



**PLAN DE RESTAURACIÓN PARA EL  
PERMISO DE INVESTIGACIÓN  
DENOMINADO “SANTA LUCÍA”, EN LOS  
TERMINOS MUNICIPALES DE PINA DE  
EBRO Y LA ALMOLDA (ZARAGOZA)**

ENERO DE 2024

## **CONTENIDO**

---

### **DOCUMENTO I: MEMORIA DEL PROYECTO DE RESTAURACIÓN**

- 1.- DATOS GENERALES
- 2.- DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL ENTORNO DONDE SE DESARROLLARÁN LAS LABORES DE INVESTIGACIÓN
- 3.- MEDIDAS PREVISTAS PARA LA REHABILITACIÓN DEL ESPACIO NATURAL AFECTADO POR LOS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN
- 4.-PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS
- 5.- CALENDARIO DE EJECUCIÓN Y PRESUPUESTO ESTIMADO DE LOS TRABAJOS DE REHABILITACIÓN
- 6.- PROPOSICIÓN DE GARANTÍA FINANCIERA
- 7.- LEGISLACIÓN TENIDA EN CUENTA EN ESTE PLAN DE RESTAURACIÓN

### **DOCUMENTO II: PLANOS**

- PLANO 1.- LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA
- PLANO 2.- PERÍMETRO DEFINITIVO DEL PERMISO DE INVESTIGACIÓN
- PLANO 3.- LABORES DE INVESTIGACIÓN PREVISTAS
- PLANO 4.- RELACIÓN ESPACIAL LABORES PREVISTAS – ZEPA "Estepas de Monegrillo y Pina"

## **DOCUMENTO I**

# **MEMORIA DEL PROYECTO DE RESTAURACIÓN**

## INDICE

<b>DOCUMENTO I: MEMORIA</b>	<b>Pag.</b>
1.- DATOS GENERALES _____	06
1.1. Título y Objeto del Proyecto	06
1.2. Promotor	07
1.3. Responsables de la Realización del Plan de Restauración Ambiental	07
1.4. Introducción	08
2.- DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL ENTORNO _____	09
2.1. Descripción del medio físico	09
2.2. Descripción del medio socioeconómico	20
2.3. Descripción de la campaña de investigación de los recursos mineros	22
3.- MEDIDAS PREVISTAS PARA LA REHABILITACIÓN DEL ESPACIO NATURAL _	27
3.1. Materiales de restauración	33
3.2. Remodelado del Terreno	33
3.3. Procesos de revegetación	33
3.3.1. Labores de preparación de la superficie a revegetar	34
3.3.2. Selección de especies para revegetación del área	34
3.3.3. Descripción de siembras y plantaciones	34
3.4. Otras posibles actuaciones de restauración	35
3.4.1. Rehabilitación de pistas, accesos y entorno	35
3.4.2. Rellenos superficiales	35
3.4.3. Vigilancia de las labores de restauración	36
3.5. Anteproyecto de abandono definitivo de las labores de investigación	36
4.- PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS _____	37
5.- CALENDARIO DE EJECUCIÓN Y PRESUPUESTO DE LOS TRABAJOS _____	37
5.1. Calendario de ejecución	37
5.2. Presupuesto de la restauración	38
6.- PROPOSICIÓN DE GARANTÍA FINANCIERA _____	39
7.- LEGISLACIÓN TENIDA EN CUENTA EN ESTE PLAN DE RESTAURACIÓN _____	39

<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>Pg.</b>
Figura 1.- Geología General de la Cuenca del Ebro	09
Figura 2.- Principales unidades litológicas en el entorno del P.I.	13
Figura 3.- Ortofotografía con la zona del Permiso de Investigación	18
Figura 4.- Localización del P.I. SANTA LUCÍA	20
Figura 5.- Relación entre el P.I. y la ZEPA “Estepas de Monegrillo y Pina”	22
Figura 6.- Implantación para tomografía eléctrica	23
Figura 7.- Propuesta de perfiles geofísicos eléctricos	24
Figura 8.- Propuesta de localización de sondeos	25

<b>LISTA DE TABLAS</b>	<b>Pg.</b>
Tabla 1.- Designación definitiva del P.I. SANTA LUCÍA	06
Tabla 2.- Presupuesto de ejecución de los trabajos de restauración	38

## PLAN DE RESTAURACIÓN PARA EL PERMISO DE INVESTIGACIÓN DENOMINADO "SANTA LUCÍA", EN LOS TERMINOS MUNICIPALES DE PINA DE EBRO Y LA ALMOLDA (ZARAGOZA)

### 1. DATOS GENERALES

#### 1.1. Título y Objeto del Proyecto

El presente proyecto, titulado PLAN DE RESTAURACIÓN PARA EL PERMISO DE INVESTIGACIÓN "SANTA LUCÍA", SITO EN LOS TERMINOS MUNICIPALES DE PINA DE EBRO Y LA ALMOLDA (ZARAGOZA), consiste en la exposición de las medidas necesarias para el correcto abandono de los trabajos de investigación necesarios para poder localizar y cuantificar zonas que pudieran ser explotadas para yeso en un futuro.

Los trabajos se realizarán dentro de la zona delimitada por los vértices mostrados en la Tabla 1, dentro de los términos municipales de Pina de Ebro y La Almoldea, ambos de la provincia de Zaragoza.

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

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

## 1.2. Promotor

El promotor del proyecto es la mercantil PLADUR GYPSUM, S.A.U., con domicilio en Ctra. de Andalucía (N-IV), km 30,200 – 28343 Valdemoro (Madrid), con C.I.F. A-79087987.

## 1.3. Responsables de la Realización del Plan de Restauración Ambiental

Para la realización del presente proyecto de restauración se ha contado 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 y 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. Miembro del *Panel of Experts on Minerals and their sustainable use* (EFG) y de la Red de Restauración de Minas y Canteras.
- 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.

#### 1.4. Introducción

El presente proyecto consiste en la elaboración de un plan de restauración para un permiso de investigación minero para yeso. Con el fin de poder poner en evidencia el recurso minero es necesario realizar ciertas labores que permitirán modelizar el yacimiento, cuantificar el recurso y determinar la viabilidad a priori de su explotación desde el punto de vista técnico, económico, social y medioambiental.

Se incluye también el plan de gestión de residuos mineros según 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 natural afectado por actividades mineras, que se extiende a quienes realicen actividades de investigación minera según su Artículo 10.

## 2.- DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL ENTORNO DONDE SE DESARROLLARÁN LAS LABORES DE INVESTIGACIÓN

### 2.1. Descripción del medio físico

#### Contexto Geológico General

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 1). 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. 1.- 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 (Camerós-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 Camerós-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.

#### Contexto Geológico 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 subesférica, 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.

Estratigrafía del Entorno del Permiso de Investigación

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 2 muestra las unidades litológicas presentes en el entorno del Permiso de Investigación.

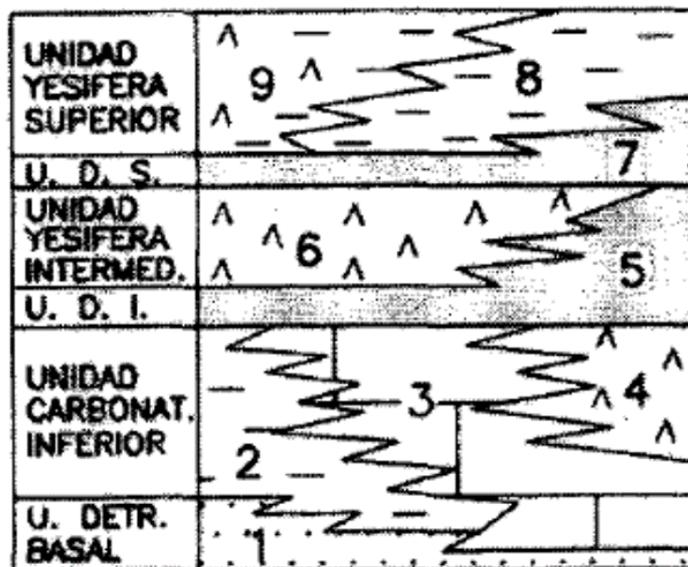


Fig. 2.- Principales unidades litológicas en el entorno del P.I. (Salvany et al, 1995)

*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 Valcencero 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 Candasnos, 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.

### Cuaternario

En la zona del Permiso de Investigación se pueden encontrar dos unidades cuaternarias, de edad Holoceno (ver. Plano Geológico del P.I. en el Documento II, Planos).

#### *Coluviones: cantos en matriz limo-arcillosa*

Depósitos de poco espesor, asociados a laderas con algo de influencia aluvial (sedimentos de origen aluvial-coluvial), formado por cantos principalmente carbonáticos en una matriz limo-arcillosa.

#### *Aluviales: gravas y cantos en matriz limo-arcillosa. Fondos de "vales"*

Unidad bastante representada en la zona de estudio, relacionada con fondos de valle (localmente "vale"), con potencias inferiores a los 3 metros, formados por gravas y cantos calizos y yesíferos, incluidos en una matriz limo-arcillosa de color pardo.

### Edafología

Los suelos en la zona que ocupa el Permiso de Investigación son principalmente de dos tipos:

#### *Suelos poco evolucionados sobre sedimentos de margas yesíferas*

Este tipo de suelo se emplaza sobre las margas yesíferas miocenas, presentando un alto contenido en yeso, que influye en su textura y la estructura del perfil, haciéndolo más permeable y con una química algo básica.

Son suelos sin horizonte de humus o solamente de unos pocos milímetros de potencia en zonas con vegetación natural. Normalmente se trata de un horizonte antrópico sobre el potente subsuelo margoso, poco permeable. Son en general suelos xerofíticos que, en zonas con alto contenido en yeso forman yermas de polvo salino y a veces incluso costras y eflorescencias salinas.

