

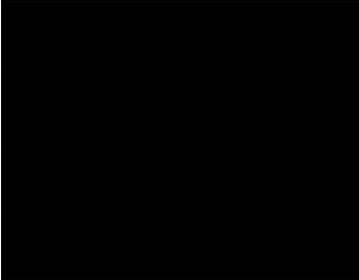
TENE

Tharsis Nuevas Exploraciones S.L.

**PROYECTO DE
INVESTIGACIÓN**
Texto refundido
**PERMISO DE
INVESTIGACIÓN**
AZUEL

N.º REGISTRO 13.188
(CÓRDOBA)

Marzo 2025

Redacción:		Marzo 2025
Revisión:		Marzo 2025

El presente documento contiene información de carácter confidencial o reservado y está destinado para uso exclusivo de las personas o entidades a quienes está dirigido. Si usted no es el destinatario de este documento queda por el presente notificado de que la retención, distribución, uso, o copia del presente documento y/o de la información en él contenida está estrictamente prohibida.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	8
2.	DESIGNACIÓN REVISADA DEL TERRENO	11
3.	CONTEXTO GEOGRÁFICO	12
4.	GEOLOGÍA REGIONAL DE LA ZONA CENTROIBÉRICA.....	14
4.1.	Estratigrafía	17
4.1.1.	Zona Centroibérica: Dominio del Complejo Esquito-Grauváquico (DCEG)	17
4.1.2.	Zona Centroibérica: Dominio de Obejo-Valsequillo (DOV)	19
4.1.3.	Zona de Ossa-Morena (ZOM)	20
4.2.	Magmatismo.....	21
4.3.	Tectónica y estructura.....	23
4.4.	Evolución tectónica	26
4.5.	Metalogenia.....	27
4.5.1.	Mineralizaciones de Wolframio y Estaño.....	28
4.5.2.	Mineralizaciones filonianas de Cobre y/o Uranio.....	28
4.5.3.	Mineralizaciones de Bismuto	28
4.5.4.	Mineralizaciones de Pb-Zn-(Ag)	28
4.5.5.	Mineralizaciones de Barita-Fluorita.....	29
5.	GEOLOGÍA DEL PERMISO DE INVESTIGACIÓN AZUEL....	29
5.1.	Estratigrafía	30
5.1.1.	Unidad Metasedimentaria. Culm de Pedroches.....	30
5.1.2.	Unidad plutónica. Batolito de Los Pedroches.....	30
5.1.3.	Depósitos recientes.....	35
5.2.	Tectónica.....	36
5.2.1.	Generación de la cuenca de Los Pedroches	36
5.2.2.	Inversión de la cuenca de Los Pedroches	37
5.2.3.	Emplazamiento del Batolito de Los Pedroches	37
5.2.4.	Fracturación tardivarisca	38
5.3.	Mineralización	38
5.3.1.	Mineralizaciones filonianas de W-Sn.....	39
5.3.2.	Mineralizaciones filonianas de Wolframio de orientación NW-SE.....	40
5.3.3.	Mineralizaciones filonianas de Wolframio de orientación NE-SW.....	44
5.3.4.	Mineralizaciones de Bi-Ag-Pb-(Co)	46
5.3.5.	Mineralizaciones estratoides de Pb-Ba	48
5.3.6.	Mineralizaciones filonianas de Cu-Fe	49
5.3.7.	Mineralizaciones filonianas de Fe	50

5.3.8.	Control estructural de las mineralizaciones	51
6.	INVESTIGACIONES PREVIAS	55
6.1.	Investigaciones mineras previas realizadas en la zona del PI Azuel	56
7.	PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN PROPUESTO	59
7.1.	Objetivo y justificación	59
7.2.	Metodología	60
7.3.	Programa de los trabajos	61
7.3.1.	Programa de investigación para el PRIMER año	61
7.3.2.	Programa de investigación para el SEGUNDO año	64
7.3.3.	Programa de investigación para el TERCER año	67
8.	CALENDARIO DE EJECUCIÓN	70
9.	EQUIPOS Y MEDIOS A EMPLEAR	70
9.1.	Personal y medios propios	70
9.2.	Medios ajenos	73
10.	DIRECCIÓN FACULTATIVA	74
11.	PRESUPUESTO	74
12.	FINANCIACIÓN	75
13.	AFECCIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO	76
14.	RESTAURACIÓN	78
15.	SEGURIDAD Y SALUD	80

