



**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN EN EL
PERMISO DE INVESTIGACIÓN “SANTA LUCÍA”,
PINA DE EBRO Y LA ALMOLDA (ZARAGOZA)**

ENERO 2024

CONTENIDO

DOCUMENTO I: MEMORIA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

- 1.- INTRODUCCIÓN
- 2.- DESIGNACIÓN DEFINITIVA DEL TERRENO SOLICITADO
- 3.- LOCALIZACIÓN
- 4.- CARACTERÍSTICAS DE LA EMPRESA PROMOTORA
- 5.- CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS
- 6.- EQUIPO TÉCNICO Y MEDIOS AUXILIARES
- 7.- PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN
- 8.- CRONOGRAMA DE LOS TRABAJOS PREVISTOS
- 9.- PRESUPUESTO

DOCUMENTO II: PLANOS

- PLANO 1.- LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA
- PLANO 2.- PERÍMETRO DEFINITIVO DEL PERMISO
- PLANO 3.- DERECHOS MINEROS EN LA ZONA DEL P.I. SANTA LUCÍA
- PLANO 4.- MAPA GEOLÓGICO
- PLANO 5.- PLANO DE LABORES DEL SEGUNDO AÑO
- PLANO 6.- PLANO DE LABORES DEL TERCER AÑO

DOCUMENTO I

MEMORIA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

INDICE

DOCUMENTO I: MEMORIA	Pg.
1.- Introducción _____	06
1.1.- Justificación _____	07
2.- Designación definitiva del terreno solicitado _____	08
3.- Localización _____	09
4.- Características de la empresa promotora _____	10
4.1.- Pladur Gypsum S.A.	10
4.2.- Sistemas Constructivos Pladur®	11
4.3.- Solvencia Económica	11
5.- Características Geológicas _____	12
5.1.- Contexto Geológico Regional	12
5.2.- Geología del Entorno del Permiso de Investigación	14
6.- Equipo técnico y medios materiales _____	18
6.1.- Equipo técnico	18
6.2.- Medios materiales	19
6.3.- Contratación de equipos a terceros	19
7.- Programa de investigación durante la vigencia del P. I. _____	20
7.1.- Objetivos	20
7.2.- Plan general de la investigación.	21
7.3.- Descripción de las actuaciones previstas	22
7.3.1 Obtención de la topografía	22
7.3.2 Estudio bibliográfico	22
7.3.3 Cartografía geológica de detalle	22
7.3.4 Sondeos mecánicos	23
7.3.5 Testificación, muestreo y análisis	24
7.3.6. Prospección geofísica	25
7.3.7 Modelización 3-D	26
7.3.8 Cubicaciones y estimación de recursos	26
7.4.- Planificación anualizada de las labores de investigación	27
7.4.1 Trabajos a realizar el PRIMER año	27
7.4.2 Trabajos a realizar durante el SEGUNDO año	28
7.4.3 Trabajos a realizar durante el TERCER año	29
8.- Cronograma de los trabajos previstos _____	31
9.- Presupuesto de los trabajos a realizar _____	33
9.1.- Presupuesto del primer año de vigencia	33
9.2.- Presupuesto del segundo año de vigencia	33
9.3.- Presupuesto del tercer año de vigencia	34
9.4.- Presupuesto Total	34

LISTA DE FIGURAS

	Pg.
Figura 1.- Vista de la planta de Pladur Gypsum en Gelsa	07
Figura 2.- Designación definitiva del P.I. SANTA LUCÍA	08
Figura 3.- Localización del P.I. SANTA LUCÍA	09
Figura 4.- Dispositivo industrial de Pladur Gypsum S.A. en España	10
Figura 5.- Geología General de la Cuenca del Ebro	12
Figura 6.- Principales unidades litológicas en el área de estudio	15
Figura 7.- Cronograma de las tareas de investigación	32

LISTA DE TABLAS

	Pg.
Tabla 1.- Designación definitiva del P.I. SANTA LUCÍA	08
Tabla 2.- Presupuesto del primer año de vigencia	33
Tabla 3.- Presupuesto del segundo año de vigencia	33
Tabla 4.- Presupuesto del tercer año de vigencia	34
Tabla 5.- Presupuesto Total	34

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA EL PERMISO DE INVESTIGACIÓN PARA YESOS “SANTA LUCÍA”

1.- INTRODUCCIÓN

La sociedad PLADUR GYPSUM, S.A., con domicilio a efecto de notificaciones en Carretera de Andalucía (N-IV), km 30,200 – 28343 Valdemoro (Madrid) y C.I.F. A-79087987 solicita en noviembre de 2023 un Permiso de Investigación para yeso (Sección C) denominado “SANTA LUCÍA”, a la Sección de Minas del Servicio Provincial de Zaragoza, dependiente del Departamento de Economía, Empleo e Industria. El citado permiso ocupa una superficie de 43 cuadrículas mineras en los términos municipales de Pina de Ebro y La Almolida, ambos de la provincia de Zaragoza.

El presente documento desarrolla la investigación propuesta para el P.I. SANTA LUCÍA, con el fin de determinar la cantidad y calidad de yeso explotable que se encuentra en el área solicitada, así como la viabilidad técnica, económica, social y medioambiental de su explotación.

El documento contiene la información requerida en la legislación minera y en particular en el Artículo 66.1 del Reglamento General para el Régimen de la Minería, de 25 de agosto de 1978. De forma paralela, se presenta el Plan de Restauración asociado a los trabajos de investigación propuestos.

1.1.- Justificación

El mineral de yeso es la materia prima principal para la fabricación de placa de yeso laminado. La creciente demanda de productos de placa de yeso por parte de la sociedad es satisfecha por fábricas como la que tiene Pladur Gypsum S.A. en Gelsa, Zaragoza (Fig. 1).



Figura 1.- Vista aérea de la fábrica de Pladur Gypsum S.A. en Gelsa, Zaragoza

El mineral de yeso es un ejemplo típico de las sustancias denominadas high-place value (alto valor de localización) junto con los áridos y la arcilla para cerámica roja. En estos productos, que se emplean en grandes volúmenes, su valor viene determinado por la distancia de la cantera al centro de producción debido al alto impacto que tiene el coste del transporte en su coste total, de ahí la importancia de contar con recursos minerales lo más cerca posible del centro de transformación, en este caso la fábrica de Gelsa. Reducir las distancias de transporte no sólo presenta una ventaja económica desde el punto de vista de la rentabilidad y por tanto de la supervivencia de la instalación, sino también medioambiental, al reducir las toneladas-km transportadas y por tanto las emisiones de gases de efecto invernadero.

Las instalaciones industriales de fabricación de placa de yeso son intensivas en capital, requiriendo fuertes inversiones para su establecimiento y puesta en marcha, lo que exige un alto número de años de funcionamiento para garantizar la recuperación de las inversiones iniciales. Por esto, este tipo de industrias necesitan garantizar su actividad en el largo plazo, para lo que deben disponer de suficientes recursos geológicos, en este caso de yeso. La explotación de estos recursos tiene, sin duda, un impacto en el medio, que debe ser minimizado para conseguir un balance entre la necesidad de satisfacer la demanda de la sociedad de estos productos y la preservación del patrimonio natural del planeta, tanto durante como al finalizar la actividad extractiva. Pladur Gypsum S.A. y su matriz ETEX, defensores de una explotación responsable de los recursos geológicos, pretende con esta investigación, localizar los recursos geológicos que le permitan continuar su actividad en el medio y largo plazo, en aquellas zonas del entorno de la fábrica de Gelsa en la que el impacto al medio natural sea el menor posible, evitando zonas con algún valor medioambiental digno de protección.

Todos estos motivos han impulsado a Pladur Gypsum S.A. a buscar nuevos recursos geológicos en el entorno de la fábrica de Gelsa para lo que ha solicitado el presente Permiso de Investigación denominado “SANTA LUCÍA”.

2.- DESIGNACIÓN DEFINITIVA DEL TERRENO SOLICITADO

La designación definitiva del P.I. SANTA LUCÍA no cambia con respecto a la solicitud realizada en diciembre de 2023, siendo sus vértices los mostrados en la Tabla 1 La figura 2 muestra la localización de los vértices del Permiso de Investigación.

Tabla 1.- Designación definitiva del P.I. SANTA LUCÍA

Coordenadas	Longitud	Latitud	X UTM	Y UTM
P0	0° 17' 40"	41° 29' 40"	725,842.90	4,597,181.67
P1	0° 21' 20"	41° 29' 40"	720,741.19	4,597,023.75
P2	0° 21' 20"	41° 30' 40"	720,684.55	4,598,874.35
P3	0° 20' 00"	41° 30' 40"	722,539.28	4,598,931.36
P4	0° 20' 00"	41° 31' 00"	722,520.23	4,599,548.27
P5	0° 17' 20"	41° 31' 00"	726,229.20	4,599,663.73
P6	0° 17' 20"	41° 30' 00"	726,287.28	4,597,813.11
P7	0° 17' 40"	41° 30' 00"	725,823.58	4,597,798.58

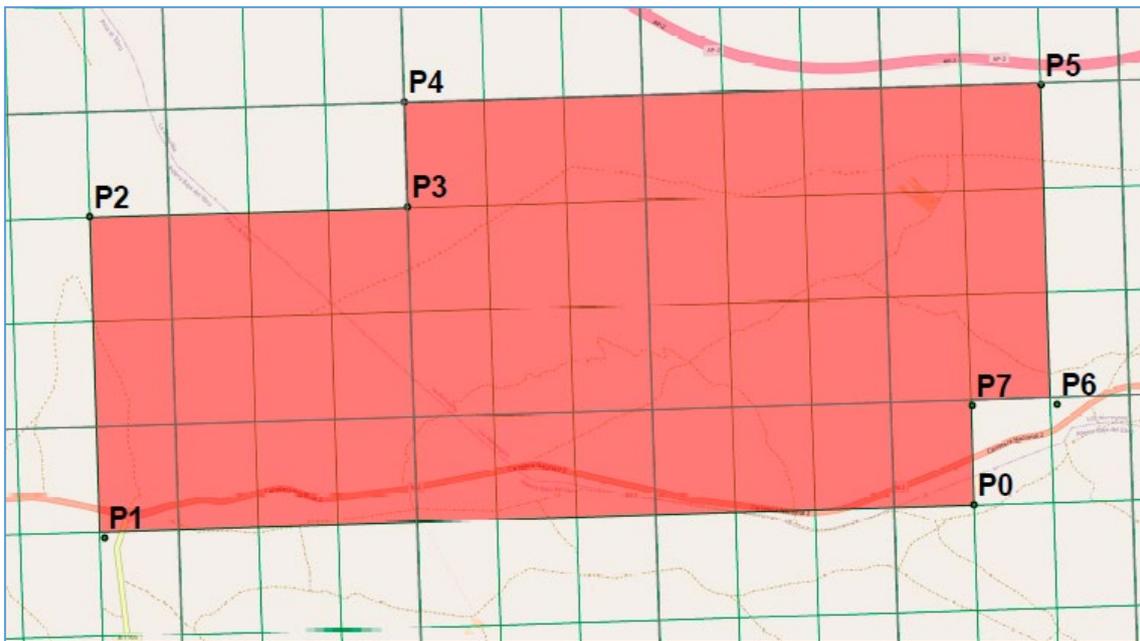


Fig. 2.- Vértices de la designación definitiva del P.I. SANTA LUCÍA

3.- LOCALIZACIÓN

El Permiso de Investigación “SANTA LUCÍA” se encuentra en la provincia de Zaragoza, a unos 50 km al E-SE de Zaragoza Capital. Su extensión se reparte entre los términos municipales de Pina de Ebro y, sobre todo La Almolda (Fig. 3). El P.I. se emplaza entre la carretera nacional N-II y la autopista de peaje AP-2, pudiendo acceder al permiso fácilmente desde la N-II. La zona cubierta por el permiso solicitado presenta una extensa red de caminos rurales que facilitan el tránsito y la visita de toda el área del permiso.