#### *Xerorendzinas sobre margas y yesos.*

Estos suelos son los más representativos de la aridez de algunas comarcas del valle del Ebro, como esta. Se emplazan sobre litologías de yeso o margas muy yesíferas, en esta zona miocenas. Son suelos con muy poco desarrollo cuyo perfil es muy elemental del tipo (A) C. Este horizonte (A) es muy delgado y pobre en humus, que no suele alcanzar el 3%. Debido a su composición rica en yeso y la fuerte evaporación, aparecen localmente en la superficie del terreno costras de sulfato cálcico.

### Hidrogeología

En el ámbito de estudio no hay definido ningún sistema acuífero, siendo el más cercano el asociado al sistema acuífero de las terrazas del Ebro a bastantes kilómetros del Permiso de Investigación.

Debido a impermeabilidad de los materiales margosos que dominan en el subsuelo en la zona de estudio, solamente tienen algún interés hidrogeológico a nivel local los depósitos cuaternarios, que como se ha visto, tampoco tienen un gran desarrollo en la zona. Estos materiales serían recargados por la infiltración de las precipitaciones y de algún curso de agua efímero. A nivel de calidad estos pequeños acuíferos pueden estar contaminados por las sales de los materiales miocenos.

### Climatología

La precipitación media anual ronda los 400 mm, siendo esta zona central de la cuenca del Ebro la que registra valores más bajos de pluviometría. Las épocas más lluviosas coinciden con la primavera y el otoño, con máximos de precipitación en el mes de mayo. El mes más seco es julio. Las precipitaciones suelen producirse de manera irregular y concentrada en cortos períodos de tiempo.

La temperatura media anual obtenida de la estación de Castejón de Monegros es de 14,7°C. La variación anual de temperatura es del orden de 18,6°C con mínimos en enero y máximos en julio. Según la clasificación climática de Köppen y Geiger, el clima de la zona se podría clasificar como BSk, caracterizado por ser un clima semiárido con veranos calurosos e inviernos fríos. Según la clasificación agroclimática de Papadakis la zona de estudio tendría un clima mediterráneo continental templado, con invierno cálido, verano seco y régimen de humedad mediterráneo seco.

### Vegetación (vegetación potencial, vegetación actual y valoración ecológica)

Se denomina vegetación potencial a la comunidad estable que existiría en un área dada como consecuencia de la sucesión geobotánica progresiva, en ausencia de influencias antrópicas. Dicha vegetación potencial se encuentra fundamentalmente determinada por el clima, a través de los regímenes de precipitación y temperaturas, así como por las características edáficas de la estación.

La vegetación potencial de esta zona estaría representada por un pinar aclarado de *Pinus halepensis* o una maquia de densidad variable de coscoja y lentisco, El carácter más meridional de este dominio de vegetación se manifiesta en ciertos arbustos y pequeños árboles termófilos: *Globularia alypum*, *Erica multiflora* y especialmente *Pistacia lentiscus*; *Quercus caceitera* se ve desplazado en parte por *Juniperus phoenicea*.

En la vegetación actual en la comarca de los Monegros se han inventariado cerca de un millar de plantas con flor, entre especies y subespecies, lo cual es destacable teniendo en cuenta la relativa uniformidad climática, topográfica y edáfica de la comarca. A esto habría sumar unas 50 especies de matas y arbustos que forman coscojares, matorrales, tomillares y ontinares. Sin embargo, en la actualidad la mayor parte del territorio está ocupada por suelos de uso agrícola, a excepción de los montes de la Retuerta y el pie de la sierra de Alcubierre. Fuera de estas dos zonas, los restos de vegetación leñosa que subsisten en algunas laderas de vales y sasos se estructuran en torno a la coscoja y el espino negro, junto a los que pueden aparecer varias especies de enebros y sabinas (*Juniperus oxycedrus*, *J. phoenicea* y especialmente la sabina albar, *J. thurifera*). El alto grado de antropización de la zona estaría detrás de la gran diferencia entre la vegetación potencial y la actual.

En el caso particular de la zona que ocupa el permiso de investigación, más del 90% del territorio está roturado para cultivos de secano Fig. 3, quedando algún isleo sin cultivar que coincide con afloramientos rocosos muy pobres en suelo y vegetación, siendo esta generalmente arbustiva que se corresponden a distintas fases de degradación del *Rhamno-Cocciferetum*. En los campos de cultivo de secano pueden aparecer especies anuales de origen muy diverso, como la asociación *Roemerio-Hypecoetum* y distintas facies autumnales con predominio de capitana (*salsola kalf*) y ruca (*Eruca vesicaria*).



Fig. 3. Ortofotografía con la zona del Permiso de Investigación

## Fauna

La fauna de la zona es rica y variada perteneciendo a numerosas familias y géneros del reino animal. Esta fauna depende del tipo de suelos, de la vegetación y de la situación relativa del agua.

En la comarca de Los Monegros hay una gran variedad de aves residentes (alimoche, águila real, águila perdicera, halcón peregrino, aguilucho lagunero, azor, búho real, búho chico, mochuelo, etc.). También abundan estivales (alimoche común, culebrera europea, águila calzada, alcotán, cernícalo primilla, aguilucho cenizo, autillo, codorniz, etc.), invernantes (aguilucho pálido, esmerejón, ánade silbón, ánsar común, porrón común y moñudo, chorlito dorado, avefría europea, etc.) y de paso (abejero europeo, lechuza campestre, cigüeña negra, grulla común, espátula, cerceta carretona, porrón pardo y chorlito carambolo entre otras).

Los anfibios han sido poco estudiados en la comarca de Los Monegros. Dos hechos limitantes para estos animales es la necesidad del agua para su reproducción, generalmente escasa en esta región, y la alta concentración de sales en el subsuelo, lo que limita la estrategia de enterrarse para protegerse en los periodos secos. Las especies de anfibios más comunes son la Rana perezi, y los sapos Bufo calamita, Bufo bufo y Pelobates cultripes.

Los reptiles más característicos de la zona de Los Monegros son los quelonios, por ejemplo los galápagos leproso y europeo. Otros reptiles que también se pueden encontrar en la región son la salamanesa costera, la salamanesa común, la lagartija ibérica, el lagarto ocelado y la lagartija colilarga. En cuanto a los ofidios, en Los Monegros abundan las culebras de escalera, bastarda y viperina.

En cuanto a los mamíferos, abundan en Los Monegros los lagomorfos como las liebres mediterránea y europea y el conejo, artiodáctilos como el jabalí y algunos carnívoros como el zorro, la comadreja y la garduña. De menor tamaño hay también algunos roedores, erizos y quirópteros.

## 2.2. Descripción del medio socioeconómico

### Situación Geográfica

El Permiso de Investigación se encuentra a unos 50km al este de Zaragoza (Fig. 4). Los núcleos de población más cercanos al Permiso de Investigación son La Almolda, a 11 km de distancia hacia el NE del permiso, Gelsa a 12 km hacia el SW y Pina de Ebro a unos 14 km.

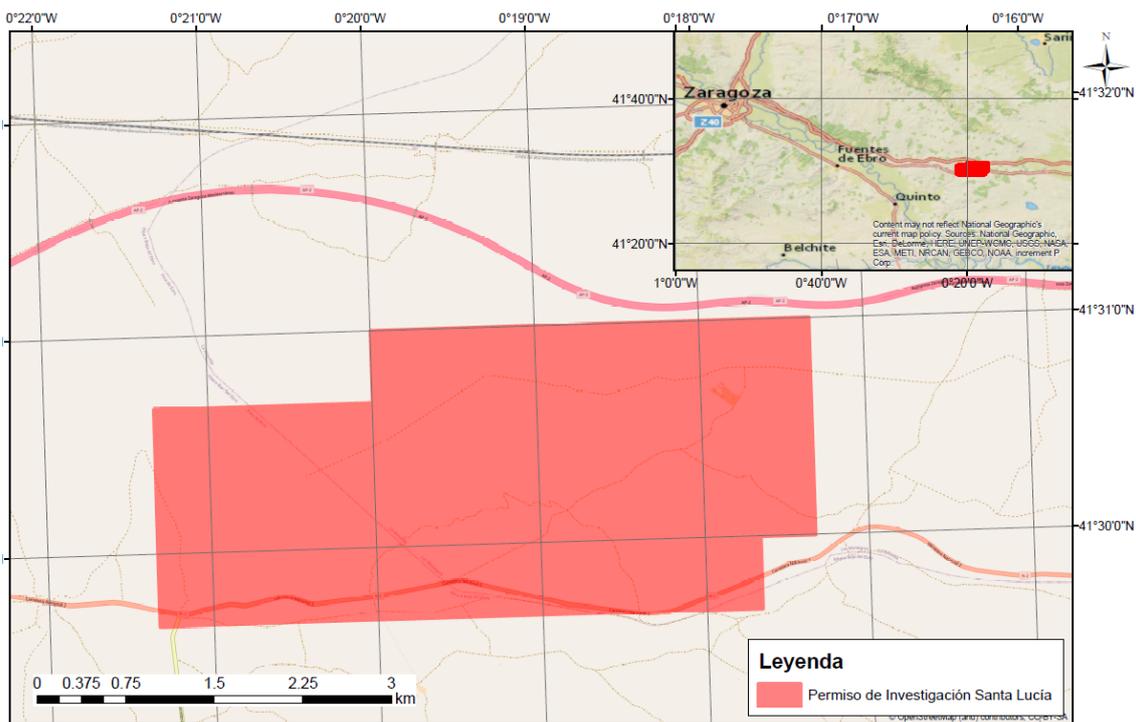


Figura 4.- Localización del P.I. SANTA LUCÍA

### Demografía de los municipios más cercanos

La Almolda contaba en 2018 con 567 habitantes para un término municipal de 119,7 km<sup>2</sup> mientras que Pina de Ebro contaba con 2456 habitantes empadronados para una extensión del término municipal de 268,96 km<sup>2</sup>.