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Plano del Permiso de Investigación Azuel original y reducido.	10
Ilustración 2. Localización del Permiso de Investigación Azuel.	13
Ilustración 3. Esquema de la Zona Centroibérica y subdivisión de dominios según los criterios estratigráficos subyacentes del Ordovícico Inferior. Modificado de Vera, J. (2004). La zona de investigación se representa en el mapa con un rectángulo negro. Fuente: Martínez Catalán, J.R., Martínez Poyatos, D., Bea, F. (2004).	15
Ilustración 4. Unidades tectosedimentarias de la zona del Batolito de Los Pedroches y señalización de la zona aproximada que abarca el PI Azuel (rectángulo negro). (Fuente: Mapa Geológico 1:200.000, Hoja nº69 – Pozoblanco del IGME).	16
Ilustración 5. Columna estratigráfica de las rocas ordovícico-carboníferas del Dominio del Complejo Esquisto-Grauváquico al N del Batolito de Los Pedroches (Martínez-Poyatos et al. 2004).	18
Ilustración 6. Esquema cartográfico de Los Pedroches y su entorno. Modificado del Mapa Geológico 1:1.000.000 de la Península Ibérica, Baleares y Canarias (Rey y Olaverri, 1980). DB: Don Benito; P: Pozoblanco; L: Linares. Plutones; 1: granodiorítico de Los Pedroches; 2: Linares; 3: Campanario – La Haba; 4: Santa Eufemia; 5: El Guijo; 6: Mogabar; 7: Cardeña – Virgen de La Cabeza; 8: Arquillos. Vera, J. (2004).	23
Ilustración 7. Corte geológico de la mitad meridional del Dominio del Complejo Esquisto-Grauváquico y su relación con el Dominio Obejo-Valsequillo. Modificado de Martínez-Poyatos et al. (2012).	24
Ilustración 8. Etapas de deformación durante la Orogenia Varisca en la zona de convergencia de ZCI-ZOM (Simancas et al. 2001).	26
Ilustración 9. Esquema del Plutón de Cardeña-Virgen de La Cabeza (Larrea et al. 1992).	31
Ilustración 10. Indicios PI Azuel.	39
Ilustración 11. Socavón en la zona central del indicio Cerro del Wolfram. En la trinchera de acceso al socavón se aprecian venas de orientación NW-SE (Foto: F. Palero).	41
Ilustración 12. Pequeña corta del indicio Santa Margarita o Mina del Atroje.	42
Ilustración 13. Filón de cuarzo de orientación NW-SE de la mina Sexto San Lino. Se observan estructuras que dan un aspecto bandeado al filón (Foto tomada de García-Cortés, A. 2011).	44
Ilustración 14. Vena subhorizontal de cuarzo en el indicio Cerro de Las Minillas o Ceres (Foto: F. Palero)	46
Ilustración 15. Socavón transversal en las pizarras del CULM. Indicio Minas de Azuel. (Foto: F. Palero)	47
Ilustración 16. Mineralización de galena diseminada siguiendo la laminación en el indicio del Cerro de La Colmena (Foto tomada de García-Cortés, A. 2011).	49
Ilustración 17. Relleno filoniano de oligisto botroidal, sobre el que se forma cuarzo cristalino y en intercrecimientos laminares con jaspe y oligisto. Indicio de Fe Jeringaperros (Foto: F. Palero).	51

Ilustración 18. Valores de Th del vuelo radiométrico en el PI Azuel (IGME, 2005). Comparativa entre el perímetro del PI Azuel original (línea roja) y el PI Azuel con la reducción actual (línea discontinua)57

Ilustración 19. Recorte donde aparece representada la campaña de bateas en la Reserva de Alcuria (IGME, 1987 – 1993) con respecto a la posición del PI Azuel (línea roja)58

Ilustración 20. Mapa de anomalías de Cu de la campaña de geoquímica de sedimentos de la Reserva Alcuria en el Sector Norte del PI Azuel (IGME, 1987-1993).....59

Ilustración 21. Trabajos previstos para el Año 164

Ilustración 22. Trabajos previstos para el Año 267

Ilustración 23. Trabajos previstos para el Año 3.69

Ilustración 24. Organigrama76

Ilustración 25. Hábitats de Interés Comunitario.....77

Ilustración 26. Red natura 2000.78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas del Permiso de Investigación Azuel.	11
Tabla 2. Indicios en el área del PI Azuel	53
Tabla 3. Desarrollo temporal de los trabajos en el PI Azuel.	70
Tabla 4. Personal técnico de TNE	71
Tabla 5. Resumen del presupuesto PI Azuel	74
Tabla 6. Presupuesto desglosado del PI Azuel.....	75

1. INTRODUCCIÓN

Este documento constituye el texto refundido del Proyecto de Investigación que presenta Tharsis Nuevas Exploraciones S.L. (en adelante TNE) con relación al Permiso de Investigación (P.I.) "Azuel", con número de orden 13.188 en el Libro de Registro de Derechos Mineros de Córdoba, solicitado sobre terrenos francos y registrables de la Provincia de Córdoba, el 13 de marzo del 2023, para la sección C – metales base, metales preciosos y otros minerales críticos: Wolframio, Cobre y Bismuto.

Originalmente el permiso de investigación se solicitó para una extensión de 181 Cuadrículas Mineras (5.423 ha), no obstante, se consideró oportuno reducir dicha superficie a 180 Cuadrículas Mineras (5.393,9 Ha.). Actualmente se ha considerado realizar una nueva reducción de la extensión a 166 Cuadrículas Mineras (4.973,6 Ha) contenidas íntegramente en el término municipal de Cardeña, en la provincia de Córdoba, según ilustra la Ilustración 2.

La investigación propuesta pretende estudiar las mineralizaciones y su potencial en este sector de la Zona Centroibérica.

Esta investigación consistirá en la ampliación y complementación con nuevas tecnologías, de las investigaciones previas, particularmente con estudios de la geología estructural, cartografía geológica, reconocimiento y muestreo de los indicios mineros encontrados, estudios geoquímicos de suelos y rocas, con estudio de más detalle en los sectores anómalos, y en los estudios geofísicos de detalle y sondeos mecánicos.

