-TELÚRICO. 13
2.4.3.4. GEOFÍSICA SÍSMICA. 16
2.4.3.5. TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA. 17
2.4.3.6. SÍSMICA DE REFRACCIÓN. 18
2.4.3.7. DISCUSIÓN SOBRE LOS DISTINTOS MÉTODOS GEOFÍSICOS. 20
2.4.4. PERFORACIÓN DE INVESTIGACIÓN. 20
2.4.5. GEOFÍSICA EN LAS PERFORACIONES DE INVESTIGACIÓN. 21
2.4.6. ANÁLISIS DE MUESTRAS. 23
2.4.7. MODELIZACIÓN. 26
2.4.8. OTRAS LABORES DE INVESTIGACIÓN. 27

3. EVOLUCIÓN DE LOS TRABAJOS PLANTEADOS. 27

3.1. MEDIOS A EMPLEAR Y EQUIPO TÉCNICO 27
3.1.1. MEDIOS PROPIOS. 27
3.1.2. GEOFÍSICA. 28
3.1.3. PERFORACIÓN DE INVESTIGACIÓN. 29
3.1.4. ENSAYOS DE LABORATORIO. 30
3.1.5. MODELIZACIÓN DEL YACIMIENTO Y CONSULTORÍA/ASESORÍA. 30

4. PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN. 31

4.1. TRABAJOS A REALIZAR DURANTE EL 1º AÑO. 32
4.2. TRABAJOS A REALIZAR DURANTE EL 2º AÑO. 32
4.3. TRABAJOS A REALIZAR DURANTE EL 3º AÑO 32
4.4. PRÓRROGA DEL PERMISO DE INVESTIGACIÓN 32
4.5. CRONOGRAMA DE BARRAS DE LAS ACTIVIDADES PROYECTADAS. 33
4.5.1. PRIMER AÑO DE PERMISO. 33
4.5.2. SEGUNDO AÑO DE PERMISO. 33
4.5.3. TERCER AÑO DE PERMISO. 33

5. PRESUPUESTO. 34

5.1. PRESUPUESTO PRIMER AÑO. 34

5.2. PRESUPUESTO SEGUNDO AÑO. 34
5.3. PRESUPUESTO TERCER AÑO. 34
5.4. INVERSIÓN TOTAL PREVISTA. 35
Fdo.: Gonzalo Roberto Mayoral Fernández 35

ANEXO I. CURRÍCULUM PERSONAL ADSCRITO AL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.

ANEXO II. HISTORIAL DE INTERNATIONAL GEOPHYSICAL TECHNOLOGY, S.L.

ANEXO III. DOSSIER DE LA EMPRESA SPI DEL BIERZO.

ANEXO IV. DOSSIER DE LA EMPRESA GEOTREX, S.L.

PLANOS.

PLANO 1. Plano de Situación.

PLANO 2. Plano Geológico.

PLANO 3. Demarcación.

PLANO 4. Plano de Labores.

1. MEMORIA 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 el presente documento se establecerá el plan general de investigación que se prevé realizar en el Proyecto de Investigación GOYO SUR, nº 35.920, 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.

1.2. ANTECEDENTES TÉCNICOS.

GEOALCALI, S.L. es una empresa minera que en la actualidad está investigando recursos de sales sódicas y potásicas en tres permisos de investigación otorgados en Navarra, y tiene pendiente de adjudicación otro permiso de investigación en Navarra, y en Aragón derivados de dos permisos de exploración otorgados. En esta última comunidad tiene otorgado también un permiso de exploración. En particular se está trabajando en uno de los permisos otorgados en Navarra, denominado “Goyo”, donde se están realizando perforaciones de investigación. Por ello se dispone de información geológica del área y se está obteniendo información que hace suponer que el yacimiento en exploración se prolonga hacia el Sur. Por ello se solicita el Permiso de Investigación objeto del presente Proyecto para todas las sustancias de la Sección C con el fin de cubrir la zona sur del Permiso de Investigación Goyo.

Para ello se plantea primeramente una campaña de geofísica con el fin de conocer la estructura en profundidad de la formación salina, seguida por una campaña de sondeos con extracción de testigo para la localización de potasa.

Como se ha comentado, se pretende investigar, como objetivo primario dentro de los recursos de la sección C, la existencia de potasa, esto es, silvinita y carnalita. Estos dos minerales contienen cloruro potásico (KCl), cloruro magnésico ($MgCl_2$) y cloruro sódico. De los tres componentes el más interesante es el KCl, de amplio uso en la industria de los fertilizantes entre otras aplicaciones, y que podríamos denominar nuestro componente objetivo primario. Cloruro magnésico y sódico son otros dos compuestos con abundantes aplicaciones que constituyen un componente objetivo secundario. En este tipo de yacimientos existe abundante halita (cloruro sódico) que también es susceptible de usos industriales de diverso tipo y que podría suponer un objetivo secundario. Así mismo, de aparecer un nuevo mineral con posible interés económico en el transcurso de las investigaciones, no se descarta tampoco su estudio desde el punto de vista del aprovechamiento minero.

1.3. ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS.

El 05/09/14 con nº de entrada 2014/436467 se solicita ante el Servicio de Energía, Minas y Seguridad Industrial del Gobierno de Navarra, el Permiso de Investigación "GOYO SUR", de 29 Cuadriculas Mineras, sito en los Términos Municipales de Sos del Rey Católico y Undués de Lerda en la Provincia de Zaragoza, y Sangüesa en la Provincia de Navarra, para todas las sustancias de la Sección C, y 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, queda definido por las siguientes coordenadas geográficas referidas al Meridiano de Greenwich.

Vértice	Longitud W	Latitud N
PP	1º 16' 00"	42º 33' 40"
P2	1º 15' 00"	42º 33' 40"
P3	1º 15' 00"	42º 33' 20"
P4	1º 12' 20"	42º 33' 20"
P5	1º 12' 20"	42º 34' 20"
P6	1º 12' 00"	42º 34' 20"
P7	1º 12' 00"	42º 32' 40"
P8	1º 13' 20"	42º 32' 40"
P9	1º 13' 20"	42º 32' 20"
P10	1º 14' 00"	42º 32' 20"
P11	1º 14' 00"	42º 32' 40"
P12	1º 15' 00"	42º 32' 40"
P13	1º 15' 00"	42º 33' 00"
P14	1º 16' 00"	42º 33' 00"
PP	1º 16' 00"	42º 33' 40"

1.4. ANTECEDENTES MINEROS.

No se han reconocido apenas antecedentes mineros en la zona ocupada por el Permiso que se solicita, ni al momento de la redacción del Presente Proyecto existen referencias de posibles investigaciones desarrolladas con anterioridad.

1.5. DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA

El Permiso de Investigación solicitado “GOYO SUR”, se sitúa en el valle del río Onsella al sureste de Sangüesa, dentro de los Términos municipales de Sos del Rey Católico, y Undués de Lerda de la Provincia de Zaragoza (Aragón), y Sangüesa de la Comunidad Foral de Navarra, hoja nº 174 “Sangüesa”, del Mapa Topográfico Nacional a escala 1/50.000. La superficie de dichos términos municipales cubierta por el permiso de investigación es desigual, estando casi la totalidad de su superficie en el municipio de Sangüesa. En cuanto a las comunidades autónomas que afecta, 437,16 Ha se encuentran en Navarra y 379,32 Ha se encuentran en Aragón, siendo por tanto mayor la superficie en Navarra que en Aragón.