### Economía de la Comarca de Los Monegros

La economía de Los Monegros se ha basado históricamente casi en exclusiva en la agricultura y la ganadería, sin embargo, en la actualidad el sector servicios supone un 43%, mientras que el primario abarca un 27% y el secundario un 30% del total. A pesar de la reducción paulatina del peso del sector primario, este sigue siendo fundamental para los habitantes de la comarca. Los cultivos principales son los cereales: cebada, maíz, trigo y arroz, los forrajes destacando la alfalfa y los productos hortícolas e industriales como guisantes y judía verde.

La llegada del regadío también ha supuesto un cambio en los usos ganaderos. De una ganadería extensiva basada en el ovino y caprino, ha irrumpido con fuerza la producción de porcino. El sector servicios se centra en buena parte al funcionamiento interno de la comarca, con actividades comerciales y administrativas concentradas en los núcleos con mayor población. Un subsector en crecimiento es el del ocio y turismo con incremento de la oferta de restauración y alojamiento rural.

#### *Usos y aprovechamientos del suelo*

Según las fichas informativas INE, los principales usos del suelo calificado como no urbanizable siguen el siguiente orden y proporciones:

##### La Almolda:

Tierras Labradas	97,76 km <sup>2</sup>
Pastos	1,66 km <sup>2</sup>
Forestales	4,35 km <sup>2</sup>
Restos de tierras	15,95 km <sup>2</sup>

##### Pina de Ebro:

Tierras Labradas	162,19 km <sup>2</sup>
Pastos	71,27 km <sup>2</sup>
Forestales	11,52 km <sup>2</sup>
Restos de tierras	23,98 km <sup>2</sup>

### 2.3. Zonas protegidas en el entorno del Permiso de Investigación

El permiso de investigación ha sido solicitado intentando evitar zonas de alto valor ecológico, normalmente protegidas con diversas figuras de protección medioambiental. Sin embargo, debido a la geometría de la unidad de medida de los derechos mineros (cuadrícula minera), hay una pequeña zona del Permiso, en el extremo occidental que se encuentra dentro de la ZEPA "Estepas de Monegrillo y Pina" (Fig. 5). No se ha planificado la realización de ninguna actividad de investigación en la zona protegida por dicha ZEPA, como se verá en los apartados siguientes.

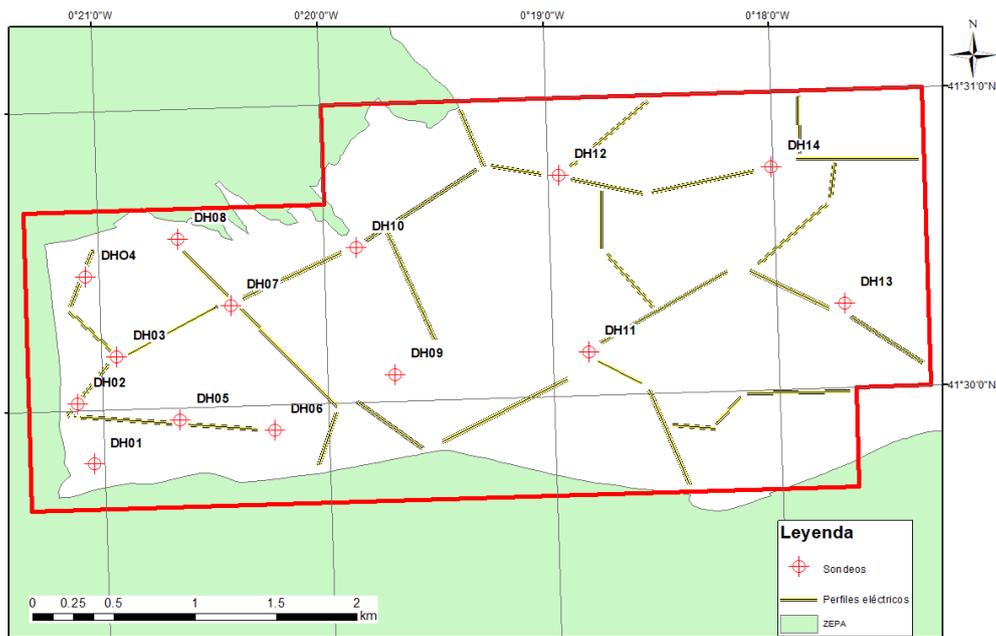


Figura 5.- Relación entre el P.I. Santa Lucía y la ZEPA "Estepas de Monegrillo y Pina".

### 2.4. Descripción de la campaña de investigación de los recursos mineros existentes en la zona

Con el fin de poner en evidencia el recurso minero de yeso con la consiguiente cubicación y análisis de viabilidad técnica y económica se han planteado las siguientes tareas:

- A. Obtención de la topografía
- B. Estudio bibliográfico
- C. Cartografía geológica, muestreo de superficie y análisis de laboratorio.
- D. En base a la cartografía geológica, definición de áreas de interés
- E. Campaña de sondeos
- F. Testificación y muestreo de los sondeos y los ripios.
- G. Análisis de laboratorio de las muestras
- H. Campaña de Geofísica (sondeos eléctricos verticales, secciones verticales y/o tomografía eléctrica)
- I. Modelización geológica digital
- J. Evaluación de recursos
- K. Análisis de viabilidad técnica, económica, social y medioambiental

De las tareas a realizar, las marcadas en verde (A, B, D, I, J, K) son trabajos que realizar en oficina, con nula interacción con el medio natural. La cartografía geológica (C) se realiza primero en gabinete con fotografía aérea y luego se hacen comprobaciones sobre el terreno donde, además se pueden tomar muestras de superficie (fragmentos rocosos del suelo) que serán posteriormente analizadas en el laboratorio de Pladur Gypsum en Gelsa. La testificación (F) consiste en la descripción detallada de los testigos de roca obtenidos con los sondeos y se realizará en las instalaciones de Pladur Gypsum en Gelsa, al igual que los análisis de laboratorio del punto G.

Las actividades que si que presentan mayor interacción con el entorno sería la prospección geofísica (H), aunque mínima, y la perforación de sondeos (E).

### *Prospección Geofísica*

Las técnicas geofísicas eléctricas, que son las que se pretende emplear, no afectan al terreno, ya que se trata de una técnica de estudio no invasiva ni destructiva, que no deja huella alguna en el entorno. La Figura 6 muestra un equipo de tomografía eléctrica listo para tomar las medidas.



Fig. 6.- Implantación para tomografía eléctrica (ocsa-geofísica).

Se ha planificado realizar unos 17,44 km de perfiles eléctricos (Fig. 7) de los que se obtendrán las curvas de resistividad del terreno que permiten detectar cambios en el terreno y las profundidades a los que se producen. Esta técnica permite obtener las geometrías de los cambios de propiedades en el subsuelo, geometrías que se pueden incorporar en la modelización tridimensional con la que se evaluarán los recursos de yeso.

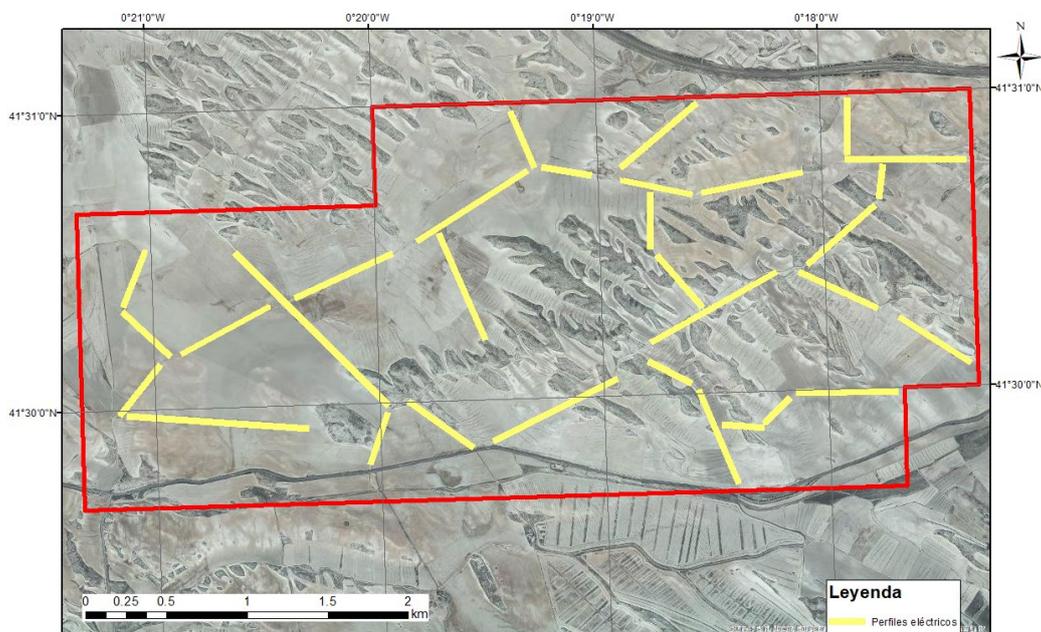


Figura 7.- Propuesta de perfiles geofísicos eléctricos

El tiempo estimado para la realización de estos trabajos es de unos 8 días de campo, incluidos desplazamiento del equipo, colocación de dispositivos y toma de datos. La información obtenida ha de procesarse en gabinete lo que puede llevar unos 10 días, tiempo empleado en estudiar toda la documentación previa, interpretación de resultados y elaboración de informes con conclusiones.