El Departamento de Minas de la Delegación Territorial en Córdoba de la Consejería de Economía, Hacienda y Fondos Europeos, y la Consejería de Industria, Energía y Minas, con relación a la tramitación del P.I. Azuel, en documento fechado el 30 de enero de 2024, establece las siguientes consideraciones:

- **1. Superficie solicitada y alcance del programa de investigación:** se deberá justificar la realización de trabajos de investigación en todas las cuadrículas incluidas en el Permiso de Investigación solicitado, especificando, para cada año del programa de investigación propuesto.
- **2. Inversión prevista:** según los estándares aplicados por la Dirección General de Minas de la Junta de Andalucía, la investigación para minería metálica requiere una inversión mínima del orden de 16.000 € por cuadrícula minera, valor muy superior al resultante del presupuesto presentado en la solicitud. Adicionalmente, el número de sondeos de investigación indicado en el proyecto es inferior al de otros proyectos de investigación en minería metálica. Se solicita incrementar el número de sondeos proyectados y el presupuesto general del proyecto de investigación o reducir el número de cuadrículas mineras solicitadas.
- **3. Subcontratación de trabajos especializados:** se solicita confirmar que la empresa contratista seleccionada para la ejecución de los sondeos tendrá capacidad suficiente para el gran número de metros a perforar requerido por todos los Permisos de Investigación solicitados recientemente por Tharsis Nuevas Exploraciones en la

Comunidad de Andalucía. En su defecto, justificar que se tienen identificadas otras opciones que puedan ofrecer los recursos adicionales necesarios.

- **4. Solvencia económica y financiera:** presentar documentación acreditativa de la solvencia económica y financiera de Tharsis Nuevas Exploraciones S.L. teniendo en cuenta el volumen y el calendario de inversiones previsto para la realización de todos los programas de investigación incluidos en los permisos de investigación solicitados en la Comunidad Autónoma de Andalucía desde 2021 hasta la fecha. La solvencia económica y financiera se podrá acreditar, ya sea con medios propios o externos, con, al menos, uno de los medios siguientes:
 - o Declaración de entidad o entidades financieras que manifieste la capacidad financiera de Tharsis Nuevas Exploraciones S.L. para acometer la suma de las inversiones previstas.
 - o Declaración de una persona auditora inscrita en el Registro Oficial de Auditores de Cuentas del Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas donde manifieste que, conforme a las cuentas anuales presentadas en el Registro Mercantil para el último ejercicio contable cerrado a la fecha, Tharsis Nuevas Exploraciones S.L. dispone de fondos libres o de capacidad de endeudamiento suficiente para acometer la suma de las inversiones previstas.

En el caso que la solvencia pretenda justificarse con cobertura financiera desde la matriz (Tharsis Mining S.L.), deberá justificarse la solvencia de esta por cualquiera de los dos medios indicados y deberá aportarse una carta de patrocinio extendida a todo el programa de inversiones de Tharsis Nuevas Exploraciones S.L. especificando en qué se materializará el apoyo financiero ofrecido.

- **5. Presupuesto plan de restauración:** Se solicita aumentar o justificar el presupuesto de restauración que, con 537,37€/sondeo, estimamos insuficiente.
- **6. Garantía:** Se solicita revisar la propuesta de garantía financiera o equivalente para asegurar el cumplimiento de lo dispuesto en el plan de restauración conforme a la revisión del presupuesto solicitada en el punto anterior.
- **7. Redacción del documento DSS:** Deben entregar el Anexo I, "Identificación y cualificación del equipo asesor", incluyendo la firma de la persona del servicio de prevención con competencia como Técnico Superior de PRL que haya redactado la evaluación de riesgos y la planificación preventiva.

Para dar respuesta a las anteriores consideraciones TNE presentó con fecha **13/02/2024** una memoria de subsanación atendiendo a las consideraciones sobre el Proyecto de Investigación y el Plan de Restauración, y, en documento aparte, el Estudio Económico de Financiación y Garantías que se ofrecen sobre la viabilidad del Permiso solicitado.

En este escrito se anunciaba que se trabajaba en una revisión de la superficie del Permiso de Investigación y la consecuente revisión del Proyecto de Investigación, Presupuesto y Plan de Restauración.

El presente documento, con los cambios que se describen, es el resultado de dicha revisión, y constituye el texto refundido del Proyecto de Investigación que modifica el Proyecto de Investigación original presentado por TNE, e incluye elementos de la subsanación presentada el 30/01/24 y las modificaciones consecuencia de esta última revisión. El texto refundido del Plan de Restauración del espacio natural afectado por las labores mineras consecuencia de esta revisión se presenta en documento aparte.

Las modificaciones introducidas respecto al proyecto inicial suponen, entre otros cambios:

- Se modifica la designación del terreno (Apdo. 2), con una reducción de 14 cuadrículas mineras (ver Ilustración 1 - P.I. Azuel original y reducido).
- Se ha optimizado el programa de investigación (Apdo. 7). Lo más destacable es el aumento del número de sondeos que pasa a ser 28, repartidos en 3 para el año 2 y 25 en el año 3.
- El calendario de ejecución de los trabajos (Apdo. 8) ha sido actualizado recogiendo las nuevas modificaciones.
- Se amplía la información sobre los equipos y medios a emplear (Apdo. 9)
- Se revisa el presupuesto (Apdo. 11). La inversión prevista ha sido elevada a 14.825 euros por cuadrícula minera.