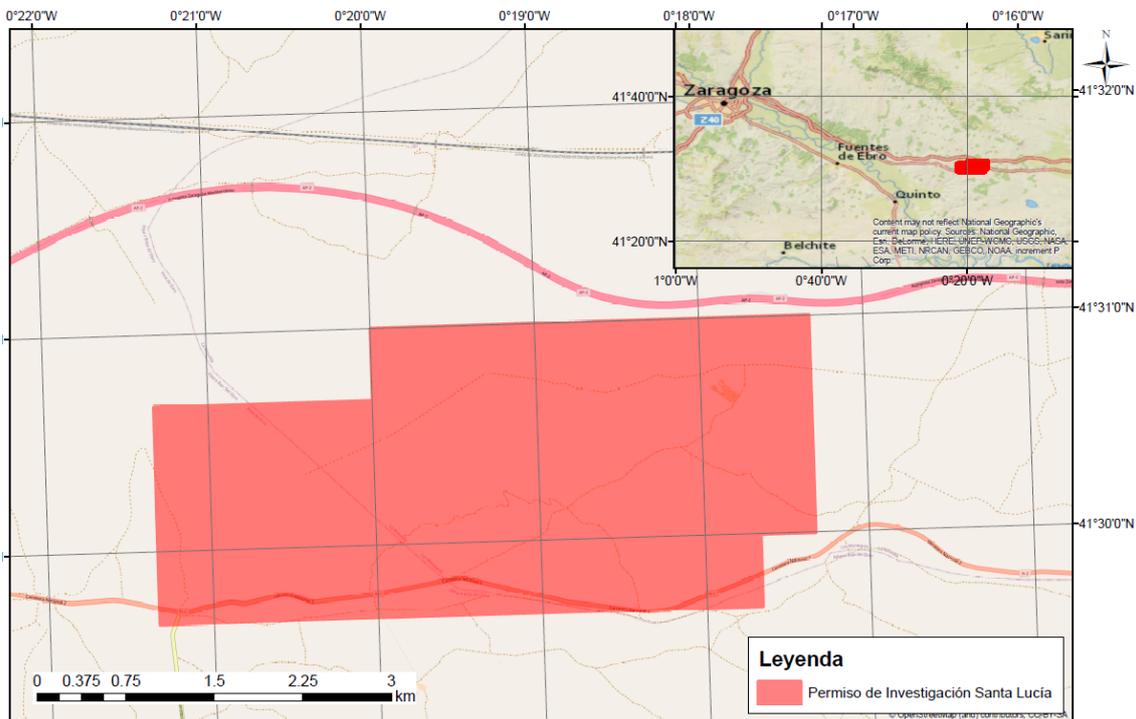


Figura 3.- Localización del P.I. SANTA LUCÍA

El Permiso de Investigación SANTA LUCÍA no incluye núcleos de población y de hecho se encuentra lejos de los cascos urbanos de la zona, siendo las distancias en línea recta a los núcleos habitados más cercanos de unos 11 km a La Almolda, 12 km a Gelsa, 13 km a Bujaraloz y 14 km a Pina de Ebro. Tampoco hay cursos de agua permanentes ni en la zona que abarca el Permiso ni en sus proximidades, estando el río más cercano (río Ebro) a una distancia mínima de 11 km del Permiso de Investigación.

La topografía de la zona del Permiso de Investigación SANTA LUCÍA presenta un relieve en suaves lomas, con bajas pendientes y vergencia en general hacia el norte. La mayor parte del terreno está antropizado con fines agrícolas, para lo que se han roturado las zonas más bajas y llanas, dejando las zonas elevadas sin trabajar.

4.- CARACTERÍSTICAS DE LA EMPRESA PROMOTORA

4.1.- Pladur Gypsum S.A.

La empresa promotora, Pladur Gypsum S.A., con NIF A-79087987 y sede social Carretera de Andalucía N-IV, km 30,200, 28343 de Valdemoro (Madrid), es, y ha sido, un referente nacional en el diseño, fabricación y distribución de sistemas constructivos para la edificación. Desde la creación de la marca Pladur en 1978, la sociedad Pladur Gypsum, S.A. (denominada Yesos Ibéricos S.A. hasta 2016) lleva diseñando y promoviendo soluciones constructivas basadas en el yeso natural, habiendo sido la precursora de la fabricación y empleo de la placa de yeso laminada en nuestro país.

En la actualidad, Pladur Gypsum, S.A. sigue centrado en la fabricación y comercialización de productos derivados del yeso: placas de yeso, escayolas y yesos en polvo, además de accesorios para su instalación. Sus productos están diseñados para su uso en la industria de la construcción, principalmente en la edificación residencial y no residencial y su restauración. Las líneas de negocio principales son los sistemas de tabiquería seca (Placa de Yeso, Pladur®) y las soluciones de tabiquería tradicional o húmeda (Yeso en Polvo, Algíss®). Para satisfacer la demanda de la sociedad, Pladur Gypsum S.A. cuenta en la actualidad con 5 fábricas en el territorio nacional (Figura 4):

1. Valdemoro (Madrid) para las marcas Pladur® y Algíss®
2. Mañeru (Navarra) para la marca Algíss®
3. Beuda (Girona) para la marca Algíss®
4. Martos (Jaén), para la marca Algíss®
5. Gelsa (Zaragoza) para la marca Pladur®



Fig. 4.-Dispositivo industrial de la empresa Pladur Gypsum S.A. en España

Pladur Gypsum S.A. inicialmente con capital social nacional, está integrada en la actualidad en la multinacional belga ETEX. Este grupo, fundado en 1905, está especializado en la fabricación de materiales de construcción entre los que se encuentran los sistemas constructivos de yeso (placa de yeso y yeso en polvo), sistemas para fachadas y tejados, aislantes térmicos y acústicos, y de protección contra el fuego, etc. La empresa está presente en 45 países y tiene a nivel mundial 160 fábricas y cinco centros de innovación y desarrollo, empleando a más de 11.000 personas de 85 nacionalidades distintas.

4.2.- Sistemas Constructivos Pladur®

Los diferentes productos de los sistemas constructivos Pladur® tienen como materia prima principal, la roca compuesta mayoritariamente por mineral de yeso. Esta materia prima se obtiene, normalmente, de canteras a cielo abierto como las que operan actualmente distintas empresas en la zona de Gelsa.

La placa de yeso laminado es la base de los sistemas constructivos que produce Pladur®. El proceso industrial para la fabricación de la placa de yeso laminado es un proceso continuo y altamente tecnificado, organizado en diferentes fases o subprocesos:

- Tratamiento del yeso procedente de cantera: mezclado, calcinación y molienda.
- Mezcla del polvo de yeso con agua, aditivos y otras materias primas.
- Formación del sándwich: dos láminas de cartón conteniendo la mezcla de yeso.
- Fraguado.
- Corte.
- Secado.

Los productos producidos deben cumplir, para su comercialización, una normativa en cuanto a sus características y composiciones. En el caso de las placas de yeso laminado, la norma a cumplir es la UNE-EN 520, “Placa de Yeso laminado. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo” que corresponde con la EN 520 de octubre de 2004 elaborada por el Comité Técnico AEN/CTN 102 Yeso y Productos en Base Yeso.

Esta norma determina la terminología a emplear, las características que deben cumplir y los ensayos para determinarlas. A nivel interno, para conseguir las características normativas, no alterar el proceso y satisfacer del cliente, al yeso empleado como materia prima se le exigen unos requisitos de calidad determinados:

- Pureza en mineral de yeso $\geq 86 \%$
- Contenido en MgO < 1.000 ppm
- Contenido en K₂O < 400 ppm
- Contenido en Na₂O < 200 ppm

4.3.- Solvencia Económica

Pladur Gypsum S.A., tiene la suficiente solvencia económica y técnica, tanto por sí misma, como por su principal accionista, ETEX (100 % propietaria de Pladur Gypsum S.A.), para responder de la realización y financiación de los trabajos programados en el permiso de investigación y plan de restauración asociado.

Las cifras económicas más relevantes de ETEX en el ejercicio 2022, pueden ser consultadas en su memoria anual, siendo, a modo de resumen, las más relevantes:

- Cifra de negocio: 3.714 M€ (millones de euros)
- Cash Flow Operativo: 592 M€
- Beneficio Neto: 210 M€
- Return on capital employed (ROCE): 13%

En el caso de Pladur Gypsum S.A., los datos publicados para el ejercicio 2022 son:

- Ebitda: 37 M€
- Resultado: 22 M€

5.- CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

5.1.- Contexto Geológico Regional

La zona del Permiso de Investigación se encuentra en el sector central de la Cuenca del Ebro, una de las principales cuencas sedimentarias cenozoicas de la Península Ibérica. La Cuenca del Ebro es de tipo foreland (antepaís) y está relacionada con el desarrollo de la cadena pirenaica, asociado a la orogenia alpina (Figura 5). En la mayor parte de su historia geológica, la Cuenca del Ebro se ha comportado como una cuenca endorreica (el agua que ha circulado por ella no ha salido al mar, sino que ha desembocado en sistemas lacustres/palustres en el interior de la cuenca).



Fig. 5.- Geología General de la Cuenca del Ebro

Los rellenos de esta depresión provienen de la erosión de las cadenas montañosas situadas al norte de la cuenca (Cordillera Pirenaica) y al sur y suroeste de la cuenca (Cordillera Ibérica). Las edades de estos sedimentos comprenden del Oligoceno al Cuaternario. Los materiales del Paleógeno y Neógeno tienen una naturaleza más detrítica (areniscas y lutitas) en áreas proximales (más cerca del área fuente), en esta zona, la Cordillera Ibérica, pasando a materiales más carbonáticos (margas y calizas) y salinos (yesos y margas yesíferas) en las zonas más distales (de centro de cuenca). Sobre estos materiales neógenos se disponen localmente depósitos cuaternarios, normalmente de poco espesor excepto en el entorno del río Ebro.

La tectónica visible en los materiales aflorantes en la zona central de la cuenca es relativamente sencilla, con los estratos dispuestos sub-horizontalmente, estando afectados por algunas pequeñas fallas normales de dirección general NO-SE, que en muchos casos condicionan el relieve presente.

Estratigrafía

En la zona central de la cuenca del Ebro, en el entorno de la zona de estudio, se pueden distinguir, cinco unidades genético-sedimentarias, cada una de ellas representando un ciclo de sedimentación detrítica de abanico que pasa a sedimentación de centro de cuenca (lacustre-palustre). De estas, cuatro son neógenas (denominadas Unidades T5, T6, T7 y T8).