Las vías de comunicación son buenas accediéndose a la zona desde Pamplona por la autovía A-21 Pamplona-Jaca o la carretera nacional N-240 y desde Sangüesa por la autonómica NA-127 que se transforma en la A-127 al llegar a Aragón.

Según la ficha climática de la estación meteorológica de Javier, de la Agencia Estatal de Meteorología, el clima es, según la clasificación climática Köppen de tipo mediterráneo, templado con veranos cálidos y secos. Existe un mínimo marcado de precipitación en verano. Las temperaturas medias oscilan entre los 4ºC en enero y 22ºC en julio, siendo la media anual de 13,2 ºC. La precipitación media anual es de 623,50 mm.

El terreno es de relieve suave ya que el P.I. se sitúa en el valle del río Onsella.

La vegetación potencial, consultando los usos del suelo según el Corine Land Cover 2006, consiste en

- La mayor parte del P.I. está dedicada a campos de labor de secano (principalmente cereal y viñedos).

- Al este del permiso encontramos una pequeña formación de coníferas de repoblación, correspondientes a las obras de restauración del Canal de Bárdenas.

- En la zona oeste del permiso predominan los campos de regadío frente a los de secano.

Entre los campos de labor se encuentran algunas formaciones de Lastonares (Ruto angustifolii-Brachypodietum retusi). Estos herbazales se caracterizan por la dominancia del lastón o yesca (Brachypodium retusum) que puede constituir más del 75% de la vegetación, acompañado otras gramíneas y, a veces, del Brachypodium phoenicoides.

Los campos de labor que han sido abandonados han sido paulatinamente colonizados por formaciones de matorral bajo de aliaga, tomillo y lavanda (Sideritido-Salvion lavandulifoliae,Salvio lavandulifoliae-Ononidetum fruticosae).

Por último cabe destacar las formaciones ripiaras asociadas a la ribera del río Onsella tales como choperas-saucedas con Populus nigra y Salix alba así como de vegetación acuática asociada a las aguas corrientes o estancadas en remansos del río.

Se adjunta plano 1 de situación del P.I. donde pueden localizarse los rasgos topográficos descritos.

1.6. AMBIENTE GEOLÓGICO REGIONAL

Desde el punto de vista geológico, el Permiso de Investigación “GOYO SUR” se localiza en la Zona Centro de lo que sería en el Cretácico la línea de Costa Sur de la enorme cuenca Geosinclinal Pirenaica.

Tras la etapa tectogenética Hercínica, una etapa distensiva tardihercínica tiene singular importancia en la posterior evolución paleogeográfica de la Región.

Durante todo el periodo Cretácico y Paleoceno, la deposición de materiales es claramente marina, de costas someras con alternancia de líneas de borde continental como lo demuestra la deposición de alternancia de conglomerados con margas y arenas con evidencias de poca profundidad (nummulites +/-150 m). Estos fenómenos se mantienen hasta el Oligoceno en que comienzan las pulsaciones pirenaicas y retiran el mar abierto facilitando la deposición de evaporitas paralicas, con comunicación intermitente con el océano, hasta su aislamiento total en la segunda fase pirenaica en el Sannoisiense.

En la zona afloran dos unidades principales intensamente plegadas:

- La **Secuencia Cretácico & Paleoceno**: Comprende calizas, dolomías y margas que son el resultado de procesos de deposición epicontinental y paralico que tuvieron lugar durante la primera fase de la regresión marina.

- La **Secuencia Eoceno & Oligoceno**: Consiste en materiales que abarcan desde el Eoceno Superior hasta el Oligoceno Inferior, y posiblemente el Superior en la parte alta de la columna.

Esta secuencia está formada por alternancia de yesos y sales evaporíticas junto a la facies de areniscas calcáreas con margas, de edad *Sannoisiense* (ver plano 2).

Al final del Eoceno se inicia una etapa compresiva correspondiente a la fase Pirenaica. Esta origina discordancias locales, al mismo tiempo que se produce una pérdida de profundidad en la cuenca, restringiéndose progresivamente la cuenca marina hasta que se establece un régimen lacustre.

Todo este proceso culmina con la formación de cuatro unidades tecto-sedimentarias (U.T.S) que corresponden con una formación de la cuenca sedimentaria.

2. PROCEDIMIENTO DE INVESTIGACIÓN.

2.1. INTRODUCCIÓN

El Permiso de Investigación “GOYO SUR”, nº 35.920, se solicita para todos los recursos de la Sección C, con especial atención a las sales sódicas y potásicas, tal y como se describe en el punto 1.2 del presente proyecto.

El programa de investigación a desarrollar será llevado a cabo por técnicos de la empresa GEOALCALI, S.L., con el apoyo de consultoras 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.

GEOALCALI 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 de sustancias de la Sección C.

Por otra parte, conviene destacar que GEOALCALI, S.L. con el objeto de investigar, desde el punto de vista regional, todo el marco geológico-minero de materiales del Cretácico & Oligoceno en una zona previamente no investigada, obtendrá por primera vez información de los materiales en profundidad de todo tipo que servirá para comprobar las teorías geológicas y profundizar en el conocimiento geológico de la zona en particular y de las formaciones identificadas en la literatura en general. Establecerá un conocimiento hasta ahora inexistente, que además de usarse en la definición de recursos en la zona para el desarrollo de una exploración sistemática y racional, que dé como resultado el desarrollo y la explotación de operaciones mineras económicamente rentables en otros yacimientos satélites; también significará avanzar en el conocimiento científico con todos los beneficios futuros 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 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.
- 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.
- Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero del texto consolidado de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos (incluye las modificaciones de Ley 6/2010 de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos)
- 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 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.

- 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 Foral 4/2005, de 22 de marzo de Intervención para la Protección Ambiental de Navarra.
- Decreto Foral 93/2006, de 28 de diciembre por el que se aprueba el "Reglamento de desarrollo de la ley Foral 4/2005, de 22 de marzo, de Intervención para la protección Ambiental
- Ley foral 9/1996, de 17 de junio de Espacios naturales de Navarra.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

2.3. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.

Como se explica en el apartado 1.2, GEOALCALI, S.L. está investigando recursos de la sección C, con especial atención a las sales sódico-potásicas en la zona de Javier con prolongación hacia el este hacia Los Pintanos, ya en la Comunidad de Aragón. Dichas investigaciones se basan en la información disponible sobre investigaciones históricas llevadas a cabo por el IGME, la empresa nacional Adaro y la antigua empresa minera Potasas de Subiza, disponiendo de información geofísica, sondeos, etc. Dicha investigación comenzaba en la zona de Javier, en el área cubierta por el permiso de investigación “GOYO”, del que es titular GEOALCALI, S.L. y se prolongaba hacia el este. En su día en la zona se identificaron recursos de sales potásicas, si bien desconocemos por qué no se extendió la investigación hacia el oeste, ya que de dicha información histórica y del conocimiento de la geología de la zona, disponible en el IGME, se deduce que la formación continua hacia el oeste y no se describen estructuras que puedan suponer su desaparición o cierre de la cuenca potásica.

En el transcurso de la investigación llevada a cabo por GEOALCALI, S.L. en el Permiso de Investigación “GOYO” se han realizado sondeos y geofísica que han revelado una estructura de sinclinal de eje este-oeste. Por otra parte la cartografía geológica existente y el reconocimiento estructural en superficie, han revelado que dicho sinclinal se limita al sur por una estructura de anticlinal lo cual hace suponer que pueda repetirse al sur de dicha estructura un nuevo sinclinal en una serie plegada. La geofísica de superficie realizada en el sur del permiso “GOYO” parece confirmar la existencia de una estructura continua que da continuidad al anticlinal por el sur y que se prolonga en esta dirección. Ello nos ha llevado a suponer la extensión hacia el sur de la formación que incluye al yacimiento históricamente identificado.