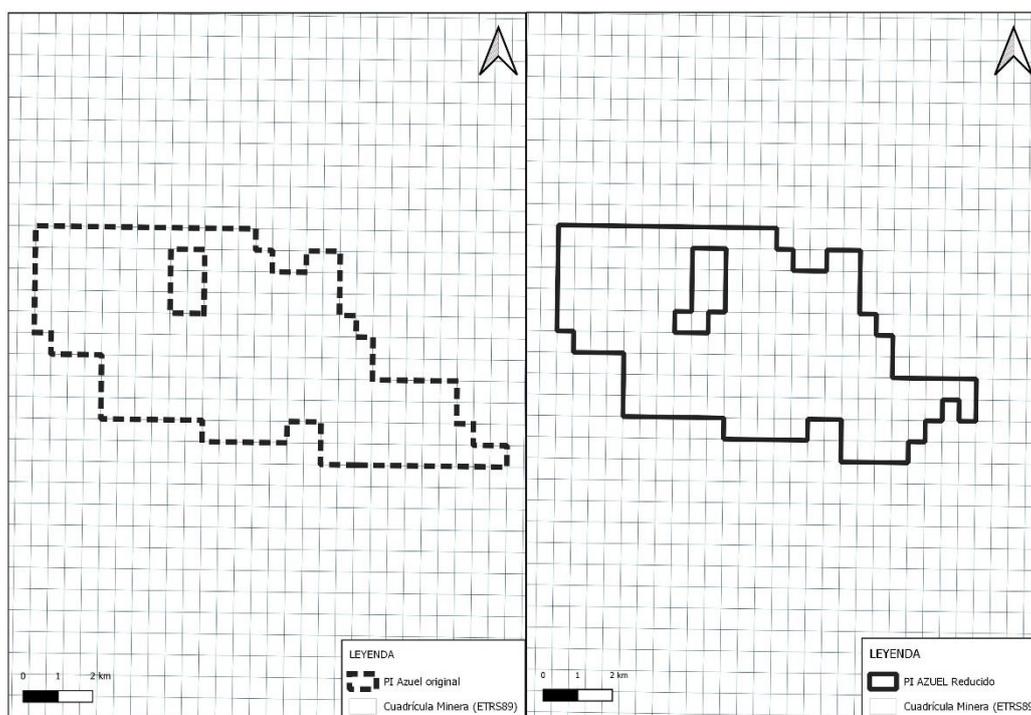


Ilustración 1. Plano del Permiso de Investigación Azuel original y reducido.

2. DESIGNACIÓN REVISADA DEL TERRENO

El permiso de investigación se solicitó para una extensión de 181 Cuadrículas Mineras (5.423 ha), no obstante, se consideró oportuno reducir dicha superficie a 180 Cuadrículas Mineras (5.393,9 Ha.). Actualmente se ha considerado realizar una nueva reducción de la extensión a 166 Cuadrículas Mineras (4.973,6 Ha) (ver Ilustración 1) contenidas íntegramente en el término municipal de Cardeña, en la provincia de Córdoba (ver Ilustración 2). De acuerdo con lo descrito se presenta la siguiente Designación Definitiva del Terreno:

SOLICITANTE	THARSIS NUEVAS EXPLORACIONES S.L.U.
DOMICILIO SOCIAL	C/ PUEBLO NUEVO, S/N, THARSIS (HUELVA)
CIF	B04991311
DENOMINACIÓN DEL PERMISO DE INVESTIGACIÓN	AZUEL
SITUACIÓN	TERRENO FRANCO Y REGISTABLE
EXTENSIÓN	166 C.M. (4.973,6 Ha.)
PROVINCIA	CÓRDOBA
TÉRMINOS MUNICIPALES	Cardeña
SUSTANCIAS SOLICITADAS	SECCIÓN C- METALES BASE, PRECIOSOS Y MINERALES CRÍTICOS: Wolframio, Cobre y Bismuto
PERÍODO DE INVESTIGACIÓN	3 AÑOS

El área solicitada es la englobada en el polígono resultante de la unión de los vértices cuyas coordenadas geográficas, referidas al meridiano de Greenwich y UTM (Huso 30) en proyección ETRS-89, son las siguientes. Se toma como punto de partida (PP) el de intersección del meridiano 4º 22' 20" (Oeste) con el paralelo 38º 21' 00" (Norte) (Tabla 1):

Tabla 1. Coordenadas del Permiso de Investigación Azuel.

Vértices	X (ETRS89 30N)	Y (ETRS89 30N)	Longitud	Latitud
PP	380094.7	4245540.4	4º22'20"W	38º21'00"N
2	386405.8	4245449.1	4º18'00"W	38º21'00"N
3	386397.1	4244832.6	4º18'00"W	38º20'40"N
4	386882.6	4244825.8	4º17'40"W	38º20'40"N
5	386874.0	4244209.3	4º17'40"W	38º20'20"N
6	387845.1	4244195.8	4º17'00"W	38º20'20"N
7	387853.6	4244812.2	4º17'00"W	38º20'40"N
8	388824.6	4244798.8	4º16'20"W	38º20'40"N