#### Perforación de sondeos

La fuente de información principal para este proyecto es el material del subsuelo que se conseguirá gracias a los sondeos. Este material podrá ser descrito para la modelización 3-D y muestreado para su caracterización geoquímica tras los análisis de laboratorio.

La profundidad objetivo a muestrear es la comprendida entre las cotas 240 y 280 s.n.m. Entre esas cotas la perforación se hará mediante rotación con recuperación de testigo. Aquellos sondeos que por la orografía estén emboquillados a cotas superiores a la 280 empezarán con perforación por rotopercusión (en la que se recoge rípio, no testigo) hasta alcanzar la cota 280, en la que se pasará a perforar mediante rotación para obtener testigo continuo hasta la cota 240.

En total, se han planificado 14 sondeos en todo el Permiso (Fig. 8), que totalizan unos 690 m de perforación de los que 500 serán con recuperación de testigo continuo. La maquinaria a emplear consiste en perforadoras de sondeos tipo ROLATEC RL -48 montada sobre camión 4x4 de ruedas o similar cuyas dimensiones para realizar los sondeos requieren la ocupación de una superficie mínima de 400 m<sup>2</sup>, ya que además del perforador, son necesarios contenedores para el agua necesaria para refrigeración de la sarta de perforación.

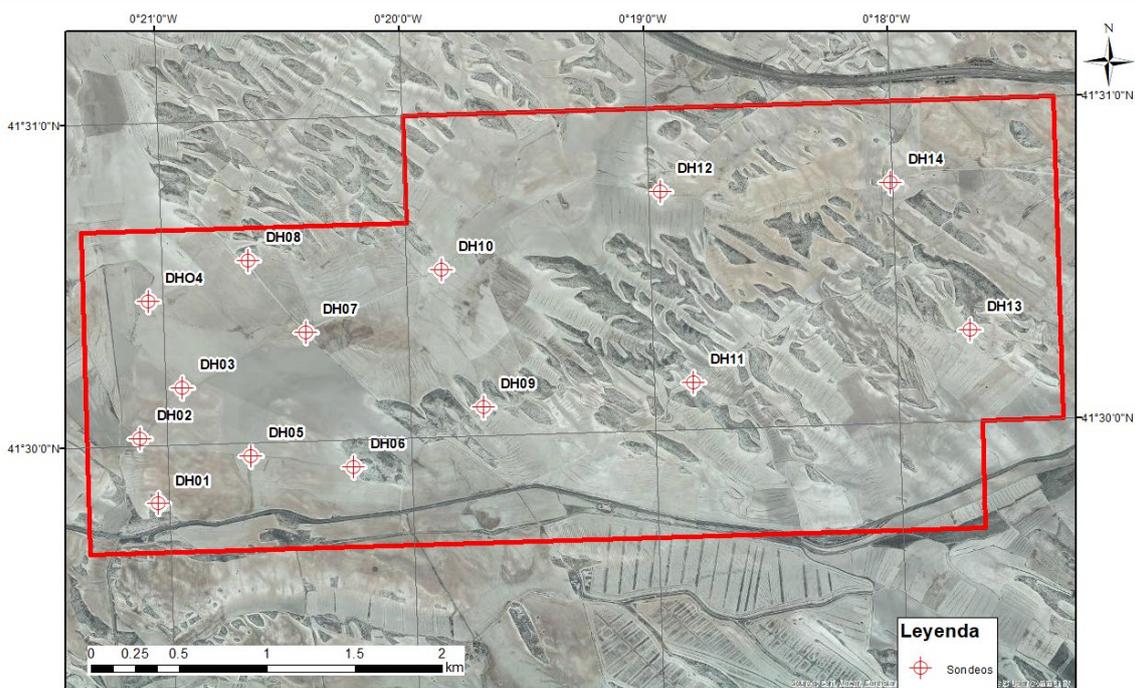


Figura 8.- Propuesta de localización de sondeos

Se estima que se podrá hacer aproximadamente un sondeo cada dos días, por lo que el trabajo de campo durará aproximadamente 30 días y posteriormente, unos 20 días en las instalaciones de Pladur Gypsum para la testificación, muestreo, etc. De los testigos se tomarán muestras representativas de cada 3 metros de perforación por lo que se obtendrán unas 170 muestras.

La perforación por rotoperCUSión que se empleará en aquellos sondeos emboquillados a cotas superiores a la 280, consiste en realizar un sondeo mediante martillo de fondo, sin recuperación de testigo, donde lo que se recupera es el ripio de perforación, transportado hasta la superficie de forma neumática. El material que sale del sondeo de cada maniobra de avance (3 m) se muestreará para ser analizado. Una vez alcanzada la cota 280 se pasará a perforar mediante recuperación de testigo continuo. Las perforaciones se realizarán con una sonda del tipo TP60/300 o similar con capacidad para perforaciones de 42-130 mm de diámetro y se ha estimado una perforación total de 190 m mediante esta técnica repartidos en los 8 sondeos que comienzan a cotas superiores a la 280.

Para implantar las máquinas que realizan los sondeos previamente hay que acondicionar las zonas de acceso y emplazamiento. En este proyecto los sondeos se han planificado a pie de caminos ya existentes para no tener que construir accesos y se han buscado localizaciones en zonas baldías o de cultivo en barbecho para minimizar el efecto sobre el terreno natural.

Los sondeos de recuperación de testigo requieren agua que se hace circular en circuito cerrado para refrigerar la sarta de perforación y arrastrar los finos hasta la superficie. El agua necesaria para la perforación se llevará mediante una cuba local hasta cada emplazamiento en el momento de iniciar la perforación con el objetivo de evitar tanto evaporaciones como fugas; el agua se depositará en tanques desmontables que la propia empresa de perforación proveerá

### **3.- MEDIDAS PREVISTAS PARA LA REHABILITACIÓN DEL ESPACIO NATURAL AFECTADO POR LOS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN DEL RECURSO MINERAL**

La prospección geofísica eléctrica es una técnica no invasiva, por lo que no se contempla afección alguna al medio, ya que todos los efectos que pudieran darse se eliminan por completo tan pronto como finaliza el ensayo.

Sin embargo, la perforación de sondeos mecánicos si que es un método de investigación invasivo, lo que hace que sea necesario contemplar los impactos ambientales que se pueden generar y proponer las medidas para completa mitigación de dichos impactos. Se contemplan tres actividades en el proceso de perforación:

- A. Preparación del emplazamiento
- B. Ejecución de sondeos con recuperación de testigo.
- C. Perforación a rotoperCUSión en el comienzo de alguno de los sondeos.

#### *Preparación del emplazamiento*

Normalmente, esta fase consiste en la adecuación o construcción de caminos necesarios para acceder a las zonas donde se realizarán los sondeos, pero en esta campaña no será necesario al implantarlos anejos a caminos existentes. También incluye esta actividad el preparar plataformas para que la maquinaria pueda trabajar en unas condiciones mínimas de seguridad y en la adecuación de una zona o punto limpio donde se recojan todos los residuos generados.

#### Impactos detectados.

- Emisión de gases procedentes del tubo de escape de la maquinaria.
- Emisión de ruidos y polvo provocados por el normal funcionamiento del motor de la maquinaria.
- Desmonte y relleno para la creación de plataformas como consecuencia del acondicionamiento de superficies para poder ejecutar los sondeos.
- Cambios de aceite, fluido hidráulico, filtros y repostajes, como consecuencia del normal funcionamiento de la maquinaria.
- Otros restos, principalmente antrópicos, tales como biológicos por los propios operarios, plásticos, cambios de piezas, etc.

#### Medidas correctoras.

- Los gases, ruidos y polvo emitidos se describen en las medidas comunes a las tres fases.
- Para el desmonte y relleno se aprovecharían los materiales de desmonte para el relleno de las zonas que requirieran rellenos; en caso de que no fuera suficiente en uno u otro sentido, se tomarán las siguientes medidas:
  - En caso de haber más material de desmonte, entonces se acopiará en las mismas condiciones que la tierra vegetal, es decir, en cordones de no más de 2 m de altura, ocupando una superficie siempre inferior a 200 m<sup>2</sup>, en caso de tener que estar este material más de 6 meses acopiado, se procederá a su remoción y sembrado con especies leguminosas para conservar sus propiedades edáficas.
  - En caso de necesitar material para relleno, se fusionará esta fase con la de ejecución de sondeos, de tal manera que se utilice el material necesario para la creación de tantas plataformas como material se disponga y conforme se vayan ejecutando los sondeos, se irán desmantelando las ya utilizadas para utilizar este material para las plataformas de cuyos sondeos aún estén sin ejecutar con lo que se evita la inserción de material alóctono que podría modificar las características químicas del terreno.
  - De todas formas, no se cree que vaya a ser necesario desmontar ni rellenar ya que se emplazarán en terrenos agrícolas, que tras la realización del sondeo se podrán arar, por lo que no se cree necesario desmontar ni rellenar.
- Los mantenimientos de los vehículos y los restos antrópicos se describen en las medidas comunes a las tres fases.

#### Ejecución de sondeos de testificación

Los sondeos de testificación consisten en practicar orificios verticales en el suelo de pequeño diámetro en torno a los 3 - 5 pulgadas con fluido hidráulico a presión y con rotación pura mediante corona de dientes invertidos y en circulación inversa, de entre 27 y 83 metros de profundidad.

Este tipo de perforación emplea agua que procederá de una cuba especialmente contratada al efecto, que suministrará aguas limpias a la perforadora que realice todos los sondeos mecánicos. El dispositivo normal es la instalación de dos balsas desmontables de 3x3 metros y 1,5 m de altura, es decir, que se utilizarán para cada sondeo un máximo de 13,5 m<sup>3</sup> de agua, parte de la cual se perderá durante su ejecución. Para los 500 m de perforación con recuperación de testigo continuo se estima una necesidad de agua total de unos 330 m<sup>3</sup>. A este consumo habría que sumar las pérdidas potenciales por evaporación que podrían llegar a ser de hasta un 10% en periodo estival, lo que supone otros 33 m<sup>3</sup>.