Sin embargo al momento actual no se dispone de más información que la que nos da la teoría geológica y los indicios de la geofísica de superficie realizada en “GOYO”. Por ello, y siguiendo el más puro método científico, planteamos una serie de hipótesis que listamos a continuación.

- La estructura geológica, que contiene a la formación salina, se prolonga hacia el sur.
- Dicha formación salina contiene una o más capas de silvinita.
- Dicha formación podría contener también capas de carnalita.
- Las capas potásicas tienen un contenido suficientemente alto cómo para ser susceptibles de explotación minera.

Por tanto los objetivos del presente Proyecto de Investigación son:

- Avanzar en el conocimiento de la estructura geológica.
- Identificar y localizar la capa salina.
- Establecer en su caso el límite sur de la formación salina, de existir dicho límite.
- Averiguar la existencia de capas de sales potásicas.
- Establecer la riqueza mineral de dichas capas potásicas.
- Identificar otras posibles mineralizaciones de la sección C (objetivo secundario).

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

1) Trabajo de gabinete, recopilación de la información teórica existente de diversas fuentes.
2) Reconocimiento de campo. Identificación de estructuras en los afloramientos.
3) Con la información de los dos puntos anteriores, elaboración de una cartografía en detalle de unidades litológicas y de estructuras.
4) Realización de geofísica de superficie para localizar la capa salina y sus características.
5) Utilizar la información de la etapa anterior para localizar las zonas susceptibles de tener mineralización para ubicar los puntos de sondeo.
6) Realizar sondeos con recuperación de testigo y testificación geofísica en los mismos.
7) Realizar análisis petrográficos, químicos, mineralúrgicos, metalúrgicos, geotécnicos, etc. sobre las muestras obtenidas en los sondeos.
8) Integrar toda la información anterior en un modelo 3-D que nos dé el mayor conocimiento posible del yacimiento que en su caso se identifique.

Realizados todos los trabajos anteriores y si resultase positiva la identificación del recurso, se procedería a su evaluación técnico-económica desde el punto de vista minero.

2.4. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS A REALIZAR.

2.4.1. Recopilación de información.

Esta tarea es relativamente sencilla pues consiste en trabajo de gabinete, de búsqueda y consulta de información geológica, tectónica, hidrológica, sísmica, geoestructural, 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 punto de vista 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 Navarra, institutos de investigación, etc.

2.4.2. Reconocimiento de campo.

Esta tarea es también sencilla y consiste en la inspección y recorrido in situ de la zona para identificar afloramientos, estructuras geológicas, etc. y cotejar dicha información con la cartográfica y bibliográfica existente.

2.4.3. Geofísica de Superficie.

Para el conocimiento de la estructura geológica en profundidad, se realizará una campaña de geofísica en superficie. La geofísica a realizar consistirá básicamente en dos métodos geofísicos: Método de los Sondeos Electromagnéticos de Dominio de Tiempos (SEDT) y método Gravimétrico. Pasamos a describirlos a continuación.

2.4.3.1. 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 geoeléctrica 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, es razonable considerar que la resistividad del paquete salino será notablemente mayor que la de los materiales margosos situados al techo y el muro del mismo y por ello entendemos que su empleo está justificado.

Con el objetivo de alcanzar una profundidad de investigación del orden de 1.000 m para tratar de determinar el muro del paquete salino, 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 (HI) 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.

Dada la geometría de los límites del permiso y la relativa baja se realizaría un único perfil dirección Este-Oeste (plano 4).

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 de los bucles 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.

2.4.3.2. Método Gravimétrico.

Es una herramienta de eficacia demostrada como auxiliar para los estudios de la geología del subsuelo por su capacidad para poner de manifiesto el efecto de las estructuras y las unidades litológicas que representen un contraste de densidad notable. En este caso la baja densidad del paquete salino constituye la principal justificación para emplear este método en este estudio.

El carácter potencial del campo gravitatorio terrestre hace que el efecto de cualquier heterogeneidad en la distribución de la densidad del subsuelo se manifieste como una anomalía 2D en las medidas realizadas en la superficie. Por ello, un estudio gravimétrico raramente se plantea y se ejecuta sobre perfiles aislados. Lo habitual es cubrir toda la zona de interés con una malla más o menos regular de puntos de medida, que además debe extenderse por fuera de la referida zona aunque con puntos más espaciados.

De acuerdo con este planteamiento, proponemos realizar el estudio, con una cobertura equivalente a una malla de 200x200 m. Para simplificar el trabajo de campo y reducir su coste, se aprovecharán todos los caminos y carreteras para situar todos los puntos de medida que sean necesarios en ellas.

Las especificaciones técnicas que proponemos para el estudio gravimétrico son las siguientes:

- Control de deriva secular del gravímetro, que se realizará midiendo en un punto fijo al inicio y final de cada jornada de trabajo. Deberá mostrar un comportamiento lineal sin saltos ni discontinuidades a lo largo de toda la campaña.
- Control de repeticiones del gravímetro sobre al menos el 10% de los puntos de estudio, en el curso de programas de lectura diferentes. El análisis estadístico de las repeticiones deberá demostrar que el valor medio de las diferencias será menor de 0,02 mGal y que el 75% de las repeticiones presenta diferencias menores de 0,04 mGal.
- Control de la deriva. Cada programa de medidas, con una duración máxima de 4 horas, se iniciará y finalizará en una base gravimétrica. Se rechazarán los programas de medida cuyo error de cierre sea mayor de 0,03 mGal.
- Bases gravimétricas. Para toda la zona de estudio se establecerá una base gravimétrica a la que se asignará un valor arbitrario de gravedad. A esta base se enlazarán todas las medidas de los puntos de estudio. No consideramos necesario operar con valores absolutos de gravedad porque ello exigiría enlazar la referida base con alguna de la Red Gravimétrica del Instituto Geográfico

Nacional. Este trabajo adicional es innecesario y puede ser laborioso si no existe ninguna base próxima a la zona de estudio.
- Corrección lunisolar. Se realizará de modo automático utilizando software comercial suficientemente contrastado.
- Corrección del efecto del relieve. Se efectuará de modo automático a partir del modelo digital del terreno que se obtendrá integrando las coordenadas y cotas de los puntos de estudio con la base digital de datos topográficos a escala 1/25.000 y con puntos de malla de 25x25 m, que se obtendrá en el Instituto Geográfico Nacional.
- Cálculo de la Anomalía de Bouguer que se efectuará de modo automático utilizando el software comercial GravRed desarrollado por Geosoft.
- Separación de anomalías regional-residual mediante filtrado digital en el dominio de frecuencias, prolongación de campos o ajuste de superficies, dependiendo de las particularidades del Plano de Anomalía de Bouguer resultante del estudio.
- Interpretación estructural de los resultados del estudio mediante modelización (2,5D) y/o inversión 3D del Plano de Anomalía de Bouguer.

Los estudios gravimétricos requieren determinar con precisión las coordenadas y la cota de cada punto de medida. Estos datos intervienen en los cálculos de la corrección del efecto del relieve y de los valores de la Anomalía de Bouguer. La precisión requerida es con un error máximo de +/- 15 cm en X-Y y +/- 10 cm en Z.

2.4.3.3. Método magneto-telúrico.

Este método es indicado para alcanzar profundidades mayores que el SEDT, en caso de que su alcance no fuese suficiente.