Vértices	X (ETRS89 30N)	Y (ETRS89 30N)	Longitud	Latitud
9	388799.2	4242949.4	4°16'20"W	38°19'40"N
10	389284.8	4242942.7	4°16'00"W	38°19'40"N
11	389276.3	4242326.2	4°16'00"W	38°19'20"N
12	389762.0	4242319.6	4°15'40"W	38°19'20"N
13	389745.1	4241086.6	4°15'40"W	38°18'40"N
14	392173.7	4241053.9	4°14'00"W	38°18'40"N
15	392157.3	4239820.9	4°14'00"W	38°18'00"N
16	391671.5	4239827.4	4°14'20"W	38°18'00"N
17	391679.8	4240443.9	4°14'20"W	38°18'20"N
18	391194.0	4240450.4	4°14'40"W	38°18'20"N
19	391185.7	4239834.0	4°14'40"W	38°18'00"N
20	390699.9	4239840.5	4°15'00"W	38°18'00"N
21	390691.6	4239224.1	4°15'00"W	38°17'40"N
22	390205.7	4239230.6	4°15'20"W	38°17'40"N
23	390197.4	4238614.2	4°15'20"W	38°17'20"N
24	388253.9	4238640.8	4°16'40"W	38°17'20"N
25	388270.9	4239873.7	4°16'40"W	38°18'00"N
26	387299.3	4239887.2	4°17'20"W	38°18'00"N
27	387290.7	4239270.8	4°17'20"W	38°17'40"N
28	384861.5	4239305.0	4°19'0"W	38°17'40"N
29	384870.3	4239921.5	4°19'00"W	38°18'00"N
30	381955.5	4239963.5	4°21'00"W	38°18'00"N
31	381982.5	4241812.9	4°21'00"W	38°19'00"N
32	380525.5	4241834.3	4°22'00"W	38°19'00"N
33	380534.6	4242450.8	4°22'00"W	38°19'20"N
34	380048.9	4242458.0	4°22'20"W	38°19'20"N
Perímetro de exclusión				
35	384940.6	4244853.0	4°19'00"W	38°20'40"N
36	384914.2	4243004.0	4°19'00"W	38°19'40"N
37	384428.6	4243011.0	4°19'20"W	38°19'40"N
38	384419.8	4242394.0	4°19'20"W	38°19'20"N
39	383448.5	4242408.0	4°20'00"W	38°19'20"N
40	383457.4	4243025.0	4°20'00"W	38°19'40"N
41	383943.0	4243018.0	4°19'40"W	38°19'40"N
42	383969.6	4244867.0	4°19'40"W	38°20'40"N

3.CONTEXTO GEOGRÁFICO

Sierra Morena es un enclave con abundantes precipitaciones que provocan la formación de una densa y compleja red de cursos de agua. Estas corrientes, tras abandonar las fuentes de alimentación descienden por los sistemas de Sierra Morena, adentrándose en las extensas llanuras de la Campiña del Guadalquivir.

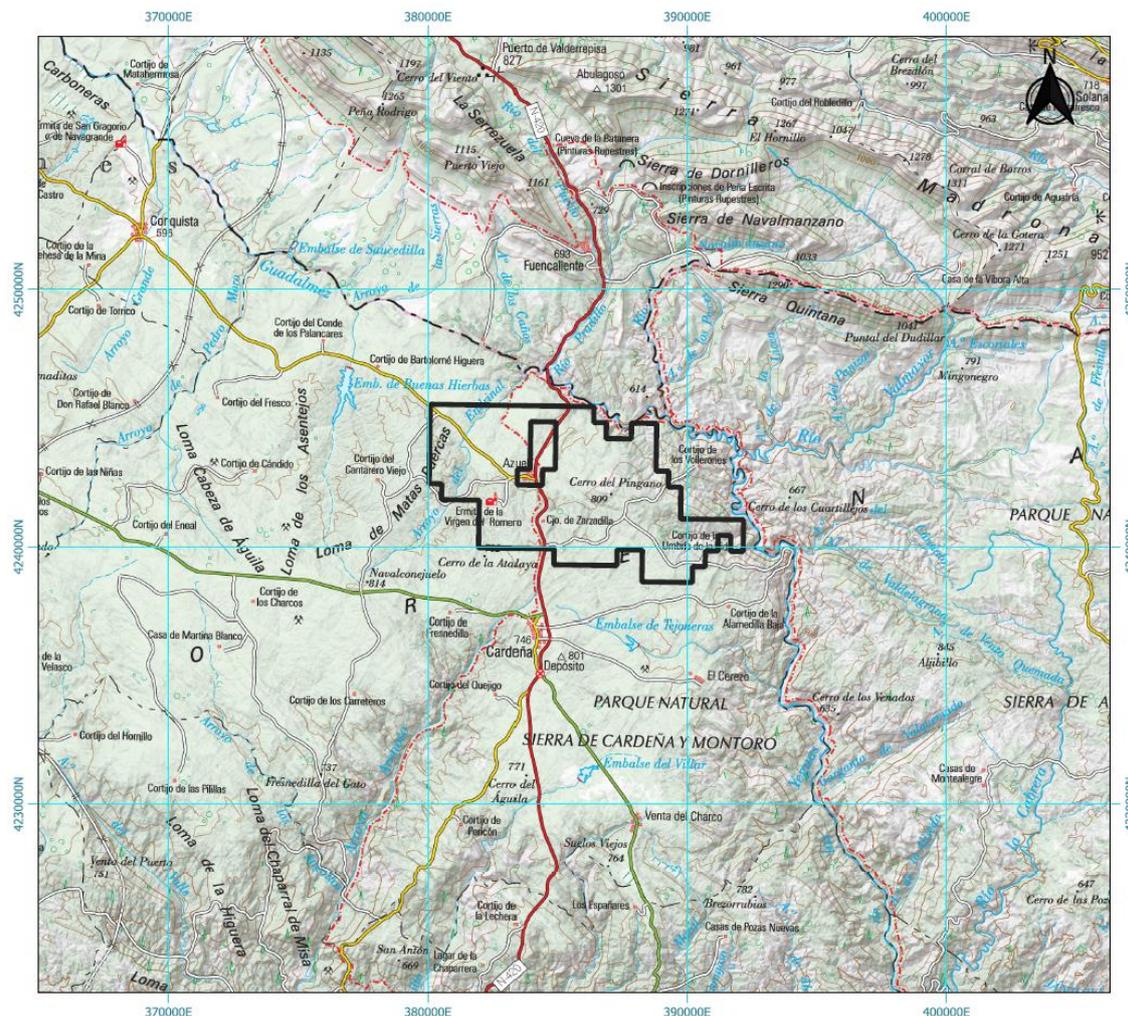


Ilustración 2. Localización del Permiso de Investigación Azuel.