#### Impactos detectados

- Emisión de gases procedentes del tubo de escape de la perforadora.
- Emisión de polvo y ruidos provocados por el normal funcionamiento del motor de la perforadora.
- Vibraciones como consecuencia de la perforación por rotación.
- Cambios de aceite, fluido hidráulico, filtros y reportajes, como consecuencia del normal funcionamiento de la perforadora (nunca mantenimiento, sólo eventual).
- Creación de lodos de perforación como consecuencia de la perforación con agua.
- Creación de ripios de perforación como consecuencia de la perforación de un sondeo en el terreno.
- Otros restos, principalmente antrópicos, tales como orgánicos por los propios operarios, plásticos, cambios de piezas, etc.

#### Medidas correctoras.

- Los gases, ruidos y polvo emitidos se describen en las medidas comunes a las tres fases.
- Del mismo modo en la fase anterior, las vibraciones producidas serán temporales y poco persistentes, las cuales cesarán tan pronto como finalice la actividad de la maquinaria, además serán de carácter muy local llegando a mitigarse a los pocos metros de cada sondeo, por lo que no se requiere ninguna medida correctora para este impacto.
- Los lodos finales de perforación, al tratarse de agua limpia la que se lleva a la perforación y de materiales existentes en el propio terreno, no se consideran como residuos o lodo de perforación, ya que es perfectamente asimilable a las aguas de escorrentía naturales, por lo que no será necesaria acción correctora alguna para este impacto, el cual únicamente se puede considerar positivo, ya que como mucho servirá para recargar el acuífero que pueda existir en la zona.
- Los ripios de perforación que no se utilicen para muestreo serán aprovechados para la adecuación topográfica de las plataformas de perforación durante su desmantelamiento y su adecuación paisajística.
- Los sondeos se localizarán por la colocación mediante el cerramiento en boca con colores vivos con el fin de su rápida localización, este impacto será permanente, sin embargo, se considera necesario en tanto no se obtenga una concesión de explotación (en adelante CE) del recurso por si es necesario realizar alguna prueba adicional en los sondeos, sin embargo, los mismos serán cegados en cuanto se obtenga dicha CE ya que en el frente se dispondría de información visual directa. Y si no se obtiene la CE, también serán cegados al abandonar el Permiso de Investigación.
- Los mantenimientos de los vehículos y los restos antrópicos se describen en las medidas comunes a las tres fases.

Perforación a rotopercusión en el comienzo de alguno de los sondeos:

La perforación por rotopercusión consiste en practicar orificios verticales en el suelo de pequeño diámetro en torno a los 2 - 3 pulgadas con fluido neumático a presión y con rotopercusión con trépano macizo de botones de widia y en circulación directa. El fluido utilizado para este tipo de sondeos es neumático, de tal forma que la maquinaria empleada requiere de un pequeño compresor que o bien carga y lleva con ella, o bien arrastra tras de sí, o bien queda fijo en un emplazamiento y comunica con la máquina mediante conductos largos que permiten la movilidad de la sonda pero que disminuyen la capacidad del compresor al tener que vencer mayores distancias. El volumen de aire para una sonda tipo Beretta T-46C oscila entre 20 y 62 l/min, y la presión entre cero y 200 bares según el terreno atravesado y el peso del ripio de perforación.

El consumo de gasoil será de 45 l/h aproximadamente, invirtiendo una hora en cada perforación y media hora en cada desplazamiento, de tal forma que el consumo de gasoil será de:  $45 \text{ l/h} * (1 \text{ h/sondeo} + 0,5 \text{ h/desplazamiento}) * 8 \text{ sondeos} = 540 \text{ litros de gasoil}$ .

#### *Prospección geofísica eléctrica*

Esta actividad consiste en inducir una corriente conocida al terreno y en función de la intensidad y voltaje medidos en unos electrodos que se sitúan de forma equidistante al punto de inducción, alejándose entre ellos en función de la profundidad deseada para investigar; se obtiene una tabla de resistividad aparente, cuyos datos se tratan posteriormente en gabinete.

La superficie ocupada es una línea recta del doble de distancia a la que se sitúa cada electrodo de acero, pero la afección no es mayor que la de un senderista andando por el monte, de tal forma que una vez finalizado el ensayo y recogido el equipo, la afección desaparece por completo sin ninguna secuela. Para poder realizar estas labores no son necesarios trabajos de preparación.

#### Impactos detectados

- Emisión de ruidos y polvo provocados por el choque entre la maza y el electrodo a la hora de introducirlo en el terreno.
- Otros restos, principalmente antrópicos, tales como biológicos producidos por los propios operarios, plásticos, reparación de cables, comida, etc.

#### Medidas correctoras.

- Los ruidos y polvo emitidos en esta fase son los mismos de cualquier ser vivo en el entorno, por lo no se prevén medidas correctoras ya que cesarán en el mismo momento del cese del ensayo.
- Los desperdicios generados se recogerán en una bolsa o el bolsillo del pantalón para depositarlos en el contenedor público más cercano, a excepción del cambio de baterías o elementos similares, los cuales serán depositados en los contenedores habilitados al efecto o llevados a reciclaje o a un punto limpio.

#### Medidas correctoras comunes a las tres tareas:

El aire teóricamente tendrá un mayor componente en CO<sub>2</sub>, debido a los escapes de los motores térmicos, escapes que cumplen con la normativa de la U.E., por lo que se está dentro de la legalidad. No habrá otro tipo de contaminación del aire.

La calidad del aire no va a variar, ya que, al ser un espacio abierto, los gases procedentes de los escapes de los motores térmicos son absorbidos por la vegetación y no causan contaminación apreciable. No se generarán más gases que los procedentes de los motores térmicos alimentados por gasoleo.

El nivel del ruido existente en la zona futura de explotación es el producido por la propia naturaleza y por maquinaria para labrar y recoger las cosechas. La investigación generará por tanto un ruido que no supera los límites establecidos por la actual legislación, no teniendo repercusión en las explotaciones agrarias cercanas.

#### Ruido y polvo. Impacto atmosférico

Este factor ambiental puede verse afectado como consecuencia de la explotación de investigación que se pretende, por los siguientes contaminantes:

- 1) Polvo: El polvo en una zona de exploración minera de estas características puede producirse en las siguientes operaciones:
  - Rellenos y desmontes (plataformas de perforación). No hay previsto realizar ningún camino de acceso ni plataforma. Si hubiera que hacer alguna, una pala mixta realizaría el movimiento de tierra, pero siempre de poca entidad.
  - Paso de vehículos de servicio. En estas operaciones no se produce tráfico intenso por los caminos, pero si por cualquier motivo se previera tráfico intenso, se regarán los caminos por lo que se circule con el fin de evitar la producción de polvo.
  - Perforación con recuperación de testigo: con el agua utilizada durante las perforaciones, se eliminará este factor.
  - Perforación con rotoperCUSión. El polvo que sale de la perforación es el material que se muestreará y analizará en laboratorio por lo que no se le deja escapar. Para ello se utilizan captadores de polvo.

- Al encontrarse la investigación muy alejada de zonas habitadas y ocupada en su mayor parte por tierras de cultivo, no ha de suponer molestias para la población ni apreciable alteración del medio ambiente.
- 2) Ruidos: El ruido producido por exploraciones mineras puede considerarse, en general, medio a escasa distancia. Los ruidos producidos en este tipo de trabajos están generados por la maquinaria; Los producidos por la pala mixta y por la perforadora al rodar por los caminos o como resultado de su actividad, resultan ser de una magnitud no demasiado elevada (entre 75 y 85 dB en la posición del operador), con un área de percepción reducida a las proximidades de la fuente emisora y sin afectar al entorno cercano, produciéndose además de forma discontinua.

De acuerdo con la normativa de la UE, que cumplen los motores de combustión interna, no habrá afección de gases sobre el conjunto, ya que los mismos serán reabsorbidos por el medio ambiente.

Los ruidos serán casi los habituales, puesto que la maquinaria estará provista de los certificados CE que cumplen la normativa y se podrían considerar equivalentes a los de la maquinaria agrícola que opera normalmente en este entorno. No obstante, como prescripciones de obligado cumplimiento para mitigar las fuentes de ruido y gases, se tomarán las siguientes medidas prácticas:

- Revisión de cojinetes, rodamientos, engranajes y mecanismos en general de la maquinaria.
- Engrase apropiado y frecuente.
- Empleo de silenciosos adecuados en los tubos de escape.
- Uso de auriculares, convenientemente homologados, por los trabajadores en activo, en el caso de superar los 85 dB.
- Velocidad máxima de circulación por los caminos de 20 km/hora con prohibición de circular a mayor velocidad.

Se llevará un control adecuado de las medidas de mantenimiento preventivo de la maquinaria. Todas las labores de mantenimiento de todos los vehículos serán realizadas en talleres habilitados al efecto, nunca sobre el terreno, ya que no se ha proyectado la construcción de ningún taller, así pues, todos los aceites y residuos antrópicos serán recogidos por el gestor autorizado.

Una vez finalizados los sondeos y pruebas geofísicas, las plataformas, taludes y huecos generados para su ejecución se desmantelarán, utilizando los mismos materiales para el acondicionamiento topográfico de todo el terreno afectado, de forma que se disimulen todas las actuaciones como si allí nunca hubiera habido actividad alguna.

Por último, se espera una recuperación propia del terreno tras el arado en los terrenos agrícolas y mediante colonización vegetal, como consecuencia de la ausencia de la actividad humana, en las zonas yermas.