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) y sin fuente artificial.

La técnica de medidas magneto-telúricas es pasiva 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.

Las fuentes en una campaña MT son corrientes eléctricas de la tierra que producen señales magnetotelúricas, la mayoría de estas señales son controladas por la actividad natural electromagnética sobre la superficie de la tierra. Las condiciones atmosféricas estaciónales 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.

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 Escalar (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 e interese la rapidez, se planificara tomando datos escalares.

La configuración de campo más recomendada generalmente es en modo tensorial, esto quiere decir que se medirán dos componentes del campo eléctrico (Ex y Ey) y dos componentes del campo magnético (Hy y Hx) 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 la geología, aportando mucha más información sobre la direccionalidad de las estructuras.

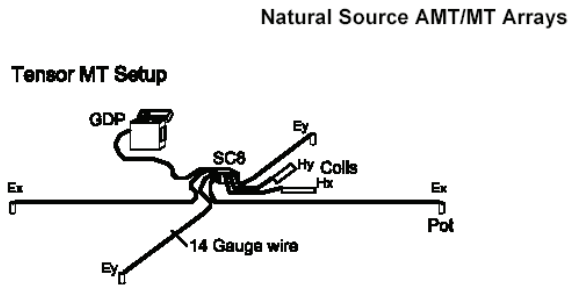


Figura 1. Configuración de campo de MT en forma tensorial.

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. Es lo más rápido.
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 le 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.

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 Cagnirad 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).

Si se mide 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.

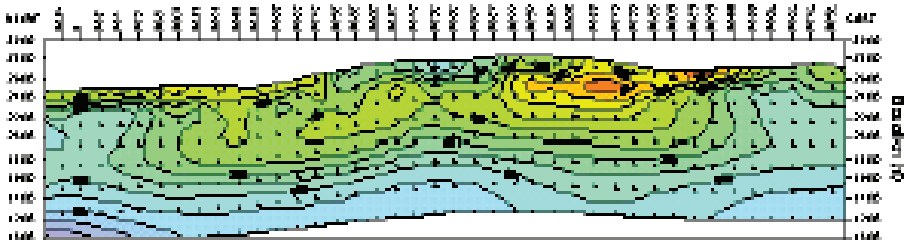


Figura 2. Ejemplo de perfil obtenido.

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 sistema se contempla para profundidades entre 150 y 1.500 m y podría sustituir al SEDT para grandes profundidades. En todo caso se usarían los mismos perfiles definidos para el SEDT.

El rango de frecuencias adecuado a la profundidad del estudio es desde 1 Hz hasta 1.024 Hz.

2.4.3.4. Geofísica sísmica.

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 más favorables. El objeto de estos nuevos perfiles de sísmica es completar y contrastar los perfiles sísmicos históricos ganando en detalle y resolución para poder definir de manera más precisa la estructura geológica correspondiente a los límites inferior y superior del horizonte salino.

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 1). 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 (Figura 3).

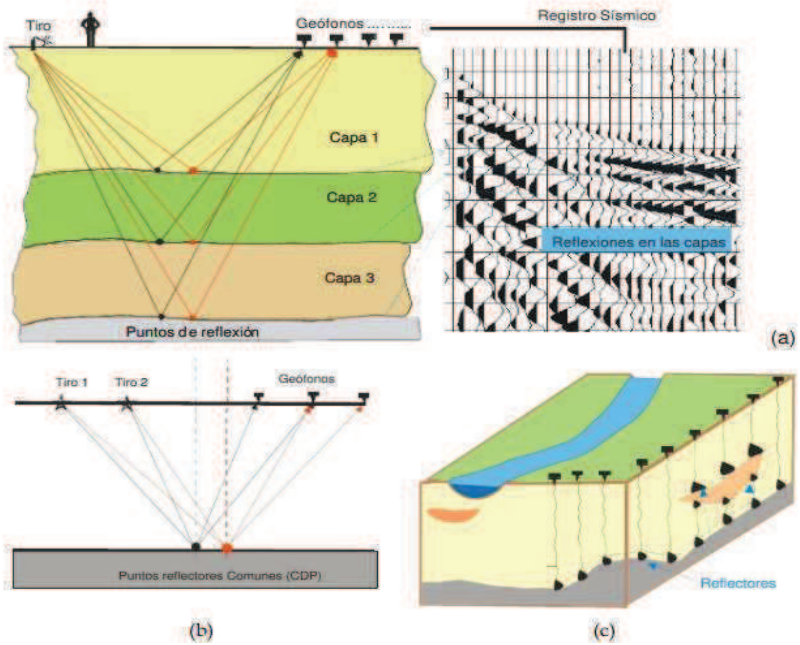


Figura 3
(a) Esquema del recorrido de los rayos reflejados en tres capas para una posición de emisión y dos estaciones receptoras (geófonos). Debido a la ecuación de propagación, las reflexiones quedan marcadas en el registro sísmico como trayectorias hiperbólicas.
(b) Una vez todas las reflexiones de 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 recibe, 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.

2.4.3.5. Tomografía Eléctrica.

Consiste en la medida de la respuesta del terreno a una serie de estimulaciones eléctricas. Se empleará un dispositivo de electrodos focalizado, 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 200 m para la Tomografía Eléctrica. La resolución disminuirá al incrementar la profundidad de investigación.

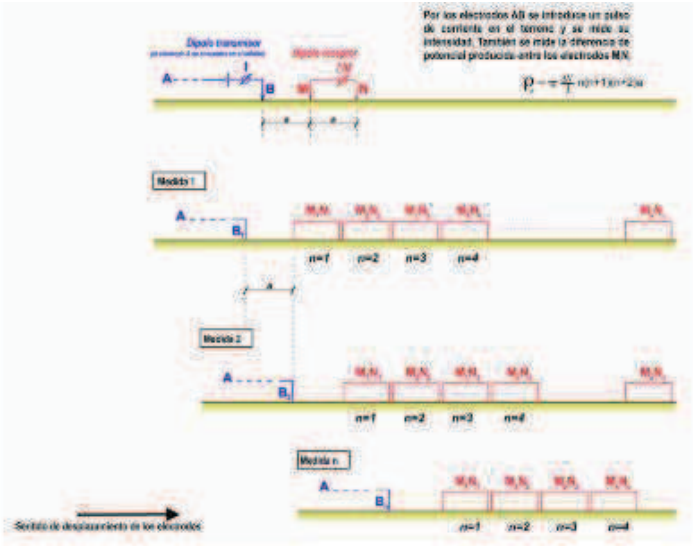


Figura 1. Dispositivo tipo Polo-Dipolo empleado para las medidas de resistividad aparente del terreno.

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-generador.

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 +-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.

2.4.3.6. Sísmica de Refracción.

El objetivo de estas medidas es 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.