La Unidad T5 aflora extensamente en los sectores central y occidental de la cuenca del Ebro. Es en el sector occidental donde se ubica el depocentro. La evolución de la UTS 5 es compleja, consecuencia de los diferentes comportamientos tectónicos de los Pirineos y del sector Ibérico occidental (Cameros-Demanda), que aún están activos en el momento del depósito, y del margen Ibérico del sector central de la cuenca, que acaba siendo pasivo desde el Aragoniense Inferior. El límite inferior de la unidad es una ruptura sedimentaria, con un cambio de tamaño de grano creciente, a tamaño de grano decreciente en la evolución vertical. Esto se interpreta como una discordancia sintectónica en los bordes de la cuenca (por ejemplo, Agüero y Calcón en el margen pirenaico). En los márgenes de la cuenca aparecen potentes sucesiones detríticas (i.e. Formaciones Sariñena y Uncastillo) que rellenan la Fosa de Rioja (Formaciones Nájera y Alfaro) y que se convierten, hacia el sector central, en la formación evaporítica de los Yesos de Zaragoza, delimitada al N y W por las formaciones carbonáticas de Alcubierre y Tudela. En posiciones más marginales también se reconocen otras formaciones evaporíticas como las unidades de yeso de Ablita, Ribafrecha y Cerezo de Río Tirón. Los yesos aflorantes en la zona de estudio pertenecen a esta Unidad T5.

Las unidades restantes del Mioceno (T6, T7 y T8) tienen afloramientos limitados como consecuencia del posterior moldeado erosivo. Están adosadas al borde ibérico de la cuenca, y están constituidas por depósitos detríticos que alcanzan espesores de hasta 550 m en el sector occidental (Conglomerados de Serradero y Yerga), y en reducidos afloramientos calizos próximos a los bordes (Calizas del Puerto de la Brújula y la Muela de Borja). Las unidades T6 y T7 también se han conservado parcialmente en zonas limitadas del centro de la cuenca (Sierras de Alcubierre, Montes de Castejón, La Plana de Zaragoza, La Muela, La Plana Negra) como relieves estructurales tallados en la formación carbonática de Alcubierre, tanto al norte como al sur del río Ebro. Estas unidades se encuentran superpuestas en el macizo Cameros-Demanda, mientras que muestran un solapamiento expansivo en el margen ibérico del sector central.

La unidad T6 tiene una evolución granulométrica decreciente. Su límite inferior es una ruptura sedimentaria consistente en un cambio de tamaño de grano creciente a tamaño de grano decreciente, correlacionado en el sector occidental con una discordancia sintectónica (Ledesma de La Cogolla). En el sector central, este límite se reconoce por el cambio neto de la sedimentación evaporítica de la Formación Zaragoza a la carbonática de la Formación Alcubierre.

La unidad T7 evoluciona según un ciclo granodecreciente - granocreciente. En el sector central, este ciclo es fuertemente asimétrico y supone la progradación de facies detríticas que avanzan desde el norte y que llegan a alcanzar localmente las proximidades del margen ibérico de la cuenca por el sur.

La unidad T8 tiene una evolución granulométrica decreciente. Su ruptura basal se reconoce como una discordancia en las facies detríticas del sector occidental (Yerga). En el sector central la unidad presenta restos en la base y culmina con la Caliza de La Muela de Borja, única en la sucesión terciaria de la Cuenca del Ebro por sus facies oncolíticas y tobáceas.

5.2.- Geología del Entorno del Permiso de Investigación

El Permiso de Investigación “Santa Lucía” se sitúa en el sector central (también llamado aragonés) de la Cuenca Terciaria del Ebro. Presenta un relieve tabular, formado por depósitos detríticos y lacustres correspondientes al tránsito Oligoceno-Mioceno. Los depósitos detríticos son facies aluviales distales, procedentes de la Cordillera Ibérica o del Pirineo según la zona. Estos depósitos detríticos están formados por lutitas de color rojizo, con intercalaciones de capas de areniscas y limolitas. Los depósitos del lago están compuestos por yesos y carbonatos que corresponden a facies marginales de lagos evaporíticos y carbonatados. Parte de estos depósitos terciarios están cubiertos por sedimentos cuaternarios coluviales, aluviales y eólicos, que rellenan principalmente los fondos de los valles y barrancos.

Los materiales terciarios que componen la zona de estudio tienen las siguientes características litológicas:

Yeso

Se trata siempre de yeso secundario, de textura alabastrina, procedente en su mayor parte del reemplazamiento de anhidrita (hidratación por aguas meteóricas). La anhidrita sólo se encuentra en profundidad, a unas pocas decenas de metros de la superficie (35 m en la parte occidental del área de estudio según los estudios de ADARO, 1974). En su mayor parte, los yesos se presentan con facies nodulares, formando estratos, o en forma de nódulos dispersos entre otras litologías. El tamaño de los nódulos es muy variable, desde unos pocos centímetros hasta más de 1 m (yeso meganodular). La forma de los nódulos tiende a ser subsférica, pero también son comunes los agregados nodulares alargados verticalmente y los niveles enterolíticos. La matriz internodular es de lutita (arcilla) o marga, la cual frecuentemente presenta estructuras de deformación debido al crecimiento de los nódulos.

En algunos afloramientos, el yeso también se presenta en forma de capas tabulares masivas, generalmente de espesor métrico, con una textura micronodular y un característico color verdoso. En ocasiones estas capas muestran estructuras de estratificación cruzada de pequeña y mediana escala que revelan el origen detrítico de ese yeso. De forma subordinada, el yeso también se presenta como facies lenticulares formando agregados en roseta entre las lutitas. Los cristales lenticulares aparecen con tamaños centimétricos.

Calizas y calizas margosas

Estos materiales aparecen formando capas tabulares de color beige que individualmente pueden tener un espesor de 5 cm a 1 m. Estas capas pueden intercalarse entre lutitas y yeso o apilarse formando tramos con espesores superiores a varias decenas de metros. Su composición es mayoritariamente calcita, aunque algunos niveles pueden estar parcialmente dolomitizados.

Se pueden encontrar dos tipos de facies: masiva y bioturbada. Ambas facies suelen estar asociadas en la misma capa, formando pequeños ciclos carbonatados con un término inferior masivo y otro superior bioturbado. La bioturbación se produce en forma de tubos subverticales de 4 a 6 mm de diámetro. Bajo el microscopio, las diferentes facies aparecen como wackestone, con restos de ostrácodos, characeas y gasterópodos como principales bioclastos. Los gasterópodos pueden formar pequeños niveles lumaquéllicos, de hasta 15 cm de espesor.

Las capas de caliza a menudo contienen nódulos diagenéticos de sílex de color negro o marrón oscuro. Estos nódulos tienen forma de riñón y tamaños del orden de 10 a 40 cm. Aparecen aislados entre sí, formando horizontes paralelos a la estratificación de las calizas.

Lutitas (arcillas)

Volumétricamente es el material más abundante en el entorno del Permiso de Investigación. Su característica más distintiva es el color: rojo o naranja en las principales secciones detríticas, y gris o verde cuando se intercalan con yesos y calizas. Esta lutita está compuesta mayoritariamente por clorita y montmorillonita, acompañadas de yeso, cuarzo y calcita. Ocasionalmente también se han detectado trazas de anhidrita y halita.

En cuanto a la estratigrafía, desde el río Ebro hasta la Sierra de Retuerta, los materiales terciarios de la zona de estudio forman una serie tabular de 250 m de espesor. La figura 6 muestra las unidades litológicas presentes en el entorno del P.I.

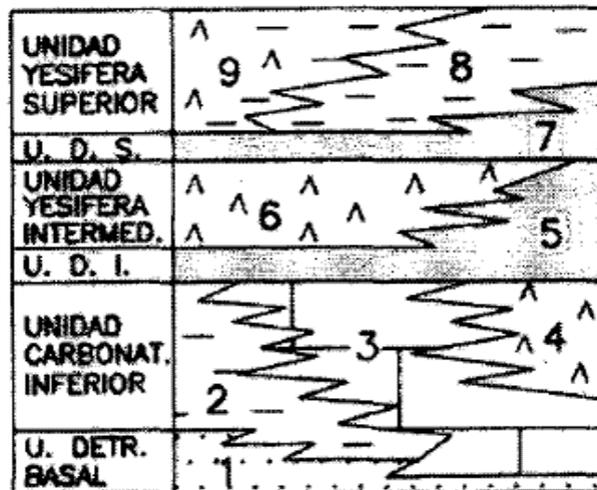


Fig. 6.- Principales unidades litológicas en el entorno del P.I.(Salvany et al, 1995)

Unidad Detrítica Basal: 1.) Lutitas rojas con paleocanales de arenisca y capas de caliza

Es una unidad compuesta principalmente por paleocanales de lutitas rojas y areniscas de hasta 10 m de espesor. Subordinadamente, también contiene niveles de caliza y yeso. El espesor de afloramiento de esta unidad aumenta progresivamente de este a oeste, con valores de 40 m en la desembocadura del río Valcuerna en el Ebro, y de 90 m en Sástago.

Unidad Carbonática Inferior: 2) Lutitas verdes y rojas, con finas capas de caliza y niveles de yeso; 3) Calizas y calizas con intercalaciones de lutitas rojas y verdes; y 4) Yeso y caliza, con intercalaciones de lutitas verdes y rojas.

Constituye una unidad de composición heterogénea, aunque predominantemente carbonática, que paulatinamente se superpone a las facies detríticas de la Unidad Detrítica Basal. Aflora a lo largo de todo el escarpe sur, a ambos lados del valle de Gelsa. En la parte baja de Valcuerna esta unidad constituye una monótona sucesión de calizas y calizas margosas de 150 m de espesor, con algunos niveles subordinados de lutitas y yesos. En la parte superior de la secuencia se aprecia un tramo de pizarra de mayor espesor, de color rojo, de 10 m de espesor y con gran continuidad por todo el margen oriental de Valcuerna.

Hacia el noroeste se produce un mayor desarrollo de las capas yesíferas, que pasan a ser dominantes sobre las calizas y calizas margosas en los barrancos de Valserenosa y Valcarreta. En estos barrancos las capas de yeso son de facies nodular y masiva-micronodular, dominando unas u otras según los lugares y niveles de la serie. El techo de este tramo de yeso aflora también en los alrededores de Peñalba.

Desde Valcuerna hacia el oeste, las capas calizas pierden espesor y progresivamente se intercalan con niveles de lutitas rojas y grises. En los valles de Gelsa y Valcencero la secuencia se vuelve predominantemente arcillosa, con capas subordinadas de calizas y calizas margosas. En esta área, es difícil establecer los límites inferior y superior de la unidad, debido a la naturaleza dominante lutítica de las unidades subyacentes y suprayacentes. La edad de la Unidad Carbonatada Inferior se puede atribuir a la parte superior del Oligoceno superior y a la parte basal del Mioceno inferior. Todas las unidades superiores a ésta corresponden al Mioceno inferior.

Unidad Detrítica Intermedia: 5) Lutitas rojas con intercalaciones de calizas, yesos y areniscas

Esta unidad constituye una sección de lutitas rojas bien definida sobre la Unidad Carbonática Inferior. Aflora a lo largo de todo el escarpe sur del área Gelsa, donde forma un escalón topográfico continuo provocado por su menor resistencia a la erosión que las calizas y yesos que delimitan la base y la cima, respectivamente.

Las lutitas contienen capas de areniscas, calizas y yesos, de desarrollo variable según las zonas. El espesor total es relativamente constante, de 15 a 20 m. El contacto con la Unidad Carbonática Inferior es neto. Por el contrario, el tránsito con la unidad yesífera suprayacente es gradual.

Unidad Yesífera Intermedia: 6) Yeso y caliza, con intercalaciones de lutitas verdes y rojas

Esta unidad es en la que se emplazan todas las canteras activas de yeso y placa de yeso del entorno de Gelsa (las canteras de nódulos de alabastro se ubican en la Unidad Carbonática Inferior). En la parte occidental, el yeso, en facies nodular y meganodular, es la litología casi exclusiva, con un espesor de 40 m (series Valcenicero y Barranco Salado). Hacia el este y noreste la unidad pierde espesor. En esta misma dirección, las capas de lutitas y calizas se van intercalando progresivamente entre los yesos, pasando a ser las calizas dominantes sobre los yesos en la zona de Peñalba. Los niveles de lutitas tienen un espesor decimétrico.