### 3.1.- Materiales de restauración

Los materiales que hicieran falta para la restauración de la zona provendrán en un 100% de los utilizados de la propia fase de investigación, como se ha mencionado, los materiales que constituyen las plataformas de trabajo y los rípios de excavación, serán los utilizados para la restitución total de las condiciones topográficas originales con pendientes similares a las del entorno y los más parecidas posible a las originales; estos materiales, se encuentran compuestos en su mayoría por terreno yesífero-margoso predominante en la zona.

### 3.2.- Remodelado del terreno

Los terrenos se restituirán a su morfología previa. El desmonte y relleno de plataformas, es el impacto de mayor magnitud física, y la característica que sería más visible. La maquinaria irá retirando o rellenando según se necesite la topografía para la restitución a la situación primigenia.

El no crear caminos ni accesos a los puntos de sondeo reduce mucho su impacto final, y evita que durante el desarrollo se den grandes impactos de otros tipos como el paisajístico. Posteriormente aquello que fue puesto se retirará y lo que fue quitado se pondrá de nuevo en una actuación de corrección necesaria en este impacto, quedando al fin de las labores previas la mejora y el mantenimiento de los caminos ya preexistentes.

### 3.3.- Procesos de revegetación

Al realizarse los sondeos en zonas agrícolas no sería necesario revegetar. En zonas yermas, si se requiriera desbrozar, la afectación más obvia sería a las comunidades de vegetaciones gipsófilas arbustivas ligadas habitualmente a caminos, y de manera puntual a algún ejemplar leñoso de poco porte. En esas zonas la pérdida del escaso horizonte edáfico existente sería negativa a la hora de una recuperación natural del mismo suelo, por lo que en caso de su afección se retiraría y conservaría para volver a extenderlo al final de los trabajos como se explica en el apartado siguiente.

*3.3.1. Labores de preparación de la superficie a revegetar (sólo en los sondeos realizados en zonas con actividad agrícola actual)*

Creación de plataformas para la ejecución de sondeos. La tierra vegetal se separará del resto de los materiales. Los estériles se amontonan temporalmente, una vez realizado el terraplén o desmonte.

Una vez realizado el sondeo se procederá al desmantelamiento de la plataforma, empezando primero la restitución topográfica y, por último, se pondrá la tierra vegetal reservada anteriormente.

La compactación producida en el extendido parece suficiente para lograr una base con características mecánicas apropiadas para acoger la tierra vegetal ya que la profundización no es grande. De este modo se conseguirá la creación de un perfil susceptible de desarrollar el potencial edáfico que posibilite el enraizamiento de las plantas.

*3.3.2. Selección de especies para revegetación del área (sólo en los sondeos realizados en zonas con actividad agrícola actual)*

Para evitar la erosión del horizonte edáfico recién creado y dada la esponjosidad del terreno reintegrado y por ello su vulnerabilidad a pérdidas por agua y viento, se considera suficiente permitir al terreno su propia auto recuperación aludiendo a la capacidad colonizadora de las especies circundantes; así mismo, se considera que la propia tierra preexistente, contiene abundantes semillas latentes de las mencionadas especies, por lo que la recuperación será prácticamente inmediata, en cuanto las condiciones climatológicas sean las idóneas, las mencionadas semillas germinarán y colonizarán las superficies alteradas.

*3.3.3. Descripción de siembras y plantaciones*

Dado que se cuenta con la alta capacidad colonizadora de las especies vegetales circundantes, no se procederá a la siembra ni plantación alguna, ya que las áreas de afección son mínimas y la capacidad de auto recuperación del terreno es muy grande sobre todo en primavera, por las semillas en estado latente antes mencionadas.

### 3.4.- Otras posibles actuaciones de restauración

#### *3.4.1. Rehabilitación de pistas, accesos y entorno*

**Caminos:** Los caminos exteriores a la zona de investigación, son los mismos caminos destinados actualmente a labores agrícolas ya que, tienen una anchura más que suficiente para el paso de pala mixta, camiones para sondeos y demás vehículos.

Consisten en pistas de tierra, las cuales sólo pueden verse mejoradas desde el punto de vista de su compactación debido al paso de maquinaria pesada por las mismas; no obstante, en caso de deterioro de estas, se procederá al relleno con material de la misma zona sin perjuicio de flora o fauna circundante y su posterior compactación hasta condiciones similares a las anteriores a la investigación.

**Accesos:** Los accesos utilizados, son los mismos que actualmente utilizan los tractores agrícolas a la zona, sin variación alguna de los mismos, por lo que no se propone acción sobre ellos, dado que no se van a modificar.

**Integración Paisajística:** En la revegetación, se contará con las plantas autóctonas silvestres para la recolonización desde los terrenos aledaños para integrar la zona explotada con el paisaje. Se mantendrán taluzamientos similares a los terrenos aledaños y a los originales.

#### *3.4.2. Rellenos superficiales*

Las operaciones a desarrollar son las siguientes:

Con las medidas que se desarrollan a continuación, se supone suficientemente corregido el impacto geomorfológico y el resto de los impactos compatibles afectados por la acción denominada “desmontes y rellenos” así como la acción denominada “creación de plataformas para perforación”.

- Relleno parcial de los huecos abiertos.
- Reposición de la tierra vegetal en todas las zonas afectadas por los trabajos de investigación.
- Revegetación natural.

Los trabajos de restauración que se proyectan se dirigen fundamentalmente al acondicionamiento topográfico como consecuencia de la creación de plataformas de perforación, mediante los materiales excavados en la fase de investigación, así como los rellenos y desmontes para la adecuación de caminos.

#### 3.4.3. Vigilancia de las labores de restauración.

Se efectuará la comprobación de la ejecución de la restauración según lo previsto en el presente informe. Se controlará los valores físicos y químicos de la capa de suelo externo a incorporar. Se comprobará la correcta finalización de la restauración de tierras y morfología planteada en el presente estudio, con el correcto relleno de la superficie investigada.

Se comprobará la ejecución, con las precauciones debidas, de la secuencia de trabajos establecida en este plan.

Así mismo se comprobará el estado de superficies y plantas antes y después de la colonización.

Se vigilará en general el ajuste de los trabajos a los objetivos de la restauración, así como de la evolución y eficacia de la revegetación con unas series de inspecciones visuales, periódicas (mensuales) para comprobar la correcta colonización, el arraigo de las plantaciones, existencias de enfermedades y posibles zonas de acarcavamientos producidas por la erosión.

#### 3.5.- Anteproyecto de abandono definitivo de las labores de investigación

La restauración de los terrenos obligará, necesariamente, a la supresión de los nuevos viales de acceso o de cualquier otra naturaleza que hubieran sido construidos y utilizados específicamente para los trabajos de investigación. Asimismo, se repondrán y recuperarán todos los accesos que existían antes del inicio de la fase de investigación y que se vean afectados por la misma durante su funcionamiento.

Todo el terreno afectado por la fase de investigación quedará de tal manera, que parezca que no ha habido ahí ningún tipo de actividad humana en un plazo muy breve.

#### **4.- PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS**

No se generarán residuos en los terrenos de la explotación ya que el mantenimiento de las maquinas como el abastecimiento de estas se realizará en talleres o lugares habilitados para ello, fuera de los terrenos de la explotación.

Sólo se podría hablar de residuos antrópicos producidos por los propios operarios (papeles, botellas vacías, desperdicios orgánicos, etc); sin embargo, estos residuos serán recogidos diariamente y llevados a contenedores públicos para su correcta gestión.

#### **5.- CALENDARIO DE EJECUCIÓN Y COSTE ESTIMADO DE LOS TRABAJOS DE INVESTIGACION Y DE LOS TRABAJOS DE RESTAURACION**

##### 5.1.- Calendario de ejecución

En nuestro estudio hemos considerado un periodo de tiempo de 1 año, para la total ejecución de los trabajos de restauración, aunque dependiendo de la climatología y del material disponible, podría tener una duración superior.

La línea de actuación será ejecutada en fases.

- Acondicionamiento topográfico y extendido de la tierra vegetal: 60 horas.
- Recuperación de los caminos y accesos: 1 mes de trabajo.11 meses de vigilancia.

5.2.- Presupuesto de la restauración

El presupuesto estimado para efectuar las labores de restauración se desglosa de la siguiente forma:

<b>CAPÍTULO 1. ACONDICIONAMIENTO DE ACCESOS Y CAMINOS</b>				
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>MEDICIÓN</b>	<b>PRECIOS UNIT. (€)</b>	<b>TOTAL (€)</b>
1.-	Rellenos y desmontes para acondicionamiento de accesos y caminos con pala mixta de ruedas (h).	10	80	800
2.-	Desplazamiento de maquinaria mixta de ruedas a la zona de trabajos (Ud).	1	800	800
<b>SUBTOTAL CAPITULO 1 (€)</b>				<b>1600</b>
<b>CAPÍTULO 2. SONDEOS MECÁNICOS</b>				
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>MEDICIÓN</b>	<b>PRECIOS UNIT. (€)</b>	<b>TOTAL (€)</b>
1.-	Desmantelamiento de plataformas de perforación. 14 sondeos (m3).	1400	2	2800
2.-	Eliminación de vallados de seguridad y cartelera de aviso y precaución de los 14 sondeos (ml)	14	100	1400
3.-	Extendido de ripios de perforación. 15 horas de mixta (h).	15	70	1050
4.-	Desplazamiento de maquinaria mixta de ruedas a la zona de trabajos (Ud).	1	800	800
<b>SUBTOTAL CAPITULO 2 (€)</b>				<b>6050</b>
<b>CAPÍTULO 3. CONCEPTOS GENERALES</b>				
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>MEDICIÓN</b>	<b>PRECIOS UNIT. (€)</b>	<b>TOTAL (€)</b>
1.-	Extendido de toda la tierra vegetal en su lugar original. (m3)	700	1	700
2.-	Taluzamiento de rellenos y desmontes, incluso desmantelamiento de caminos creados (h).	40	70	2800
3.-	Dirección de los trabajos de restauración (h).	135	25	3375
<b>SUBTOTAL CAPITULO 3 (€)</b>				<b>6875</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO (€)</b>				<b>14525</b>

Tabla 2.- Presupuesto de ejecución de los trabajos de restauración

**El presupuesto total de la restauración asciende por tanto a catorce mil quinientos veinticinco euros (14.525,00 €)**

## **6.- PROPOSICIÓN DE GARANTÍA FINANCIERA**

En caso de solicitar la administración una garantía financiera para garantizar la ejecución de los trabajos de restauración aquí señalados, se propone constituir ésta en forma de aval bancario o bien mediante la contratación de un seguro de caución para garantizar el cumplimiento de las labores de restauración aquí descritas.