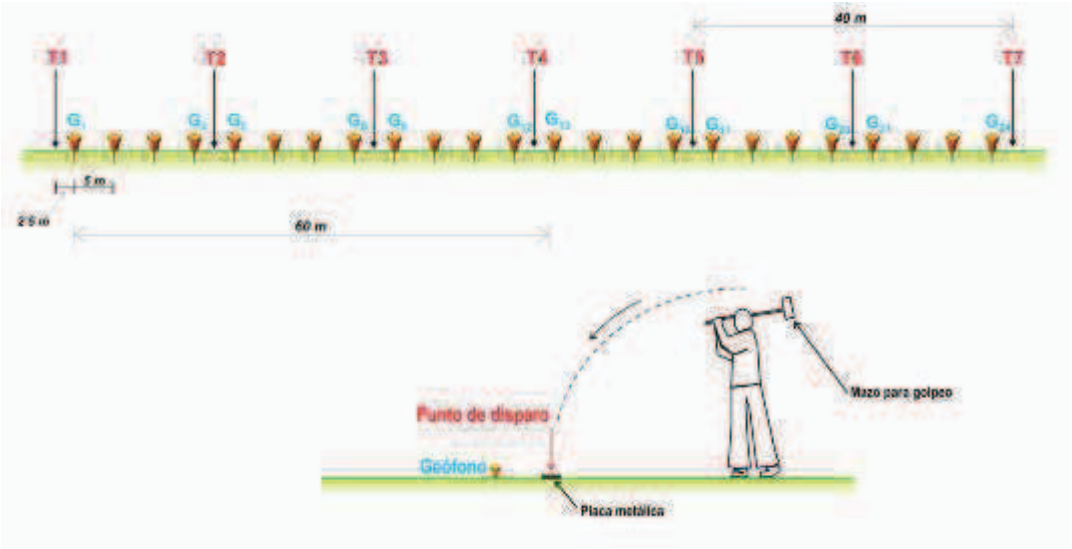


Figura 2. Esquema de la implantación sísmica que se utilizará para este estudio.

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 6 se puede observar un ejemplo de este tipo de secciones.

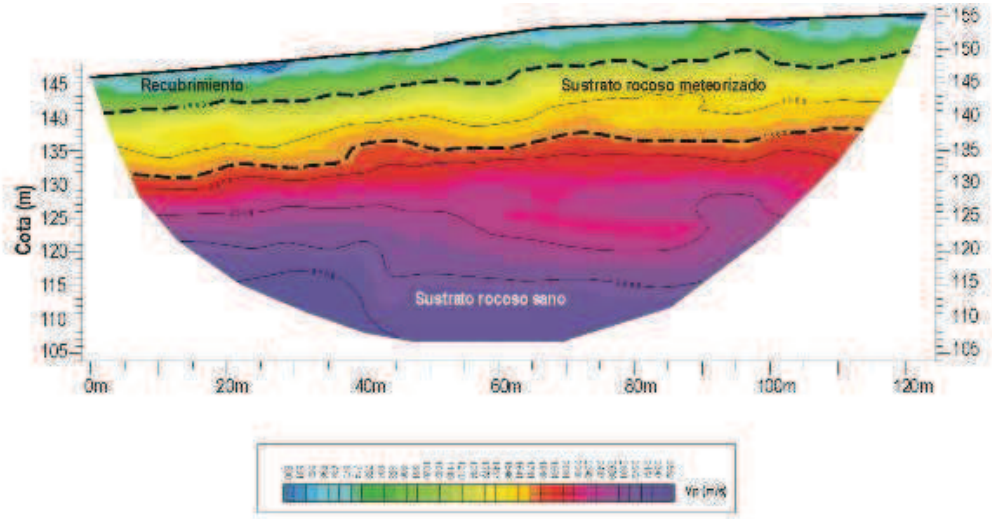


Figura 3. Ejemplo de sección resultante del procesado mediante inversión de datos de Sísmica de Refracción.

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.

2.4.3.7. Discusión sobre los distintos métodos geofísicos.

Sobre la utilización de uno u otro método geofísico, es algo que deberá decidirse en virtud del trabajo de gabinete. Dado el elevado coste del sistema de vibrosísmica, la lógica indicaría comenzar por los tres primeros sistemas, secuencialmente o simultáneamente en función del resultado de la evaluación previa. No obstante no se descarta realizar la vibrosísmica en primer lugar. Todo ello se organizará en función del primer análisis de gabinete, si bien en el presente plan se establecen las direcciones principales y en primera instancia de los levantamientos geofísicos, a expensas de su posible variación en función del desarrollo de las investigaciones.

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

2.4.4. Perforación de investigación.

Una vez identificados las ubicaciones de los sondeos, se procederá a la ejecución de los mismos. Se realizará perforación con recuperación de testigo continuo, si bien se podrá realizar perforación a destroza en los primeros 100 - 200 m con el fin de reducir costes y tiempos de ejecución. Dado que el conocimiento en superficie suele ser mayor, no hay problema por no obtener en algunos sondeos muestra de las capas más superficiales.

La perforación a destroza se realizará con tricono, bien neumáticamente como hidráulicamente en función de la litología a aplicar y de las posibilidades de la perforadora.

Posteriormente se continuará con recuperación de testigo con wire-line desde la superficie, para tener muestra de los materiales superiores para estudios geológicos y geotécnicos. Los testigos son colocados en cajas de madera y enviados cada día a una nave para su almacenaje y preparación de muestras.

El diámetro de perforación para la recuperación de testigo se intentará sea PQ (122,6 mm) en la mayor longitud posible para una mayor cantidad de muestra extraída en cada testigo, si bien en los sondeos largos se prevé se tendrá que reducir a HQ (96 mm) a partir de 500 m o antes si en el desarrollo de la perforación se hace inviable perforar en PQ. No se descarta reducir a NQ (75,7 mm) en las mismas circunstancias de necesidad de reducción o a partir de 1.000 m de profundidad.

En cuanto a la profundidad, es difícil estimarla al momento actual, ya que dependerá de la profundidad a la que se encuentre el paquete salino que es uno de las características a averiguar. No obstante y por la experiencia de GEOALCALI, S.L., se podrá perforar en profundidades entre 200 y 1.200 m, sondeos que se clasifican como poco profundos (López Jimeno, C. et al., 2006).

Toda perforación requiere un fluido de perforación que cumple una doble función: refrigeración de la broca de perforación, por un lado, y extracción del ripio de perforación por otro. Los fluidos de perforación a utilizar serán:

- En la perforación a destroza neumática, aire a presión. Si es hidráulica se utilizará agua con aditivos biodegradables.
- En la perforación con recuperación de testigo en roca no salina, lodo hidráulico con polímeros biodegradables.
- En la perforación con recuperación de testigo en el paquete salino (NaCl-KCl), se empleará una salmuera de cloruro sódico y potásico (y en su caso magnésico) para evitar la disolución del testigo.
- 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. Actualmente el mercado suple sin problemas de dichos productos.

En cuanto al emplazamiento de la perforadora y elementos auxiliares, la superficie afectada es mínima (menor de 150 m^2) 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, evitando en lo posible zonas forestales o de vegetación natural. Se buscará también ubicación con la mayor cercanía posible a los accesos.

La ubicación del sondeo se muestra en la tabla siguiente, si bien debe hacerse constar que es indicativa, ya que será el resultado de la geofísica previa el que determine la ubicación final de los sondeos. De dicha ubicación final 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.

Sondeo	**Coordenada X**	**Coordenada Y**
Sondeo nº1	643800	4712475

Tabla 2. Ubicación indicativa de los sondeos a realizar en el Permiso de Investigación "GOYO SUR" (Datum: ETRS89 / UTM Zone 30 N).

2.4.5. Geofísica 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 diagrafías 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. Por otro lado permite determinar en un sondeo en estratos de rocas salinas si se trata de halita, silvina o carnalita, ya que en el mismo orden se encuentran cavidades cada vez más apartadas de la sección perforada. Esto se debe a que la carnalita es un mineral muy soluble y de estructura milonítica, por lo que se deshace fácilmente y, por el contrario, la halita es menos soluble y más compacta manteniéndose más tiempo la sección primitiva; siendo la silvina un caso intermedio entre los dos anteriores.