Unidad Detrítica Superior: 7) Lutitas rojas, con niveles de yeso y paleocanales de arenisca

Constituye un nivel guía continuo de lutita roja de unos 5-6 m de espesor. Las lutitas son muy puras, aunque pueden aparecer finos niveles de yeso nodular intercalados. El contacto con la Unidad Intermedia de Yeso subyacente es neto. Por el contrario, pasa gradualmente a la unidad suprayacente a través de una sección de lutitas versicolores que incluyen progresivamente capas de caliza y yeso hacia la parte superior.

En la zona de Candanos, hacia el este de la zona de estudio, la desaparición de la Unidad Intermedia de Yesos provoca que las unidades detríticas Intermedia y Superior se fusionen formando una única sección detrítica.

Unidad Yesífera Superior: 8) Lutitas y calizas verdes, con finas intercalaciones de yeso; y 9) Lutitas verdes y yesos, con finas intercalaciones de calizas.

Esta unidad aflora sobre todo al norte del área de estudio y se extiende hacia el norte con características muy uniformes hasta el pie de los relieves montañosos de Sta. Quiteria (lejos del área de estudio). La principal diferencia con la Unidad Intermedia de Yesos es su alto contenido en lutitas, siempre de color gris o verde, y el exclusivo carácter nodular del yeso (no se reconocen facies meganodulares). Su espesor total es del orden de 100 m, aunque no es posible estudiar una sección completa de esta unidad debido a afloramientos parciales. Su afloramiento más representativo son los Morites de Retuerta.

Se pueden distinguir dos facies relacionadas lateralmente en esta unidad:

- Al este de Bujaraloz, la lutita es verde y está asociada principalmente a capas de calizas y calizas margosas, con pocos niveles subordinados de yesos nodulares. Las capas de caliza pueden alcanzar espesores de hasta 3 m, aunque los espesores más habituales oscilan entre 30 y 80 cm.
- Al oeste, la lutita es grisácea y contiene abundantes niveles de yeso nodular y micronodular. Entre estas facies yesíferas las capas de calizas son prácticamente inexistentes.

6.- EQUIPO TÉCNICO Y MEDIOS MATERIALES

6.1.- Equipo Técnico

Para la realización del proyecto de investigación y para la realización de las tareas descritas en el mismo se cuenta con el siguiente equipo técnico:

Jesús Fernández Martín

- Ingeniero de Minas por la E.T.S.I.M. de Madrid, especialidad Gestión de Recursos y Medio Ambiente.
- Máster Universitario en Prevención de Riesgos Laborales.
- Más de 15 años de experiencia nacional e internacional en las áreas de desarrollo y operaciones de explotaciones de áridos y minerales industriales.
- En la actualidad, Gypsum Resources & Performance Manager, en Etex Building Performance International.

David Esteban Martínez

- Ingeniero de Minas por la E.T.S.I.M. de Oviedo, especialidad de Geología y Geofísica.
- Experiencia nacional e internacional en exploración y explotación de recursos minerales, fundamentalmente en minerales industriales.
- Director Facultativo de numerosas Concesiones de Explotación y Permisos de Investigación en España.
- En la actualidad, Jefe de Canteras (Quarry Manager) de Pladur Gypsum, S.A.

José Ignacio Escavy Fernández

- Doctor en CC. Geológicas por la Universidad Complutense de Madrid
- MSc Mineral Resources, Cardiff Univ. (UK) y Licenciado en CC. Geológicas por la Universidad Complutense de Madrid
- Más de 20 años de experiencia en tareas de exploración, investigación, caracterización y evaluación de yacimientos de recursos minerales, principalmente áridos, materias primas para cemento y yeso.
- “Competent Person” para la estimación de recursos y reservas de rocas y minerales industriales.
- En la actualidad, profesor de la Universidad Politécnica de Madrid

María Josefa Herrero Fernández

- Doctora en CC. Geológicas por la Universidad de St. Andrews (UK)
- MSc in Sedimentology, Reding University (UK) y Licenciada en CC. Geológicas por la Universidad Complutense de Madrid
- Más de 20 años de experiencia en tareas de exploración, investigación, caracterización y evaluación de yacimientos de recursos minerales e hidrocarburos. Especialidad en trabajos de campo.
- En la actualidad, profesora de la Universidad Complutense de Madrid.

6.2.- Medios Materiales

Además de los medios humanos propios y de apoyo, como medios materiales para la realización del proyecto, Pladur Gypsum S.A. cuenta con los laboratorios de análisis de las muestras, con todas las técnicas necesarias para la caracterización de las materias primas con base yeso.

Las muestras obtenidas en las campañas de campo y a partir de los testigos de sondeo serán enviadas al laboratorio de la fábrica de Pladur Gypsum en Gelsa, que cuenta con todo lo necesario desde la preparación (molturación, secado, etc.) hasta su análisis químico. Este laboratorio es el que controla la calidad de todas las materias y primas, productos intermedios y productos acabados de la fábrica de Gelsa, por lo que tienen los medios y los conocimientos para realizar los análisis de forma fiable.

Los estudios petrográficos y mineralógicos se llevarán a cabo en los laboratorios de la Universidad Complutense de Madrid, habituados a caracterizar mineralógica y petrológicamente muestras geológicas de todo tipo o en algún otro de reconocido prestigio.

Para la modelización del yacimiento y cuantificación de los recursos se dispone del software minero nacional RecMin (Recursos Mineros) y experiencia en su uso. Si la complejidad del yacimiento lo requiriera, se podría emplear algún otro software de modelización y evaluación (por ejemplo Leapfrog).

6.3.- Contratación de Equipos y trabajos a Terceros

Todos los equipos y servicios complementarios de los que no se disponen se subcontratarán, como por ejemplo topografía, sondeos, prospección geofísica, etc. En el caso de los sondeos y la prospección geofísica, antes de comenzar, se informará a la Autoridad Minera, la empresa ejecutora, fechas estimadas de comienzo y terminación de los trabajos, y el Director Facultativo que será responsable de los Trabajos

7.- PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN DURANTE LA VIGENCIA DEL PERMISO DE INVESTIGACIÓN

7.1.- Objetivos

El objetivo de la investigación en el Permiso de Investigación Santa Lucía es poner en evidencia el recurso geológico de yeso (calidad, cantidad y viabilidad técnico-económica) para su uso como materia prima para la fabricación de sistemas constructivos Pladur[®], de la empresa Pladur Gypsum S.A.

Los objetivos parciales que se pretende conseguir son:

- Estimar los recursos (geológicos) de yeso en el perímetro del Permiso de Investigación basándose en la información obtenida de los siguientes trabajos:
 - Estudio bibliográfico
 - Cartografía geológica de detalle
 - Análisis de muestras, tanto de superficie como de sondeos.
 - Modelización Geológica 3-D que integre toda la información relevante tanto geométrica como química.
- Estimar las reservas mineras preliminares de yeso, integrando a la información geológica:
 - Geometría de la corta máxima
 - Planificación minera
 - Estudio preliminar de viabilidad económica, técnica, social y medioambiental.
- Los resultados de este estudio serán la base para decidir la factibilidad del paso a concesión de toda o parte de la superficie del Permiso de Investigación.

Para esto se propone un proceso secuencial de trabajos que irá progresando hacia un conocimiento más detallado de las zonas que vayan resultando más prometedoras y descartando aquellas que vayan resultando menos interesantes. Estos trabajos se han secuenciado a lo largo de los tres años y de la información obtenida en cada paso, será tomada en consideración para los siguientes pasos a dar.

Al proponer un programa de trabajo estructurado en fases, si los resultados de una fase indicaran que la explotación del recurso no fuera técnica y económicamente viable, no se continuaría con la siguiente fase de los trabajos propuestos.

7.2.- Plan General de la Investigación y sus etapas

El Plan general de investigación se organiza en las siguientes etapas:

- Obtención de la topografía
- Estudio bibliográfico
- Cartografía geológica y muestreo de superficie.
- En base a la cartografía geológica, definición de áreas de interés
- Campaña de sondeos
- Testificación y muestreo de los sondeos y los ripios.
- Análisis de laboratorio de las muestras
- Campaña de Geofísica (sondeos eléctricos verticales, secciones verticales y/o tomografía eléctrica)
- Modelización geológica digital
- Evaluación de recursos
- Análisis económico, técnico, social y medioambiental

Debido al desconocimiento de la localización, cantidad y calidad de yeso potencialmente explotable en el Permiso de Investigación (si se conociera no habría que hacer investigación en la zona), las decisiones de, por ejemplo, el número final, localización y profundidad de los sondeos que se dan en este proyecto son aproximados y están sujetos a modificación, en base a la información que se vaya obteniendo en cada fase del mismo.

7.3.- Descripción de las actuaciones previstas

7.3.1.- Obtención de la Topografía

A partir del Modelo Digital de Elevaciones MDT-05 del Instituto Geográfico Nacional, se obtendrán las curvas de nivel mediante el programa Q-GIS o similar, obteniendo las curvas de nivel suavizadas con una equidistancia de 1m. Para ellos se emplearán las funciones de contorno y suavizado a partir del fichero descargado.

Si alguna zona del Permiso tuviera una topografía compleja o fuera de especial importancia, la topografía obtenida a partir de DTM se podrá completar con técnicas topográficas clásicas.

7.3.2.- Estudio bibliográfico

Este trabajo consiste en la recopilación y análisis de toda la información disponible, de diversas fuentes, sobre la geología de la zona. En particular se consultará:

- La información cartográfica y memorias asociadas del Instituto Geológico y Minero de España (IGME), tanto actual como histórica.
- Las publicaciones científicas sobre la geología de esta zona de la Cuenca del Ebro, tanto sedimentológica como tectónica. En este capítulo hay aportaciones casi de forma continua por lo que es muy importante actualizar la información de forma periódica.
- Las publicaciones técnicas, incluidas normativa, sobre las aplicaciones del yeso, características que debe cumplir, usos históricos, etc.

La información obtenida en esta fase se organizará por temática y se confeccionará una base de datos para una fácil localización y consulta tanto durante el presente proyecto de investigación como para posteriores trabajos.

7.3.3.- Cartografía geológica de detalle

La cartografía geológica de detalle es la base del trabajo de investigación y servirá para tomar las decisiones fundamentadas de los siguientes pasos a realizar. Se realizará la cartografía geológica en toda la superficie del Permiso de Investigación, representándose las diferentes litologías que afloran en el área de estudio, así como cualquier otra característica relevante para el estudio (fracturas, zonas con rellenos cuaternarios, etc.). La escala de trabajo será detallada (1:5.000) con el fin de representar con precisión toda la información necesaria.

Como mínimo, la cartografía geológica consistirá en un mapa geológico con información litológica y tectónica, aunque, si hubiera afloramientos de calidad, también incluirá la descripción de columnas estratigráficas y el muestreo de muestras representativas para su análisis en laboratorio. Con el fin de mejor visualizar las características del subsuelo en la zona del Permiso de Investigación, se confeccionarán perfiles geológicos que incluyan toda la información fiable obtenida.

Para conseguir el grado de calidad deseado, este trabajo en particular deberá ser realizado por geólogos de campo con amplia experiencia debido a:

- la importancia de este trabajo, que es la base para decisiones de las tareas de investigación futuras que conllevan una elevada inversión,
- las dificultades para realizar la cartografía geológica de esta zona en particular, que son principalmente debidas a las litologías presentes (materiales no muy competentes y alterables que dan topografías suaves, sin escarpes, resultando en afloramientos de muy mala calidad) y al alto grado de antropización, con la mayor parte de la superficie del permiso roturada para su aprovechamiento agrícola.