El permiso de Investigación se encuentra en la cuenca del Guadalquivir, más concretamente su subcuenca se denomina Yeguas.

Para conocer los cursos fluviales y embalses presentes en el PI se consulta la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir.

Dentro del permiso de investigación se encuentran diversos cursos fluviales que son (de oeste a este): arroyo del Endrinar, arroyos Navaltorno, arroyo del Risquillo, arroyo de Fariñas y arroyo de la Enguijuela.

De la red hidrográfica del entorno cabe destacar el río Navaleja, río Valmayor y río Arenoso. Los dos primeros son afluentes del río Yeguas y el río Arenoso desemboca en el Guadalquivir tras su embalsamiento en el embalse del Arenoso.

El río Yeguas se encuentra en las inmediaciones del permiso, este río separa dos parques naturales, Sierra de Andújar y Sierra de Cardena.

Cercano a la delimitación del permiso de investigación se encuentra el embalse de Buenas Hierbas y el Embalse Tejoneras.

El embalse del Retortillo se encuentra entre los términos municipales de Azuel y Puebla de los Infantes, tiene una capacidad de 61 hm³ y sus usos más frecuentes son los riegos, abastecimiento y uso de la lámina de agua (pesca y baños).

El embalse Tejoneras recibe aguas tanto del Arroyo del Robledillo como del Arroyo Risquillo, y tiene una superficie de 8,29 ha.

El PI Azuel se encuentra ubicado en un entorno en el que no se encuentran masas de agua subterránea (MASb).

4. GEOLOGÍA REGIONAL DE LA ZONA CENTROIBÉRICA

El P.I. Azuel se sitúa en el sur de la Península Ibérica, dentro de la denominada Zona Centroibérica que ocupa la zona central del Macizo Ibérico. Forma parte del Dominio Esquisto-Grauváquico (DCEG) que construye la parte sur de la Zona Centroibérica (Ilustración 3). Este dominio está constituido por pizarras y grauvacas de edades anteriores al Ordovícico Inferior, y por abundantes granitoides tardiorogénicos, como el Batolito de Los Pedroches (límite norte) en el cual se localiza la zona del permiso de investigación. El metamorfismo es de bajo grado, o bajo a medio, excepto en las inmediaciones de los batolitos graníticos.

El DCEG limita al norte con el Dominio Olla de Sapo, perteneciente también a la Zona Centroibérica, (ZCI) y por el sur con la Zona de Ossa Morena (ZOM) a través de una banda de rocas fuertemente deformadas conocidas como la Zona de Cizalla de Badajoz-Córdoba (ZCBC), situada al sur del Batolito de Los Pedroches (Ilustración 3). Este límite ha sido objeto de controversia en los numerosos trabajos realizados en la región, ya que no se puede identificar con una estructura única, sino que lo constituye una banda de rocas con estratigrafía y tectónica diferentes a las Zonas contiguas (IGME, 2004).

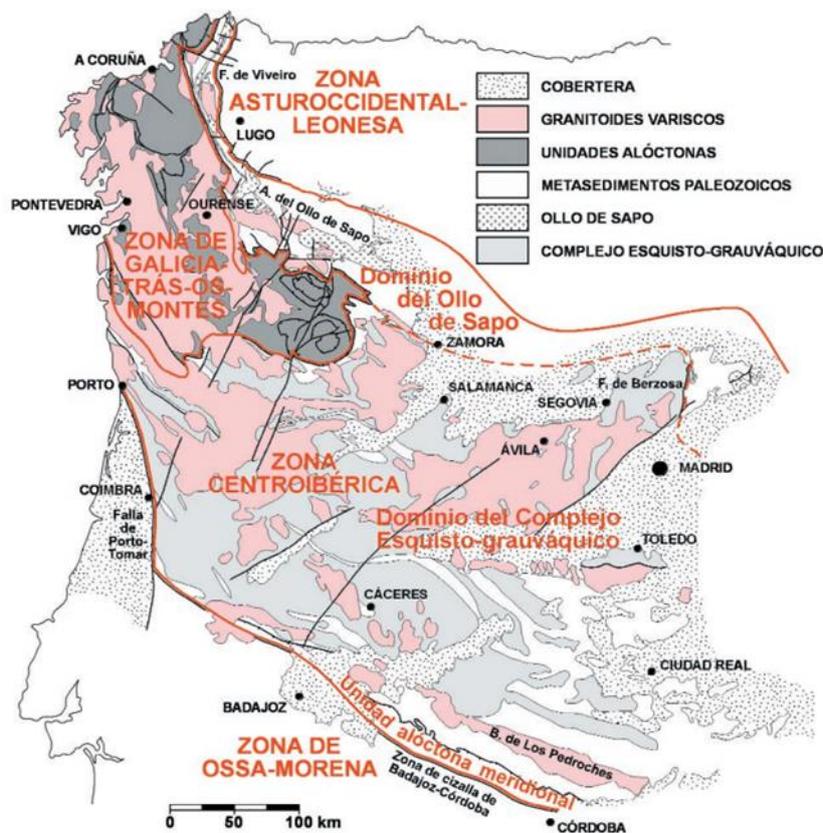


Ilustración 3. Esquema de la Zona Centroibérica y subdivisión de dominios según los criterios estratigráficos subyacentes del Ordovícico Inferior. Modificado de Vera, J. (2004). La zona de investigación se representa en el mapa con un rectángulo negro. Fuente: Martínez Catalán, J.R., Martínez Poyatos, D., Bea, F. (2004).