Radiación Gamma Natural. Consiste en medir la radiactividad natural del terreno. En el caso que nos ocupa de sales de potasio es muy interesante pues además de permitir identificar dentro de una serie evaporítica las capas con contenido en potasio (único elemento radiactivo dentro de una serie evaporítica), existe una correspondencia directa entre intensidad de radiación y contenido en potasio.

Resistividad normal con doble espaciado (16""-64"") + Resistencia monoelectródica. 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 sobe 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.

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 diagrafía 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 Vp y Vs 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. Es de gran utilidad en registros en formaciones salinas en la que existen minerales como la halita, que no es radioactiva, ni tiene hidrógeno y su densidad es de 2 g/cm3 y la carnalita, que es ligeramente radiactiva (por los átomos de potasio), tiene hidrógeno en su agua de cristalización y su densidad es la más baja de los tres cloruros, pues es de 1,6 g/cm3. También es útil para distinguir entre la anhidrita, que tiene una densidad de 3 g/cm3 y el yeso que tiene 2,3 g/cm3.

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. Dado que la carnalita contiene agua en su composición, requiere el registro de la Radiación Gamma Natural para hacer las correcciones debidas al hacer el cálculo de 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 potasio existiendo una correspondencia directa entre intensidad de radiación y contenido en potasio. El registro Gamma Espectral permite distinguir entre la radiación gamma la que es emitida debido a diferentes isótopos. Así permite distinguir la radiación emitida por el potasio de la emitida por otros elementos como el uranio y el torio. Esto permite conocer el contenido de estos dos elementos pero además hace más exacto el cálculo del contenido en potasio, aparte de otras conclusiones que se puedan sacar de comparar los resultados con el resto de ensayos geofísicos.

2.4.6. Análisis de muestras.

Los testigos obtenidos en los sondeos se llevarán a una nave para su almacenamiento, clasificación y preparación de muestras.

Desmuestre.

Para la obtención de muestras para enviar al laboratorio, se trabajará sobre los testigos obtenidos en las perforaciones. Se podrán extraer no sólo muestras de la zona mineralizada, si no de las capas superiores para su caracterización y un mejor conocimiento de las características del macizo geológico.

La preparación de muestras se realizará en las instalaciones de Geoalcali, S.L. con personal propio, desde donde se enviarán a los correspondientes laboratorios. El proceso 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 geólogos de Geoalcali, S.L.
b) Fotografiado de las cajas y elaboración de la columna litológica, con anotación de toda la información relevante.
c) Elección de las zonas donde extraer la muestra.
d) Corte de los testigos en cilindros de 30 cm de longitud.
e) Corte de dichos cilindros en 4 partes iguales.
f) Para los análisis físico-químicos se tomará ¼ de testigo.
g) Para los análisis de metalúrgicos se tomará ¼ de testigo.
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 diversos laboratorios para realizar las pruebas correspondientes.

Se debe indicar que aparte de las muestras así preparadas, con sales puras de NaCl y KCl se prepararán tres dobles muestras de control para cada muestra preparada del testigo (dos muestras de cada preparación) que también se enviarán a los laboratorios.

Ensayos físico-químicos.

Los ensayos de laboratorio consistirán para las muestras de silvinita/carnalita, en:

- Gravedad especifica en testigos mediante cera.
- Óxidos mayores.
- Análisis de solubles en agua.
- Residuo insoluble.

Como se ha mencionado anteriormente, se elaborarán muestras de ¼ de testigo cada 30 cm.

Ensayos mineralógicos y mineralúrgicos.

Se realizarán una serie de ensayos mineralúrgicos preliminares de laboratorio con el fin de averiguar las técnicas metalúrgicas más idóneas para el beneficio de la mena. En este caso particular los estos estudios irán dirigidos a aportar la necesaria información de cara a consumos eléctricos en kwh y dimensionamiento de la molienda, flotación, etc.

Los ensayos a realizar son:

a) Registro de las muestras y preparación composición de las muestras de trabajo. Tras recibir e inspeccionar las muestras, se preparará una mezcla homogénea

que sirva de base para los diferentes ensayos a partir de las secciones individuales del testigo. Cada sección será molida por separado a un tamaño menor de 12,5 mm y posteriormente se hará una mezcla ponderada en peso de las diferentes secciones. La muestra resultante será bien homogeneizada previamente a su caracterización.

b) Definición de tamaño de grano. Sobre la sub-muestra de 1 Kg preparada a menos de 12,5 mm se realizará un cribado en seco estableciendo las siguientes fracciones:

- Más de 5 mm.
- Entre 2,5 y 5 mm.
- Entre 1 y 2,5 mm.
- Entre 250 µm y 500 µm
- Entre 125 µm y 250 µm
- Menos de 125 µm

Cada fracción será pesada, sub-muestreada y sometida al ensayo químico descrito en el apartado c).

c) Ensayo químico. 1 Kg de sub-muestra será pulverizada y enviada a un laboratorio externo para un análisis químico de Ca, Na, Mg, K, cloruro soluble, carbono total y azufre total.

d) Mineralogía óptica. Se realizará por un laboratorio externo e incluirá:

d.1) Descripción mineralógica. Identificación de minerales.

d.2) Análisis modal.

d.3) Liberación/asociaciones de partículas.

d.4) Preparación de secciones delgadas, analizándose dos secciones por muestra (Microscopia de Luz Reflejada y XPL luz polarizada cruzada). Irán dirigidos a definir las relaciones mineralógicas de las facies.

e) Ensayos físicos. Requerirán 25-40 Kg de muestra en varias fracciones de tamaño. Incluyen:

e.1) BRMW Index (Bond Rod Mill Work Index). Sirve para medir la resistencia del material a la trituración y molienda. Requiere un mínimo de 15 Kg de material de menos de 12,5 mm de tamaño de grano.

e.2) Bond Ball Mill Work Index. Sirve para medir la resistencia del material a la trituración y molienda bajo la acción de un molino de bolas. Requiere 15 kg. De muestra con un tamaño inferior a 3,35 mm.

e.3) Determinación del índice de Abrasión. Prueba de abrasión que necesita al menos 5 Kg de muestra.

f) Preparación de salmuera de equilibrio para silvinita. Es necesario tener una salmuera en equilibrio para realizar los test de flotación y requiere aproximadamente 10 Kg de muestra. Alternativamente se puede utilizar una salmuera en equilibrio sintética

cuando la disponibilidad de la muestra es limitada. Este último procedimiento reduce el requerimiento de muestra a 2 – 3 Kg.

g) Pruebas de flotación de silvinita. Es un programa que incluye una calibración de molienda, 10 ensayos de flotación y 5 ensayos de flotación de afino, requerirá aproximadamente 20 Kg de muestra. Cada muestra producirá hasta seis productos y tres salmueras para ensayos.

g.1) Calibración de molienda. Se hacen una serie de ensayos de molienda para determinar el tiempo requerido para obtener una distribución de tamaño de partícula apto para los test de flotación.

g.2) Test de flotación. Se llevarán a cabo hasta doce pruebas de flotación primaria en cada muestra principal con el fin de evaluar la respuesta de las muestras a la flotación. La prueba evaluará tamaños óptimos de partícula, concentraciones, deslamado y características principales de los lodos de flotación.

g.3) Test de afino de flotación. Se realizarán un máximo de cinco pruebas de flotación con el fin de desarrollar un régimen de flotación limpia adecuado. Se evaluarán las mejores condiciones según la calidad del material de salida, investigando los factores, el número de etapas y reactivos necesarios.

h) Pruebas de deshidratación.