7.3.4.- *Sondeos mecánicos*

Los sondeos propuestos para investigar el Permiso de Investigación Santa Lucía son de dos tipos:

- A destroza, por rotoperusión con diámetro de 90mm. y recuperación de ripios para análisis. Estos sondeos se perforan en seco y es el aire a presión el que se encarga de refrigerar el equipo y arrastrar el ripio hasta la superficie.
- De testigo continuo, con diámetro final HQ (96 mm de diámetro). Los sondeos de testigo continuo son un tipo de prospección directa del suelo, que permiten extraer una muestra continua del terreno que puede ser empleada para la realización de todo tipo de ensayos (geoquímicos, geotécnicos, etc.). Estos sondeos se perforan con agua, mediante baterías simples o dobles que llevan en su borde inferior una corona cortadora de widia o de diamante.

De los testigos destructivos se obtendrán muestras de ripios que serán analizadas en laboratorio. Se tomarán muestras compuestas de tramos completos de 3m de perforación. La representatividad de este tipo de muestra es menor que los testigos de roca, pero ofrecen información geoquímica complementaria de suficiente calidad.

De los sondeos de testigo continuo con diámetro HQ se obtiene un cilindro de roca de unos 64 mm de diámetro que puede ser empleado para describir con gran detalle los materiales que se encuentran en profundidad y obtener muestras representativas de gran calidad para ser analizadas en laboratorio. Las limitaciones principales de esta técnica es su coste, superior al de destroza y sus mayores tiempos de ejecución.

Algunos de los sondeos propuestos se realizarán mediante combinación de ambas técnicas, comenzando a destroza hasta llegar a las inmediaciones de la capa objetivo (target), a partir de donde se continuarán mediante testigo continuo. De esta manera se acortarán tiempos de ejecución y coste de los sondeos más largos.

Durante una primera fase se realizarán los sondeos de testigo continuo (y los mixtos). Después se hará la campaña de perfiles geofísicos y se propondrán algunos sondeos a destroza para completar información en aquellas zonas que sean problemáticas o en las que se requiera delimitar con mayor precisión la capa de yeso y sus características.

La información de los sondeos, tanto litológica como geoquímica, junto con la cartografía geológica de detalle, es la base para la modelización y cubicación posterior de los recursos de mineral.

El Plano 03 muestra la localización propuesta de los sondeos para esa primera fase (segundo año de vigencia del Permiso). En ningún emplazamiento va a ser necesario realizar pistas de acceso para la perforadora ya que se han localizado en zonas a pie de camino y sobre terreno agrícola o abandonado.

El equipo de perforación se emplazará en una zona plana y con suficiente amplitud como para ubicar la sonda con todo su material de perforación y las balsas (una para decantación y recogida de detritos y otra para almacenamiento del agua). Todo aquel suelo vegetal que haya que remover para la instalación de la sonda, balsas, etc. será retirado con cuidado y acopiado para, una vez terminado el sondeo, extenderlo de nuevo en la zona afectada.

Se ha previsto realizar en el segundo año 14 sondeos de testigo continuo con una longitud media de 49m. Se pretende perforar mediante testigo continuo de la cota 280 a la 240. Aquellos sondeos (ocho en total) emboquillados por encima de la cota 280 comenzarán perforando a destroza, hasta alcanzar la cota 280 en la que pasarán a perforar con recuperación de testigo continuo hasta el final del sondeo, a la cota 240. El total de metros perforados a destroza en esta primera fase es de 187 m y mediante recuperación de testigo continuo 499 m.

7.3.5.-. Testificación, muestreo y análisis químico

Los testigos obtenidos durante la perforación de los sondeos serán enviados a las instalaciones de Pladur Gypsum en Gelsa, donde serán testificados. Los testigos se cortarán longitudinalmente en dos mitades y de una de ellas se tomará muestras de tramos de tres metros de longitud, sin mezclar las distintas litologías. La otra mitad del testigo se conservará para posibles futuras pruebas. Las muestras así obtenidas más las de los ripios de los tramos de perforación a destroza serán enviados al laboratorio para su análisis químico.

7.3.6.- *Prospección geofísica*

La campaña de prospección geofísica tiene como objetivo principal el complementar la información de la geometría del subsuelo obtenida mediante los sondeos, haciendo más precisa la modelización geológica y la ubicación de recursos

El método propuesto es la prospección geofísica eléctrica, en particular la tomografía, aunque se podría plantear hacer perfiles de Sondeos Eléctricos Verticales si se considerara más apropiado. Las técnicas de geofísica eléctrica se basan en la diferente resistividad de los materiales del subsuelo. El valor de la resistividad está influenciado por:

- La porosidad de la roca, siendo menor la resistividad cuanto mayor la porosidad. Si los poros están vacíos, las resistividades suelen ser mayores, pero si están rellenos (matriz, agua, etc.) a mayor porosidad, menor resistividad.
- Factor de formación (disposición geométrica de los poros). Poros conectados y rellenos de agua suelen dar menores resistividades. Poros desconectados entre sí o con morfologías subsféricas implican resistividades más altas.
- Relación poros con agua / poros secos. La resistividad será mayor cuanto mayor es la proporción de poros secos y menor cuanto mayor es el porcentaje de poros ocupados por agua.
- De la salinidad del agua contenida en la roca. A mayor salinidad del agua en los poros, mayor conductividad y por tanto menor resistividad.

Los métodos geofísicos eléctricos son métodos indirectos, muy poco invasivos y que no afectan al medio natural. Para hacer el estudio se implantan electrodos a lo largo de un perfil, con una separación determinada. El tiempo de medida es muy breve. Tras el procesado de los datos en gabinete, el resultado es una sección vertical del terreno con los diferentes horizontes de resistividad que son interpretados como diferentes horizontes de resistividades que podrían ser correlacionados con unidades litológicas, por ejemplo.

Las secciones geofísicas, se han planteado siguiendo los caminos existentes para facilitar el trabajo y siempre con algún sondeo cerca para poder calibrar los resultados. En total hay previsto realizar unos 17,5 km de perfiles geofísicos.

7.3.7.- Modelización 3-D

Combinando los resultados de la cartografía geológica, los sondeos, los análisis químicos y la prospección geofísica se realizará la modelización 3-D.

Este trabajo comienza con la introducción en el programa de modelización (RecMin o similar) la información topográfica, normalmente en formato dxf. Para introducir la información de los sondeos y la geoquímica se construyen previamente bases de datos o ficheros Excel, con el formato requerido por cada programa, y se importan en el software. De la geofísica se tendrán superficies o perfiles con los cambios litológicos que se importarán como líneas o planos 3-D, en formato dxf o similar.

Con toda esta información se construyen los techos y muros de las diferentes capas y se modeliza, con un modelo de bloques, las características químicas de cada bloque, mediante técnicas de interpolación. Las técnicas a utilizar para interpolación pueden ser, por ejemplo, el inverso de la distancia, el vecino más cercano (nearest neighbor) o krigging.

Si se viera alguna zona con especial complejidad o en la que la información disponible no es suficiente, se podría plantear la realización de algún sondeo adicional, a destrozarse durante el último año de vigencia del permiso.

7.3.8.- Cubicaciones y estimación de recursos

Con el modelo tridimensional se hará una estimación de los recursos geológicos de roca de yeso en el Permiso de Investigación. Estos recursos tendrán que ser posteriormente filtrados por todos los factores condicionantes (“Modifying Factors”) como zonas protegidas medioambientalmente, infraestructuras, limitaciones técnicas, factores sociales y de rentabilidad económica, para delimitar la corta máxima a explotar y de esta manera estimar las reservas de yeso en el Permiso.

7.4.- Planificación anualizada de las labores de investigación

7.4.1 Trabajos a realizar el primer año

En el primer año de investigación, se desarrollarán como principales trabajos:

- Levantamiento topográfico de la zona
- Estudio bibliográfico
- Cartografía geológica de detalle
- Muestreos en superficie si se encuentra algún afloramiento representativo.
- Análisis de muestras en laboratorio

Estos trabajos serán realizados por personal especialista en cada una de las tareas debido a su importancia para futuras decisiones.

El levantamiento topográfico se hará a partir de los modelos digitales de elevaciones del Instituto Geográfico Nacional mediante el empleo de software de Sistema de Información Geográfica. La equidistancia de las curvas de nivel resultantes será de 1 m, lo que se considera suficiente detalle para esta fase del trabajo.

El estudio bibliográfico consistirá en la recopilación y análisis de toda la información relevante (cartográfica y documental) que pueda aportar información para este proyecto y minimizar el coste de la investigación.

La cartografía geológica de detalle se plasmará sobre la base topográfica previamente obtenida y representará toda la información relevante que pueda ser empleada para la modelización 3-D de la zona (litologías, tectónica, etc.). Se aprovechará esta fase también para representar toda otra información no geológica que pueda ser relevante para las futuras fases del proyecto (por ejemplo la presencia de gasoductos, líneas de alta y media tensión, nuevas construcciones que no estuvieran representadas en la cartografía existente, etc.)

Si hubiera en la zona algún afloramiento donde se pudieran tomar muestras representativas e inalteradas, se tomarán y se analizarán químicamente. Si no hubiera afloramientos buenos, no tendría sentido tomar muestras del terreno ya que no habría garantías del origen del fragmento tomado o de su grado de alteración, pudiendo estar meteorizado, no siendo su química representativa del yeso inalterado del yacimiento.

7.4.2.- Trabajos a realizar el segundo año

En el segundo año de vigencia del Permiso de Investigación se pretende realizar los siguientes trabajos de investigación:

- Sondeos con recuperación de testigo (y combinados destroza-recuperación de testigo).
- Testificación y muestreo.
- Preparación y análisis de muestras en laboratorio.

Durante el segundo año se realizarán 14 sondeos verticales con recuperación de testigo, aunque los más largos harán sus primeros metros a destroza. La profundidad longitud media de los sondeos es de unos 50 m, siendo la longitud máxima perforada mediante recuperación de testigo de 40 m. La longitud total perforada (sumadas ambas técnicas de perforación) se estima en unos 690 metros.

Las muestras de ripios serán descritas antes de ser guardadas en los sacos y los testigos de roca serán descritos y muestreados para su posterior análisis químico. Con una longitud modal de muestra de 3 metros, se obtendrían entre 230 y 250 muestras.

Las muestras serán enviadas al laboratorio de control de calidad donde serán preparadas y analizadas para los parámetros principales:

- Agua combinada (WC)
- Colorimetría
- Pureza
- Humedad
- Mineralogía mediante gravimetría – estequiometría (TGA): Yeso dihidratado, anhidrita, Magnesita ($MgCO_3$), Dolomita ($CaMg(CO_3)_2$), Calcita ($CaCO_3$), Arcillas.
- Química mediante fluorescencia de Rayos X (XRF): Pérdidas al fuego (LOI), K_2O , MgO , SrO , Fe_2O_3 , TiO_2 , Al_2O_3 , SiO_2 , CaO , SO_3 , Na_2O , P_2O_5 .
- Contenido en sales solubles mediante cromatografía: Litio, Sodio, Potasio, magnesio, Fluor, Cloro, Nitratos.
- Identificación de fases cristalinas mediante análisis de difracción de rayos X (DRX): yesos, calcita, dolomita, cuarzo, feldespato, celestina, filosilicatos.