## **7.- LEGISLACIÓN TENIDA EN CUENTA EN ESTE PLAN DE RESTAURACIÓN**

La legislación tenida en cuenta en la elaboración del presente Plan de Restauración y para su aprobación, es la que se detalla a continuación:

- 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.
- Ley 10/1998, de 21 de abril de Residuos.
- Ley 22/1973, de 21 de julio, de Minas.
- Ley 10/1991, de 4 de abril, para la Protección del Medio Ambiente.
- R. D. Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos, y posteriores modificaciones.
- R. D. 1254/1999, de 16 de julio, por el que aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas y posteriores modificaciones.
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental.
- R. D. 2090/2008, de 22 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Desarrollo Parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de responsabilidad medioambiental.
- Ley 5/1.999, de 8 de abril, de evaluación de impacto ambiental.
- Decreto 118/2000, de 20 de junio, por el que se establecen umbrales y criterios para determinadas actividades del anejo 2 de la ley 5/99, de 8 de abril, de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Ley 9/1999, de 26 de mayo, de conservación de la naturaleza.
- Ley 2/1998, de 31 de mayo, de conservación de suelos y protección de cubiertas vegetales naturales.
- Ley 38/1995, de 12 de diciembre, sobre el derecho de acceso a la información en materia de medio ambiente.
- Ley 7/2006, de 22 de junio, de protección ambiental de Aragón.
- Ley 6/1998 de 19 de mayo, de Espacios Naturales Protegidos de Aragón.

## **DOCUMENTO II**

### **PLANOS**

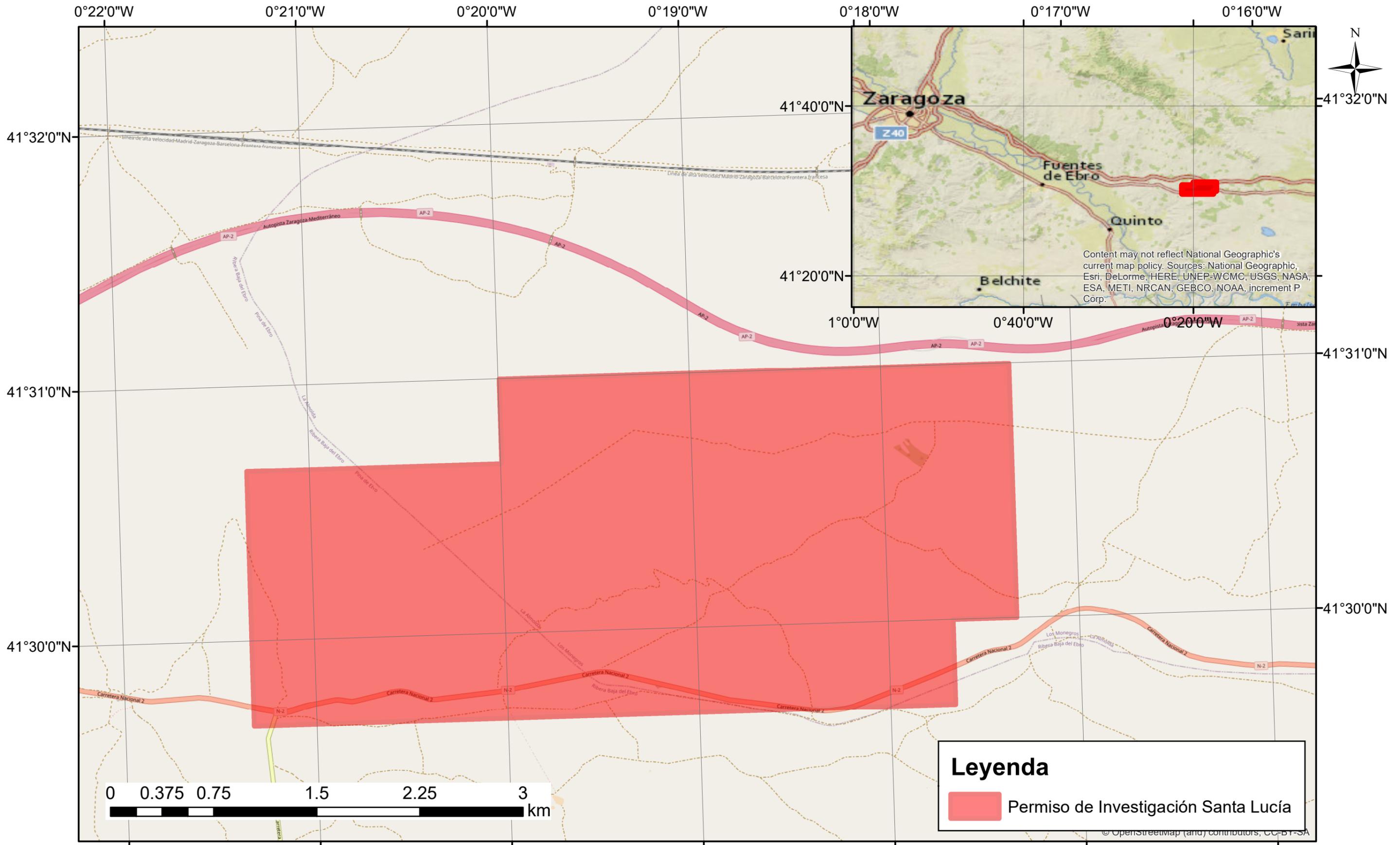
**INDICE DE PLANOS:**

PLANO 1.- LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

PLANO 2.- PERÍMETRO DEFINITIVO DEL PERMISO DE INVESTIGACIÓN

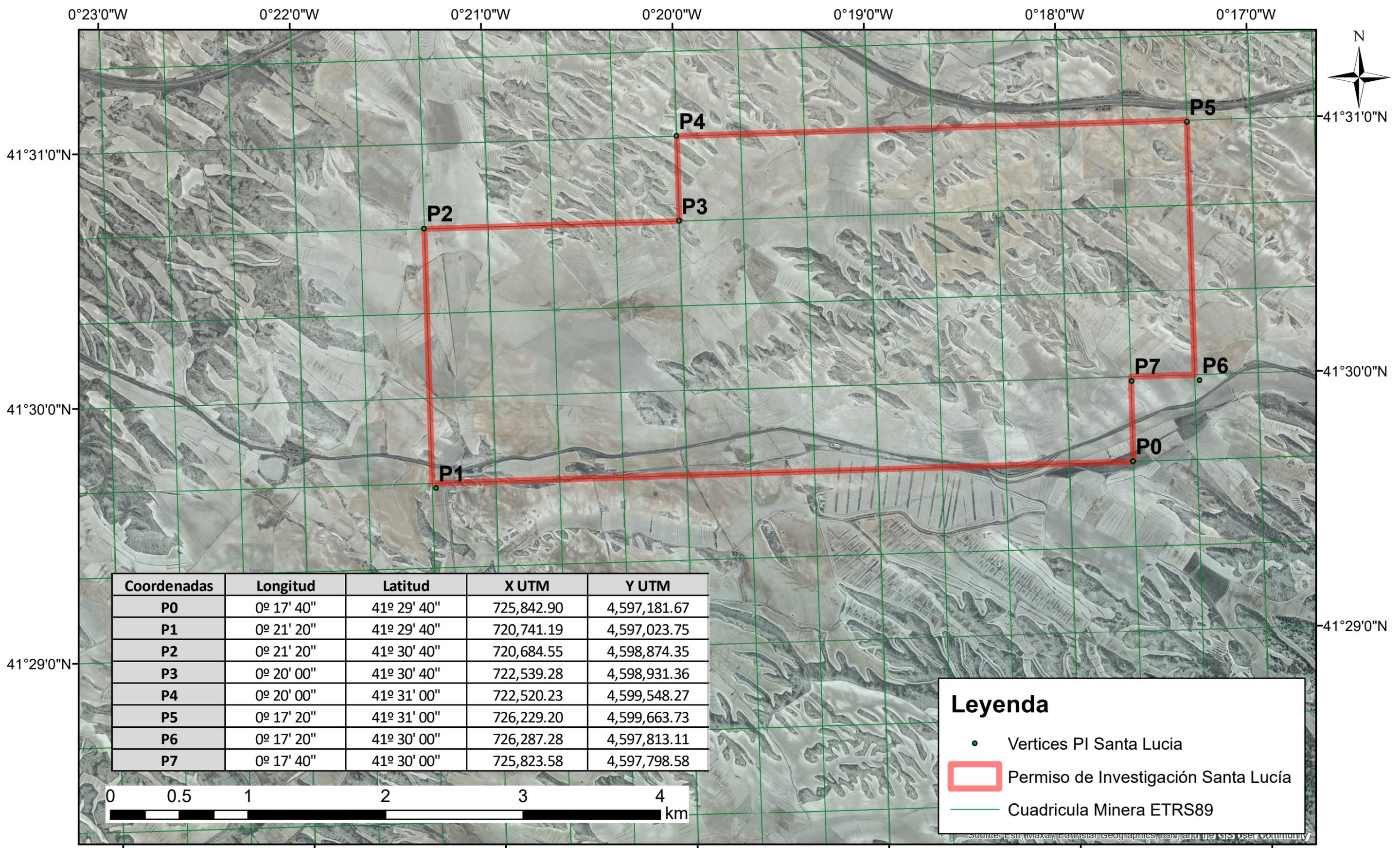
PLANO 3.- LABORES DE INVESTIGACIÓN PREVISTAS