h.1) Preparación de la muestra. Se deben repetir hasta cinco veces los test de disolución y flotación para producir suficiente concentrado y colas para realizar las pruebas de deshidratación.

h.2) Prueba de espesantes. Con el fin de ayudar en el dimensionamiento de espesantes en todo el circuito de flotación, se deben hacer pruebas de decantación estática sobre las muestras de la alimentación de flotación, concentrado final y colas. La prueba incluirá, en su caso, la detección y las dosis de floculante y densidades de alimentación.

h.3) Prueba de filtrado en vacío. Esta prueba se lleva a cabo en una muestra de los vapores de concentrados espesados obtenidos según j.1 con el siguiente procedimiento:

1. Los sólidos sedimentados se agitan para asegurar una pasta homogénea;

2. Se somete a un vacío, y se sumerge el filtro en la pulpa agitada durante un período de recogida. Se retira el filtro a continuación y se mantiene con la tubería de desagüe hacia abajo durante el tiempo de secado asignado;

3. La torta se retira a continuación, se pesa, se seca y se registra el peso seco.

2.4.7. Modelización.

Toda la información obtenida en los trabajos descritos se introducirá en un modelo 3-D para la evaluación geológico-minera.

2.4.8. Otras labores de investigación.

Existen otras labores normales en la investigación geológico-minera que si bien en principio no se contemplan en el presente proyecto por considerar que con las expuestas se cubre suficientemente los objetivos planteados, podrían plantearse en función del desarrollo de los trabajos. Estas son:

- Fotogeología.
- Calicatas.
- Galerías de investigación.
- Montaje de planta piloto.

3. 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, no realización de trabajos). Cada ensayo, prueba y trabajo nos dará una información que nos condicionará los siguientes 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 de la administración.

3.1. 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, GEOALCALI, 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, GEOALCALI, S.L. cuenta 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.

3.1.1. Medios propios.

Los medios propios de que consta GEOALCALI, 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 todoterreno con capacidad de carga.
- Software minero (DataMine), CAD, etc.

El personal técnico propio de GEOALCALI, S.L. está compuesto por:

- Pedro A. Rodríguez Fernández (Geólogo) como Director de Desarrollo y geólogo consultor.

- Gonzalo Roberto Mayoral Fernández (Ingeniero de Minas) como Director de Proyecto y Director Facultativo del Permiso.
- Fernando Palero Fernández (Geólogo) como Geólogo Jefe del proyecto.
- Lucía Martín Fernández (Geóloga) como Geóloga de Campo.
- Daniel Muñiz Martínez (Geólogo) como Geólogo de Campo.
- Víctor Dotti Boada (Ingeniero Químico) como Director de Procesos y supervisor de los ensayos y pruebas de laboratorio.
- Laura Pingarrón Martín (Licenciada Ambiental) como técnica supervisora en temas medioambientales.
- 2 operarios de campo.
- Personal de empresa administrativo y técnico (4 personas) para labores accesorias.

Los currículos del personal de GEOALCALI, S.L., con los del personal adscrito a las empresas subcontratadas, se encuentran en el Anexo I.

El trabajo a realizar por dicho personal son los trabajos de recopilación de información de todo tipo, elaboración de cartografía, levantamiento geológico, definición del yacimiento, toma y preparación de muestras de superficie y suelos así como de sondeos, toda la testificación de sondeos, supervisión de las labores de geofísica, perforación con recuperación de testigo, supervisión de análisis, control, supervisión y coordinación de contratas, reconocimiento de campo, elaboración de informes y estudios.

3.1.2. 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., que está colaborando con GEOALCALI, S.L. en los actuales permisos otorgados. En el Anexo II se encuentra el dossier de I.G.T., S.L. con información acerca de la misma y de los equipos de que dispone.

El personal de I.G.T. adscrito es:

- Ángel Granda Sanz (Ingeniero de Minas) como Director Facultativo de la prospección geofísica.
- Teresa Granda París (Ingeniero de Minas) como ingeniero consultor.
- Alejandro Madrid Contreras (Ingeniero de Minas) como ingeniero consultor.
- José Enrique Borges Viralta (Ingeniero Geofísico) como ingeniero consultor.
- 2 técnicos de campo.

Realizará tanto la geofísica de superficie como la de los sondeos verticales.

Para la geofísica con el SEDT en principio para la ejecución de las medidas se utilizará un sistema PROTEM de la marca Geonics, Ltd.

Para las medidas gravimétricas de este estudio se empleará un gravímetro Lacoste & Romberg modelo G (s/n G-636). Este gravímetro tiene una sensibilidad de 0,01 mGal y va equipado con termostato.

El equipo de geofísica consta de 3 personas más vehículo preparado con cabrestante y los equipos geofísicos. Su permanencia en obra será puntual para el caso de los sondeos (1 ó 2 días por sondeo) o en periodos de trabajo de 1 – 2 semanas para el caso de la geofísica de superficie.

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 Sección de Minas del Gobierno de Navarra.

Durante el periodo 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 Sección de Minas del Gobierno de Navarra de dicha contratación y se le suministrará la información y documentación correspondiente.

3.1.3. Perforación de investigación.

Dada la especialización requerida para la realización de los trabajos de perforación con extracción de testigo, 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.

En principio, la empresa que realizará los trabajos es Sondeos y Perforaciones del Bierzo que está trabajando para GEOALCALI, S.L. en los actuales permisos otorgados.

Cada equipo de perforación consta de 3 personas (perforista más dos ayudantes) que trabajarán en 3 turnos al día. Se prevé un equipo por lo cual el número total de operarios será de 9 personas, más un encargado y en su caso un técnico a tiempo parcial, completando un total 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 Sección de Minas del Gobierno de Navarra.

Durante el periodo 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 Sección de Minas del Gobierno de Navarra de dicha contratación y se le suministrará la información y documentación correspondiente.

Algunas de las empresas con las que se ha trabajado o se puede trabajar son:

- GEONOR, S.L.
- INSERSA.

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

3.1.4. Ensayos de laboratorio.

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

Los laboratorios elegidos son:

- ALS-Global para los ensayos físico-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.
- 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 http://www.agq.com.es/.
- L.E.C. (Laboratorio de Ensayos Cristalográficos) para los ensayos cristalográficos. Laboratorio del CSIC y la Universidad de Granada con gran prestigio en el campo de la cristalografía.

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

- OMAC & Alex Stewart (Irlanda).
- Laboratorios del Instituto Geológico Minero de España.
- Universidad de Navarra.
- Universidad de Zaragoza.
- Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Oviedo.
- Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid.
- K-UTEC (Alemania).

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.

3.1.5. Modelización del yacimiento y consultoría/asesoría.

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

- GEOTREX, S.L., empresa de investigación y modelización geológico-minera subcontratada 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 GEOALCALI, S.L. adscrito al proyecto. En el Anexo I se encuentran los currículos detallados de las personas adscritas al proyecto. Se adjunta el correspondiente dossier de empresa en el Anexo IV.
- Agapito Associates, Inc., empresa norteamericana de amplia experiencia en la consultoría e ingeniería geológico-minera que no sólo actúa como consultora

sino también como auditoria de los trabajos llevados a cabo por GEOALCALI, S.L. dentro del marco de los códigos internacionales JORC y 43-101. http://www.agapito.com/

Ambas 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.