La testificación de los sondeos combinado con los resultados geoquímicos de laboratorio permitirán realizar perfiles litológicos y de calidades, muy importantes para la modelización 3-D y la posterior cubicación

7.4.3.- Trabajos a realizar durante el tercer año

Durante el tercer año de investigación del Permiso de investigación se completarán todos los trabajos restantes:

- Campaña de prospección geofísica
- Modelización 3-D
- (Realización si fuera necesario, de sondeos destructivos complementarios)
- Estimación de los recursos geológicos de yeso en el Permiso
- Estimación preliminar de las reservas de yeso

Como se comentó previamente, la técnica seleccionada para la prospección geofísica es el método eléctrico, en principio tomografía eléctrica. Esta campaña se hará por fases consecutivas:

- Primera fase: validación de la técnica seleccionada. En esta fase se realizará una prueba del método de tomografía en una de las secciones propuestas para validar si la calidad de los resultados obtenidos se ajusta a lo esperado. En caso negativo se cambiaría a otro tipo de técnica.
- Segunda fase: realización del resto de perfiles propuestos, adaptando su localización ligeramente a los condicionantes del terreno. El dispositivo de medida que se aplicaría a priori para el registro de los perfiles podrían ser Schlumberger-Wenner, que da buenos resultados en disposiciones de los estratos tendentes a la horizontal. Si se viera que los estratos están más inclinados de lo que se cree, se podría emplear el método Dipolo-Dipolo, que es más eficiente con materiales y estructuras inclinadas.
- Fase de interpretación de los resultados. Una vez medidos todos los perfiles se realizará la interpretación geológica de los resultados, pudiendo contar con los sondeos cercanos para calibrar los resultados y que estos sean más fiables.

Si hubiera alguna zona con dudas razonables sobre su estructura geológica o se viera alta variabilidad en los resultados geoquímicos, se propondría la realización de los sondeos necesarios a destroza, describiendo los ripios y muestreándolos para su análisis, para incorporarlos a las bases de datos y garantizar que se dispone de toda la información necesaria.

Una vez disponible toda la información, se realiza la modelización geológica con la que se pueden estimar los recursos geológicos de yeso en el Permiso. Para ello se cuenta con un software nacional, específico para este tipo de trabajos, que es Rec-Min. Este programa permite la importación y gestión de la información, la delimitación de los cuerpos interesantes desde el punto de vista litológico o de calidad, la modelización en bloques con interpolación de valores a cada bloque, por ejemplo químicos, y la representación de los resultados de forma gráfica.

El software Rec-Min, permite diseñar la corta máxima, teniendo en cuenta todo tipo de limitaciones geométricas (zonas protegidas medioambientalmente, zonas tampón “buffer” a zonas pobladas, restos arqueológicos, infraestructuras inamovibles, etc), geotécnicas (ángulos de talud máximo, medio, etc.) y puede incorporar también condicionantes económicos como ratios estéril/mineral etc. Con todos estos factores limitantes se define la corta máxima y se puede estimar entonces que parte de los recursos geológicos podrían considerarse como reservas. Evidentemente el valor de reservas obtenido sería preliminar y vinculado a la obtención de todas las autorizaciones pertinentes y a la incorporación de toda otra limitación que estas impongan.

8.- CRONOGRAMA DE LOS TRABAJOS PREVISTOS

Considerando que la investigación minera es una operación dinámica, orientada a los resultados que se van obteniendo por etapas, los cuales no se pueden predecir, el alcance de cada fase dependerá de los resultados de las fases anteriores. Por tanto, aunque no se pueden concretar de antemano las fases de trabajo con total precisión, a continuación, se presentan las estimaciones del calendario de ejecución de las labores de investigación.

Hay que tener en cuenta también que durante el desarrollo de la investigación han de tomarse decisiones en las que hay que analizar la conveniencia de continuar con el programa previsto, o bien modificarlo en función de los resultados que se produzcan. En última instancia se puede llegar al convencimiento de que no sea aconsejable continuar con la investigación del permiso.

Se ha considerado un punto crítico de decisión tras la obtención de los análisis de laboratorio sobre las muestras de visu (final del primer año) y un segundo punto crítico de decisión tras las analíticas provenientes de sondeos (final del segundo año). En estos momentos se analizará la conveniencia o no de proseguir con la siguiente fase de investigación con la campaña no ejecutada hasta el momento o una nueva si procede, previa comunicación a la autoridad competente.

9.- PRESUPUESTO DE LOS TRABAJOS A REALIZAR

A continuación se presenta el presupuesto anualizado de todas las tareas previstas y el presupuesto total correspondiente a los tres años de vigencia del Permiso de Investigación.

9.1.- Presupuesto del primer año de vigencia

En el primer año de vigencia se pretende realizar trabajos que suponen una inversión de 19,600 €, consistentes en el levantamiento topográfico, estudio bibliográfico, cartografía geológica de detalle, y opcionalmente (si es posible obtener muestras representativas inalteradas), muestreo de superficie y análisis de esas muestras. El desglose del presupuesto del año en las diferentes partidas se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2.- Presupuesto del primer año de vigencia

PRESUPUESTO AÑO 1				
CONCEPTO	UNIDAD	Nº	COSTE UNIT.(€)	TOTAL €
Levantamiento topográfico	p.a.	1	1500	1500
Estudio bibliográfico	p.a.	1	1500	1500
Cartografía geológica de detalle	p.a.	1	9000	9000
Muestreo superficial (opcional)	ud.	20	5	100
Análisis de laboratorio	ud.	20	200	4000
Dirección, Supervisión e Informes	p.a.	1	3500	3500
			TOTAL AÑO 1	19600

9.2.- Presupuesto del segundo año de vigencia

En el segundo año de vigencia se realizan las tareas más costosas ya que es cuando se planea hacer los sondeos de testigo continuo, la testificación de los testigos, el muestreo y el análisis de laboratorio de todas las muestras. El total de inversión para este segundo año asciende a 113.550 € cuyo desglose se puede ver en la tabla siguiente:

Tabla 3.- Presupuesto del segundo año de vigencia

PRESUPUESTO AÑO 2				
CONCEPTO	UNIDAD	Nº	COSTE UNIT.(€)	TOTAL €
Transporte inicial equipo sondeo	p.a.	1	500	500
Emplazamiento sondeos posteriores	ud.	13	100	1300
Cajas portatestigos	ud.	240	10	2400
Perforación testigo continuo	ml	499	80	39920
Suministro de agua para la perforación	ml	499	10	4990
Perforación a destroza	ml	187	20	3740
Testificación y muestreo	p.a.	1	5000	5000
Análisis de laboratorio de muestras	ud.	240	200	48000
Restauración areas afectadas	ud.	14	300	4200
Dirección, supervisión e informes	p.a.	1	3500	3500
			TOTAL AÑO 2	113550

9.3.- Presupuesto del tercer año de vigencia

Para el tercer año de vigencia del Permiso de Investigación se han presupuestado trabajos por un valor de 68.886 €, siendo la partida más abultada la correspondiente a la prospección geofísica que supone cerca de un 50% del total. Se ha presupuestado 20.000 euros para realizar sondeos complementarios (a destroza) si tras la modelización se detectan áreas que requieran información geoquímica suplementaria. El resto de la inversión va a la modelización y estimación de recursos y reservas del yacimiento. El desglose por partida se puede ver en la tabla siguiente:

Tabla 4.- Presupuesto del tercer año de vigencia

PRESUPUESTO AÑO 3				
CONCEPTO	UNIDAD	Nº	COSTE UNIT.(€)	TOTAL €
Prospección geofísica	ml	17443	2	34886
Realización del Modelo 3-D	p.a.	1	2500	2500
Estimación de los recursos geológicos	p.a.	1	3000	3000
Estimación preliminar de las reservas mineras	p.a.	1	3000	3000
(opcional) Realización sondeos complementarios	p.a.	1	6000	6000
(opcional) Descripción y muestreo sondeos compl.	p.a.	1	1500	1500
(opcional) Análisis químicos sondeos compl.	ud.	60	200	12000
Dirección, supervisión e informes finales	p.a.	1	6000	6000
			TOTAL AÑO 3	68886

9.4.- Presupuesto Total

La inversión total prevista para los tres años de investigación en el Permiso de Investigación “Santa Lucía” por parte de la empresa PLADUR GYPSUM S.A. sería de 202.036 €, desglosado por año según la tabla siguiente:

Tabla 5.- Presupuesto Total

Año	€
Presupuesto Previsto Año 1	19.600
Presupuesto Previsto Año 2	113.550
Presupuesto Previsto Año 3	68.886
SUMA TOTAL	202.036

Como se puede ver, es el segundo año el que copa la mayor parte de la inversión a realizar.

DOCUMENTO II

PLANOS

INDICE DE PLANOS:

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

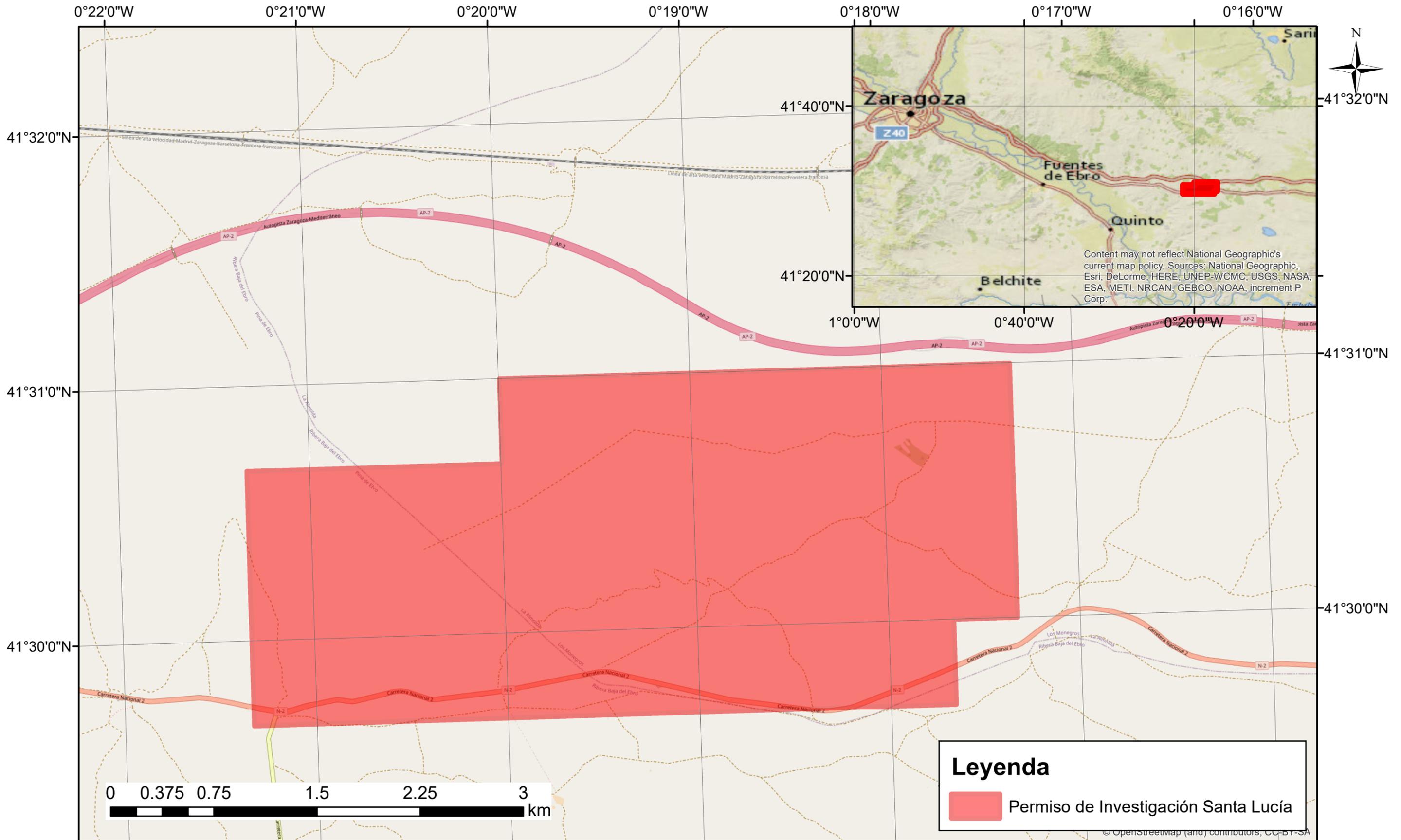
PERÍMETRO DEFINITIVO DEL PERMISO

DERECHOS MINEROS EN LA ZONA DEL P.I. SANTA LUCÍA

MAPA GEOLÓGICO

PLANO DE LABORES DEL SEGUNDO AÑO

PLANO DE LABORES DEL TERCER AÑO



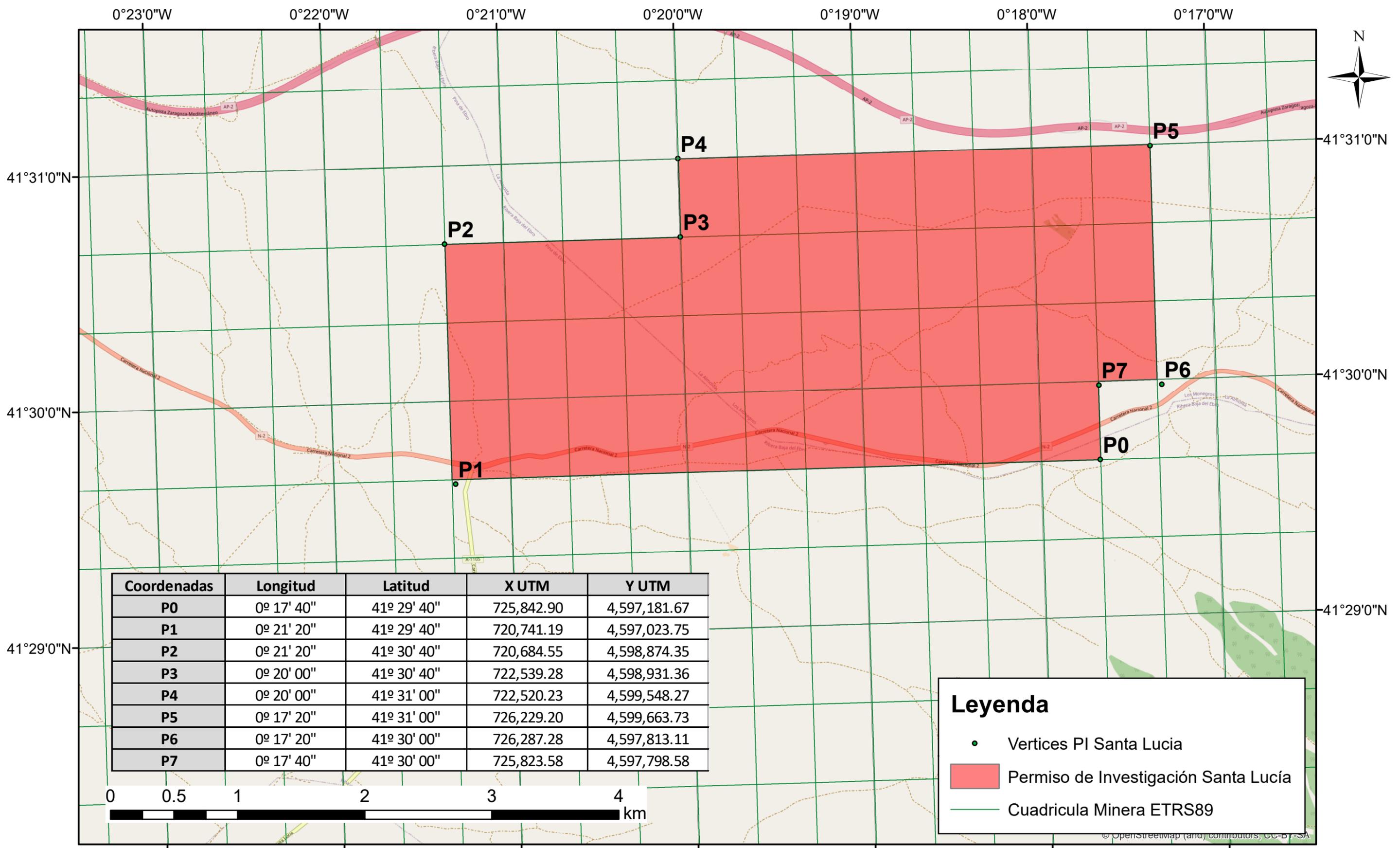
PROYECTO	
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN MINERA "SANTA LUCÍA"	
PLANO	
PLANO DE SITUACIÓN	

ESCALA
1/25.000
FECHA
Enero-2024

Leyenda

Permiso de Investigación Santa Lucía

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA

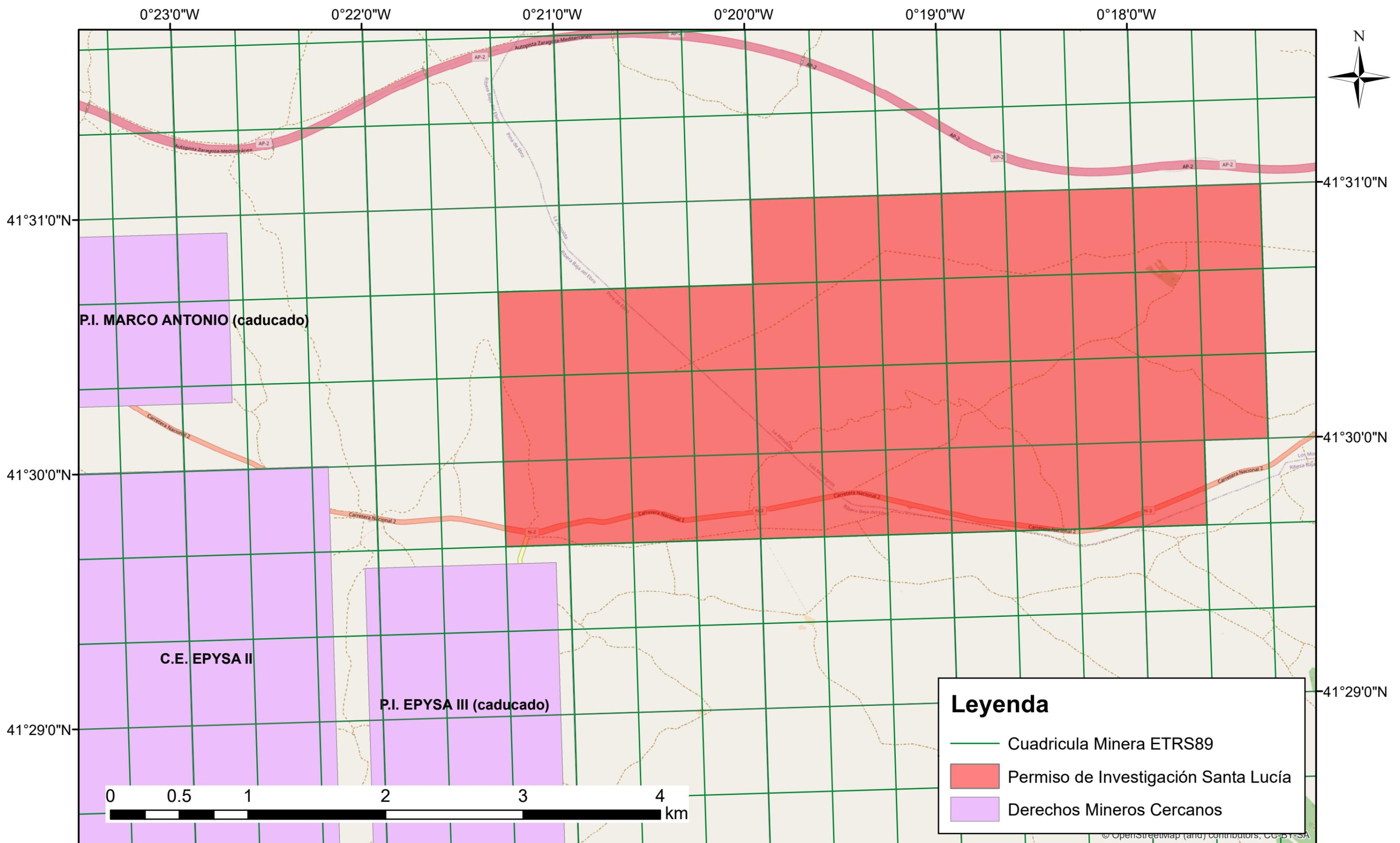


Coordenadas	Longitud	Latitud	X UTM	Y UTM
P0	0° 17' 40"	41° 29' 40"	725,842.90	4,597,181.67
P1	0° 21' 20"	41° 29' 40"	720,741.19	4,597,023.75
P2	0° 21' 20"	41° 30' 40"	720,684.55	4,598,874.35
P3	0° 20' 00"	41° 30' 40"	722,539.28	4,598,931.36
P4	0° 20' 00"	41° 31' 00"	722,520.23	4,599,548.27
P5	0° 17' 20"	41° 31' 00"	726,229.20	4,599,663.73
P6	0° 17' 20"	41° 30' 00"	726,287.28	4,597,813.11
P7	0° 17' 40"	41° 30' 00"	725,823.58	4,597,798.58

Leyenda

- Vertices PI Santa Lucia
- Permiso de Investigación Santa Lucía
- Cuadrícula Minera ETRS89

	PROYECTO	ESCALA	
	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN MINERA "SANTA LUCÍA"		1/25.000
	PLANO	FECHA	
	PLANO DEL PERÍMETRO DEFINITIVO DEL PERMISO DE INVESTIGACIÓN SANTA LUCÍA		Enero-2024