PLANO 4.- RELACIÓN ESPACIAL LABORES PREVISTAS – ZEPA “Estepas de Monegrillo y Pina”

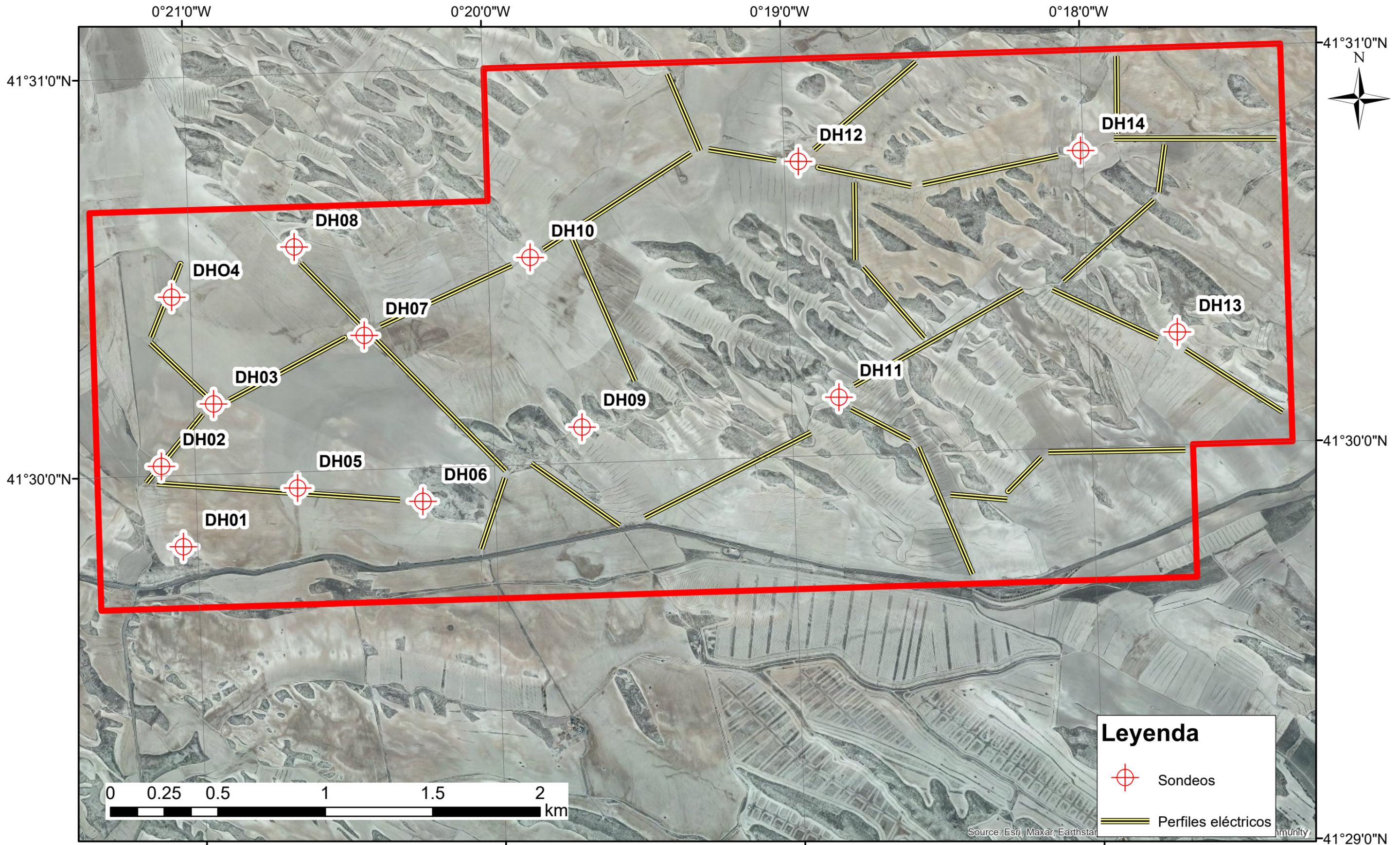


<b>PROYECTO</b>	
PROYECTO DE RESTAURACIÓN DEL PERMISO DE INVESTIGACIÓN MINERA "SANTA LUCÍA"	
<b>PLANO</b>	
PLANO DE SITUACIÓN	

<b>ESCALA</b>
1/25.000
<b>FECHA</b>
Enero-2024



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

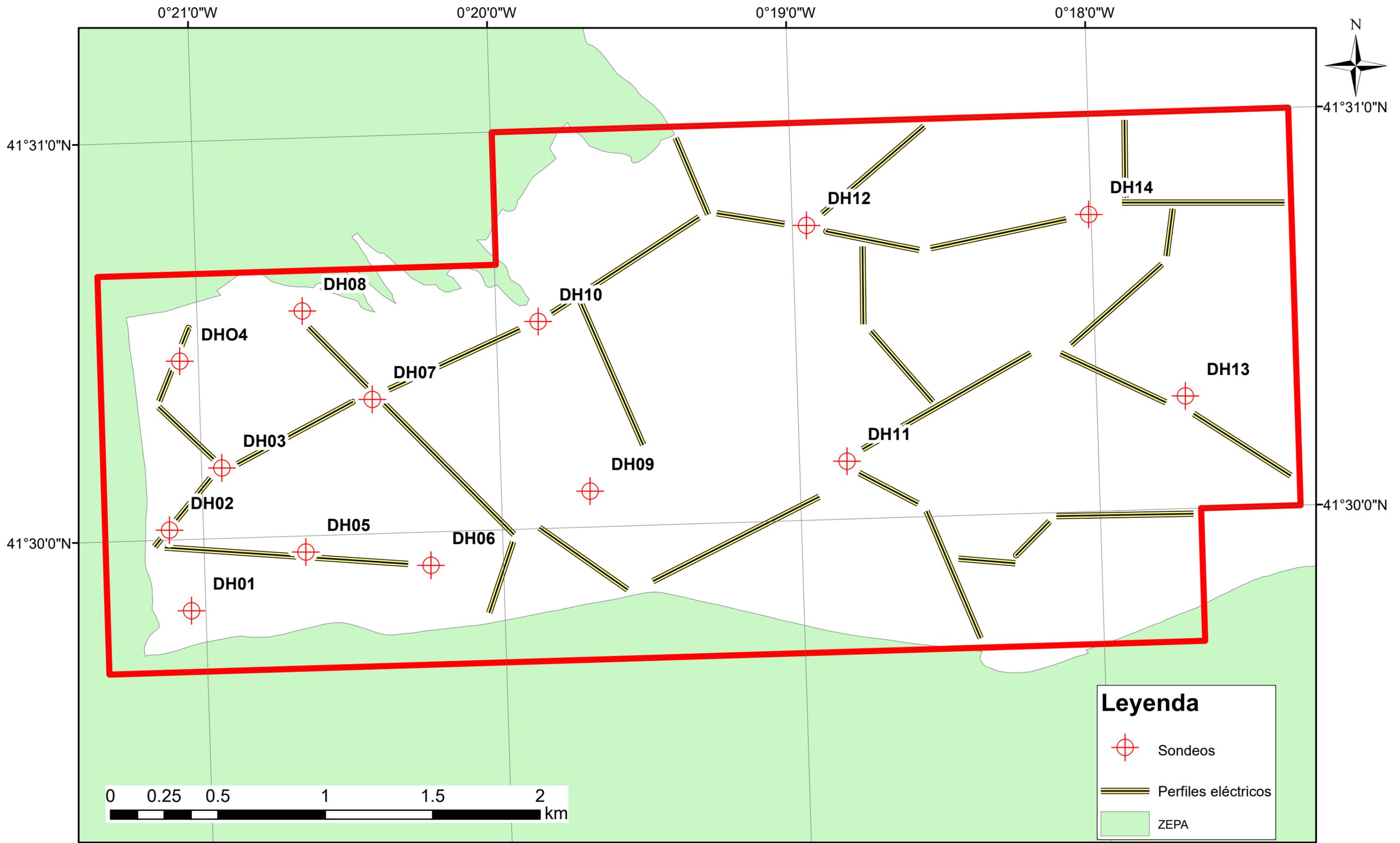


**Leyenda**

-  Sondeos
-  Perfiles eléctricos



	<b>PROYECTO</b>	<b>ESCALA</b>	
	PROYECTO DE RESTAURACIÓN DEL PERMISO DE INVESTIGACIÓN MINERA "SANTA LUCÍA"		1/16.000
	<b>PLANO</b>	<b>FECHA</b>	
	LABORES DE EXPLORACIÓN PREVISTAS (SONDEOS Y PERFILES GEOFÍSICOS ELÉCTRICOS)		Enero-2024



**Leyenda**

-  Sondeos
-  Perfiles eléctricos
-  ZEPA

	<b>PROYECTO</b>	<b>ESCALA</b>	
	PROYECTO DE RESTAURACIÓN DEL PERMISO DE INVESTIGACIÓN MINERA "SANTA LUCÍA"		1/16.000
	<b>PLANO</b>	<b>FECHA</b>	
	INTERACCIÓN LABORES DE EXPLORACIÓN PREVISTAS CON ZEPA "Estepas de Monegrillo y Pina"		Enero-2024