4. PROGRAMA 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. No obstante, para un primer programa de trabajos, vamos a suponer que el yacimiento existe y no está limitado físicamente por estructura alguna. Se comenzará por una labor de gabinete, de recopilación de información existente y análisis a la que seguirá una geofísica de superficie y en caso de obtener resultados positivos, una campaña de sondeos. En el primer paso de recopilación de información, tendrá una gran importancia los resultados de la investigación del vecino permiso de investigación “Goyo”, del que también es titular Geoalcali. Las estructuras y características de la formación que se identifiquen, serán extrapoladas hacia el presente permiso “Goyo Sur”, siendo pieza fundamental para intuir características y disposición y planificar los trabajos de investigación de campo.

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 Administración Minera competente.

4.1. TRABAJOS A REALIZAR DURANTE EL 1º AÑO.

Durante el primer año se prevé realizar:

- Localización, recopilación y reinterpretación de la información proveniente de los trabajos desarrollados por otras compañías y administraciones públicas si existiese (SEPI-Adaro, IGME, universidades, etc.).
- Ejecución del soporte documental.
- Cartografía detallada (1/2.000). Se hará especial hincapié en la individualización y caracterización de las distintas unidades litológicas y de los sistemas de fractura/falla y de las alteraciones y mineralizaciones que afecten a dichas unidades. En todo el área del permiso.
- Extrapolación de resultados de la investigación en el vecino permiso “Goyo”, análisis de la estructura identificada en dicho permiso y establecimiento de su continuidad en el presente permiso “Goyo Sur” para planificar los trabajos de campo.

4.2. TRABAJOS A REALIZAR DURANTE EL 2º AÑO.

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

- Realización de la geofísica de superficie, 1 perfil SEDT y gravimetría. Establecimiento de la estructura geológica en profundidad.
- Modelización y análisis de recursos.
- Establecimiento de la estructura geológica en profundidad.

4.3. TRABAJOS A REALIZAR DURANTE EL 3º AÑO

Finalmente se procedería a la realización en este tercer año, y en virtud de los resultados del segundo año, a la realización de los siguientes trabajos:

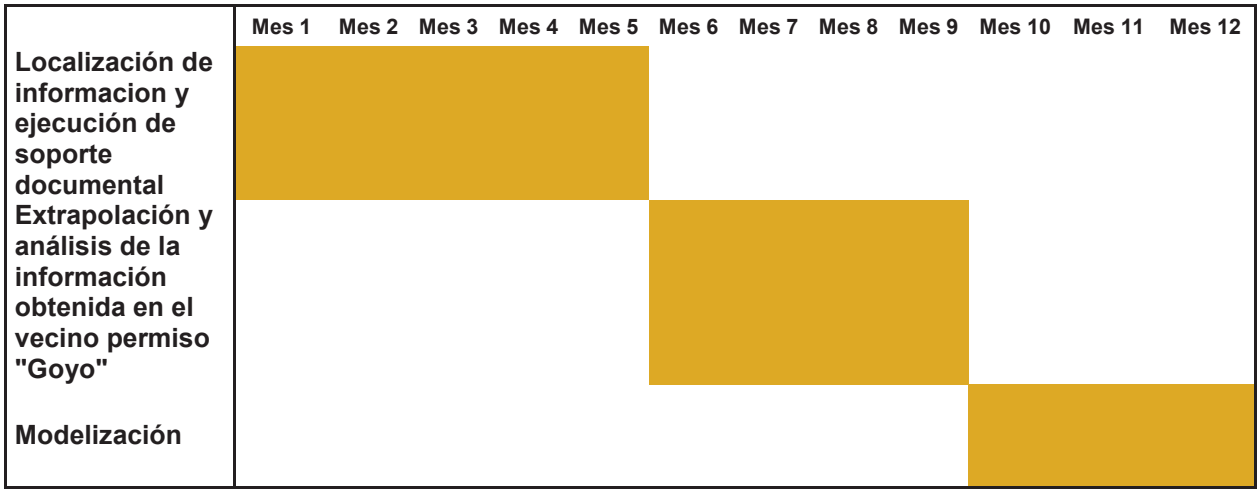
- Ejecución de 1 sondeo con recuperación de testigo.
- Análisis físico-químicos, metalúrgicos, etc. de las muestras obtenidas.
- Corrección de la estructura geológica en profundidad.
- Modelización final y análisis de recursos.

4.4. PRÓRROGA DEL PERMISO DE INVESTIGACIÓN

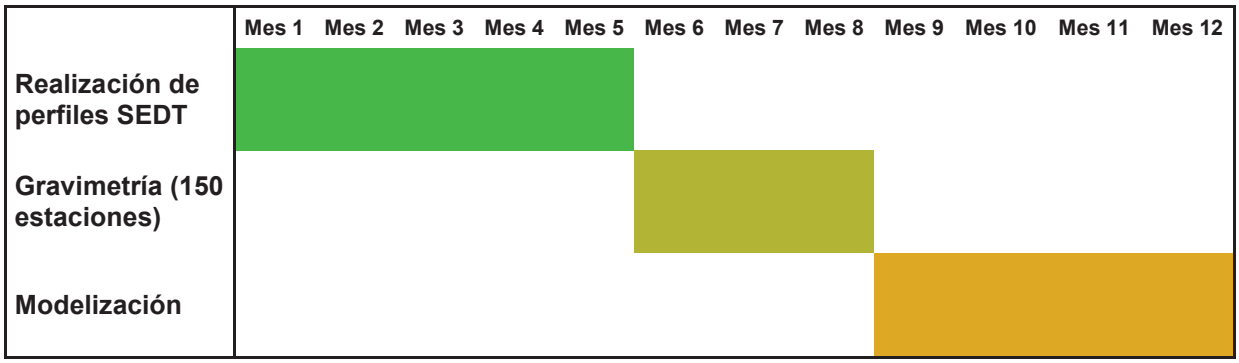
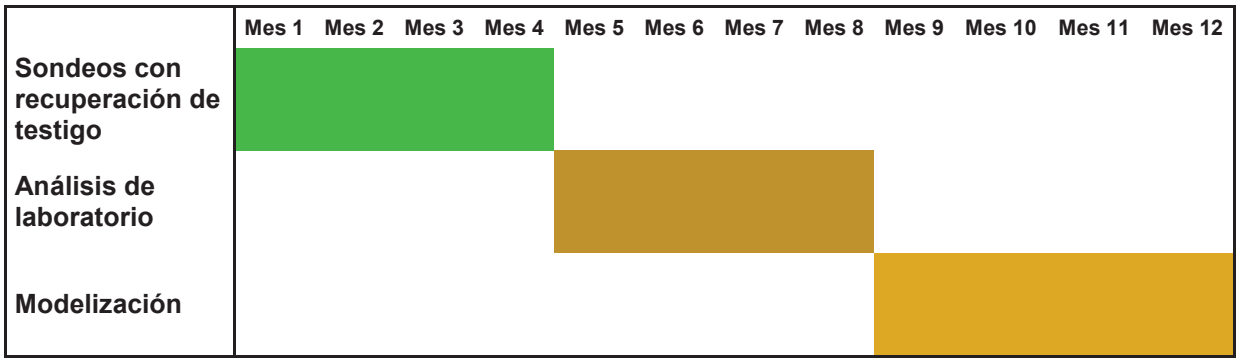
En caso de alargarse los trabajos de investigación o crecer la complejidad de esta de forma que fuese necesario un mayor tiempo para completar la investigación, no se descarta la posibilidad de solicitar prórroga del permiso de investigación.

4.5. CRONOGRAMA DE BARRAS DE LAS ACTIVIDADES PROYECTADAS.

4.5.1. Primer año de permiso.



4.5.2. Segundo año de permiso.



4.5.3. Tercer año de permiso.