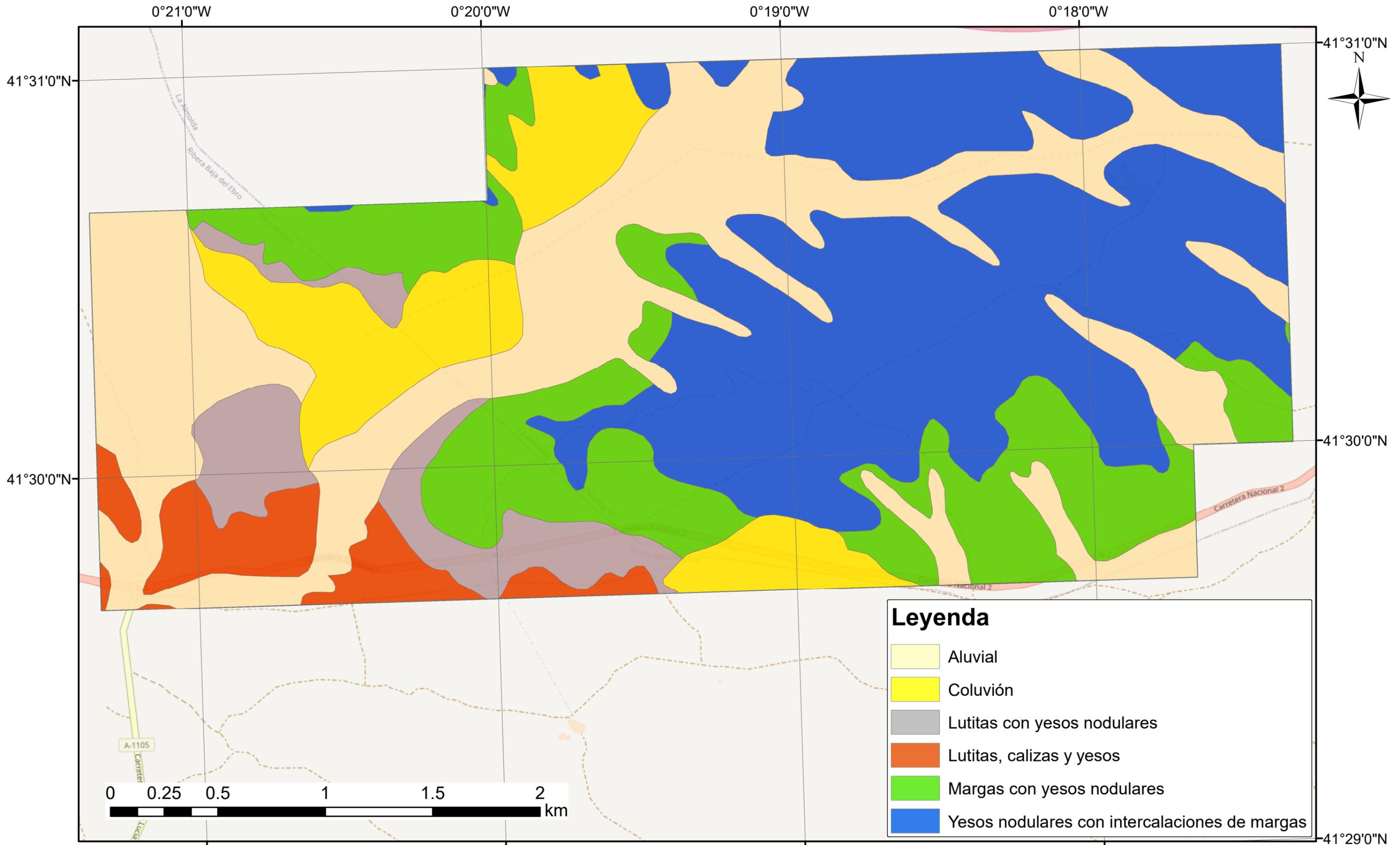
Leyenda

- Cuadrícula Minera ETRS89
- Permiso de Investigación Santa Lucía
- Derechos Mineros Cercanos



PROYECTO	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN MINERA "SANTA LUCÍA"
PLANO	PLANO DE SITUACIÓN DEL P.I. SANTA LUCÍA Y OTROS DERECHOS MINEROS CERCANOS

ESCALA	1/25.000
FECHA	Enero-2024



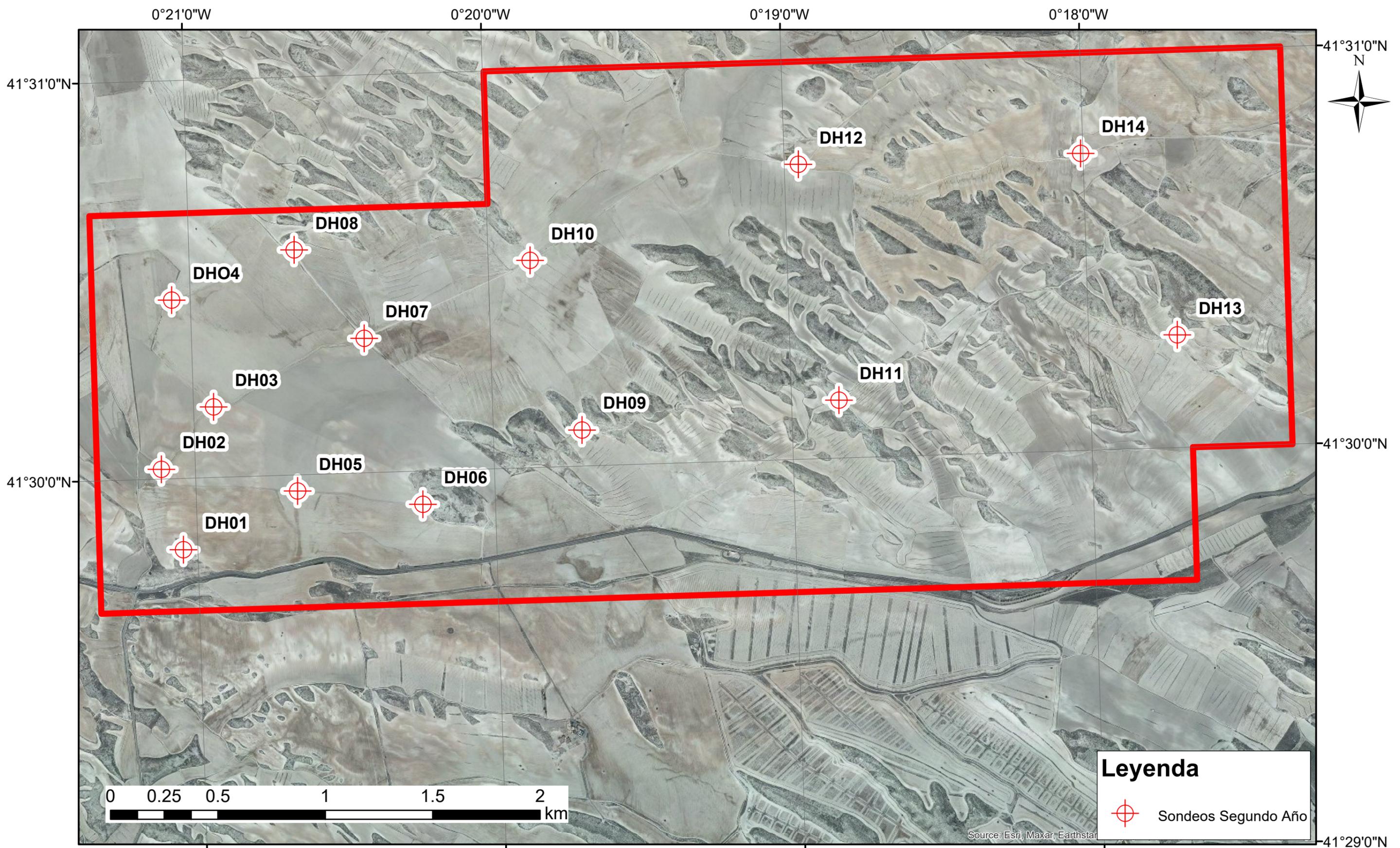
Leyenda

- Aluvial
- Coluvión
- Lutitas con yesos nodulares
- Lutitas, calizas y yesos
- Margas con yesos nodulares
- Yesos nodulares con intercalaciones de margas



PROYECTO	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN MINERA "SANTA LUCÍA"
PLANO	PLANO GEOLOGICO (SIGECO, IGME)

ESCALA	1/16.000
FECHA	Enero-2024



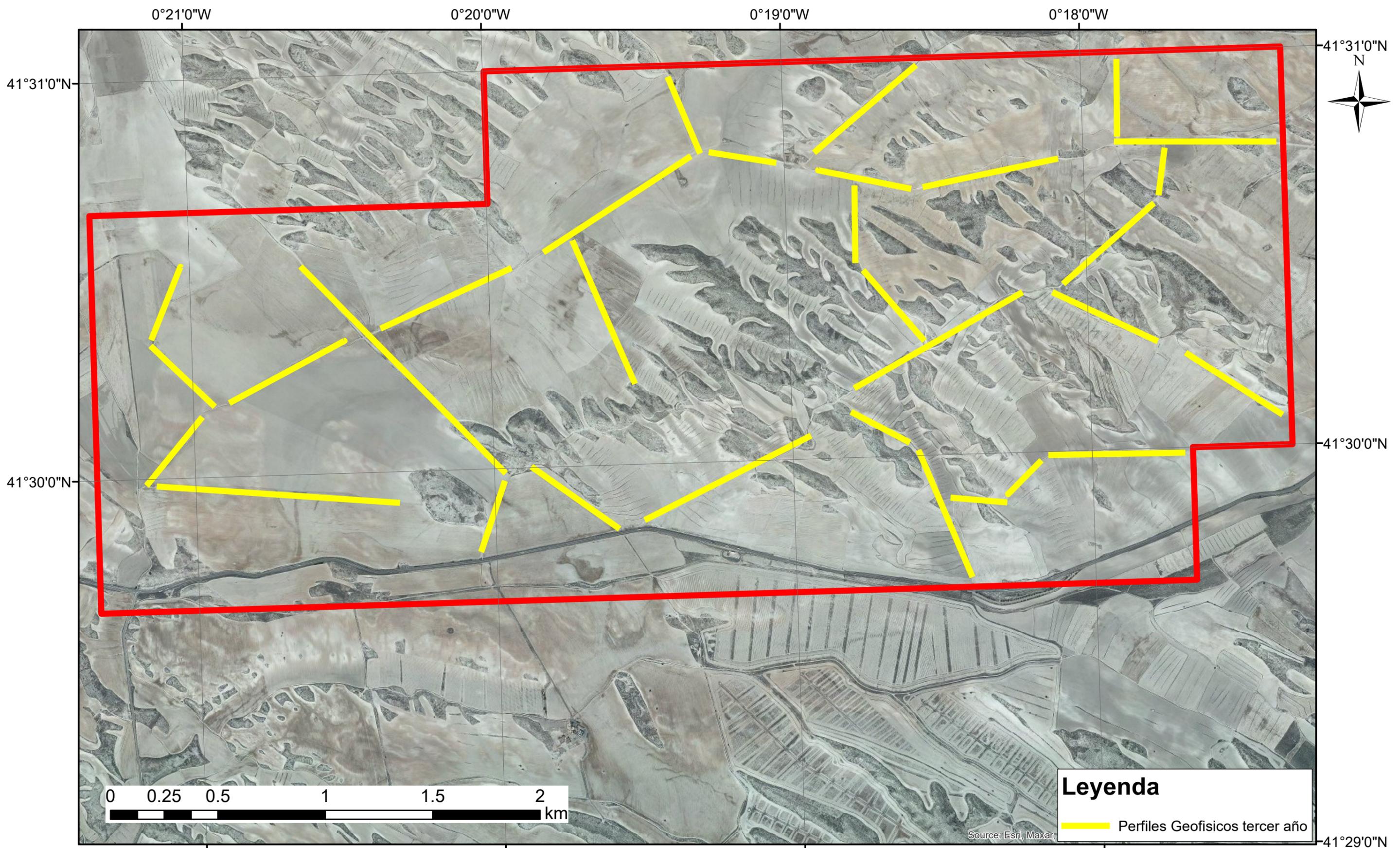
Leyenda

 Sondeos Segundo Año



Source: Esri, Maxar, Earthstar

	PROYECTO	ESCALA
	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN MINERA "SANTA LUCÍA"	1/16.000
	PLANO	FECHA
	LABORES A REALIZAR EL SEGUNDO AÑO DE VIGENCIA (SONDEOS)	Enero-2024



Leyenda

— Perfiles Geofísicos tercer año



Source: Esri, Maxar,

	PROYECTO	ESCALA
	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN MINERA "SANTA LUCÍA"	1/16.000
	PLANO	FECHA
	LABORES A REALIZAR EL TERCER AÑO DE VIGENCIA (PERFILES GEOFÍSICOS)	Enero-2024