La presencia de este tipo de batolitos es característica de la ZCI. Dichos batolitos sin- o tardicinemáticos se encuentran dentro de una banda de 600 km de ancho. La mayoría de éstos se formaron entre 30 y 50 Ma después de la colisión Varisca principal, y los que afloran en la zona central y sur parecen haber derivado de una capa particular del Dominio Esquisto-Grauváquico constituida por sedimentos derivados de rocas magmáticas cadomienses.

En la Ilustración 4 se muestra el encuadre geológico-estructural del sector oriental del Batolito de Los Pedroches en el que se discriminan las diferentes Zonas establecidas. El Dominio Esquisto-Grauváquico está restringido al sector NE, limitado al Sur por la Falla Puente Génave-Castelo de Vide, que condicionó la sedimentación sinorogénica del Carbonífero Inferior, (Fm del Culm de Los Pedroches). Esta formación está limitada al Sur, por la Falla de la Canaleja, que la separa del Dominio de Obejo-Valsequillo.

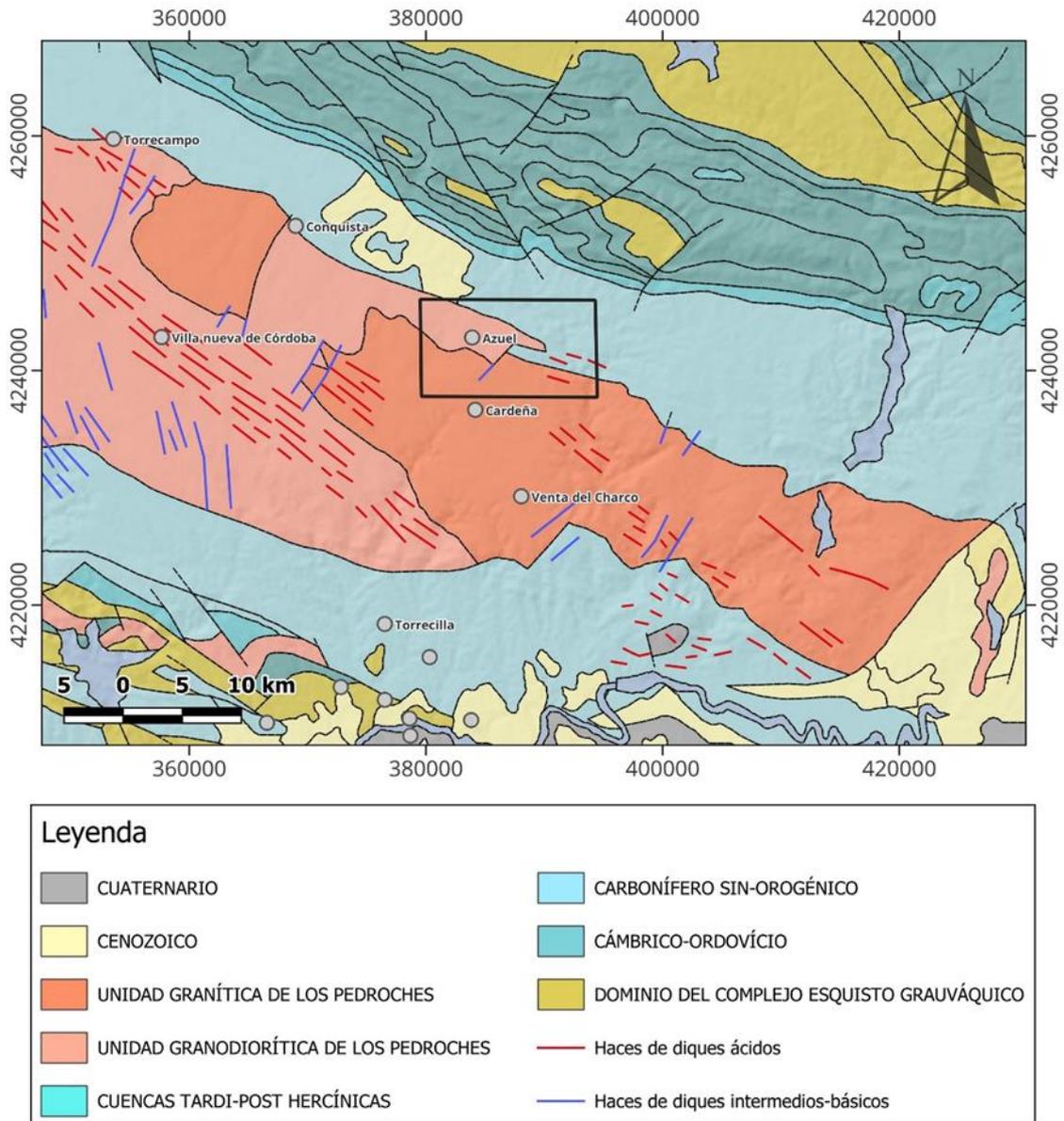


Ilustración 4. Unidades tectonosedimentarias de la zona del Batolito de Los Pedroches y señalización de la zona aproximada que abarca el PI Azuel (rectángulo negro). (Fuente: Mapa Geológico 1:200.000, Hoja nº69 – Pozoblanco del IGME).

Más al Sur, aflora la Unidad Portalegre-Azuaga, constituida por rocas con un alto grado de deformación y metamorfismo, cuyo límite es la Falla de Azuaga, la cual tiene un movimiento de desgarre senestro a nivel regional, que limita por el SO a la Zona de Cizalla Badajoz-Córdoba (entre otros Quesada, 1991), la cual permite definir el límite entre la ZCI y la ZOM.

4.1. Estratigrafía

A continuación, se resume la estratigrafía de la zona en la que se encuentran las siguientes Unidades tectonosedimentarias de Norte a Sur:

- Zona Centroibérica (ZCI). Con dos dominios muy diferentes:
 - Dominio del Complejo Esquisto-Grauváquico (DCEG).
 - Dominio de Obejo-Valsequillo (DOV), con El Corredor Blastomilonítico.
- Unidad de Portalegre-Azuaga o Unidad Central de Azor (1994).
- Zona de Ossa-Morena (ZOM).

4.1.1. Zona Centroibérica: Dominio del Complejo Esquisto-Grauváquico (DCEG)

Es el afloramiento más meridional de la ZCI y aparece en la esquina NE de la Ilustración 3. Hacia el Sur, el contacto con el DOV es tectónico mediante la Zona de Cizalla de Puente Génave-Castelo de Vide (Martín Parra et al., 2006). El DCEG se caracteriza por la presencia de rocas del Neoproterozoico-Cámbrico Inferior y rocas Paleozoicas (Ilustración 5). Las rocas de este dominio son muy similares en toda la ZCI.

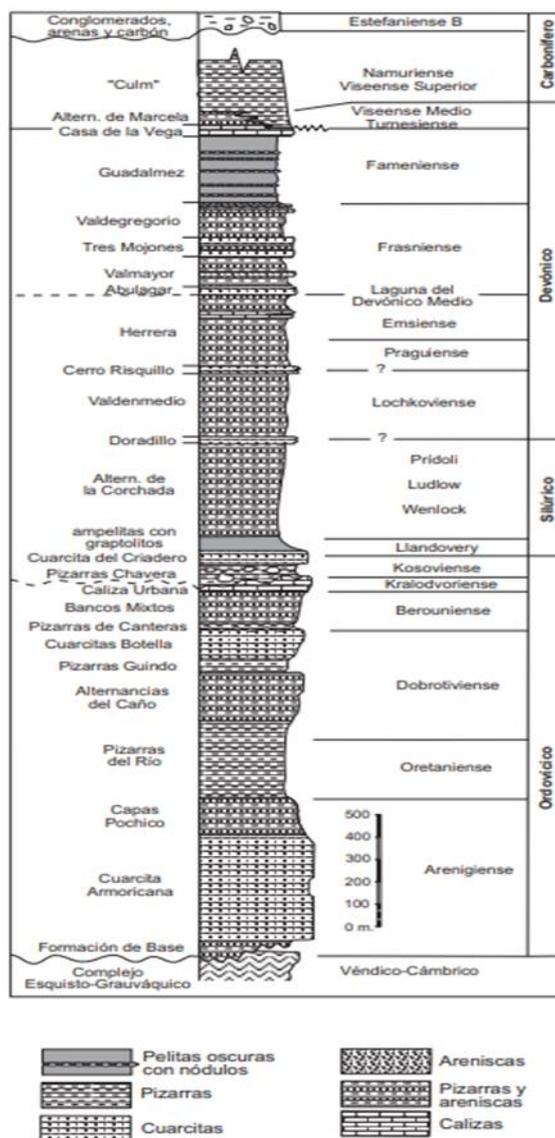


Ilustración 5. Columna estratigráfica de las rocas ordovícico-carboníferas del Dominio del Complejo Esquisto-Grauváquico al N del Batolito de Los Pedroches (Martínez-Poyatos et al. 2004).

Secuencia del Proterozoico-Cámbrico Inferior

Está representado por una potente secuencia tipo flysch de edad Neoproterozoica-Cámbrico Inferior, que aflora en el núcleo de amplios antiformes (Alcudia, Sierra Madrona, etc.), y que está compuesta por una alternancia de pizarras y grauvacas con intercalaciones de brechas intraformacionales y conglomerados. La potencia estimada es de varios miles de metros.

A techo de esta formación hay sedimentos de plataforma detrítico-carbonatada (alternancias de pizarras y grauvacas con intercalaciones frecuentes de areniscas, cuarcitas conglomerados y carbonatos), con potencias de hasta 800 m. El techo de este conjunto llegaría hasta el Cámbrico Inferior.

Secuencia Paleozoica

Sobre el Complejo Esquisto-Grauváquico se dispone discordantemente una secuencia de más de 4.000 m de espesor de pizarras y cuarcitas de edad Ordovícico-Devónico con escasas intercalaciones de rocas volcánicas y calizas. Sobre esta sucesión se deposita una unidad pizarroso-calcárea con intercalaciones de tobas volcánicas de edad Carbonífero Inferior.

La secuencia Paleozoica aflora normalmente en el núcleo de los sinclinales de dirección NO-SE y en la parte más meridional del Dominio Esquisto-Grauváquico, y se puede dividir en tres grandes conjuntos (Ilustración 5):

1. Materiales preorogénicos. Están compuestos fundamentalmente por una sucesión de formaciones detríticas depositadas en un ambiente sedimentario de plataforma marina somera prácticamente continua. Comprende la etapa que va desde el Ordovícico al Devónico. Destaca la Formación de la Cuarcita Armoricana, del Ordovícico Inferior, que aflora al Norte del Plutón de Santa Eufemia.
2. Materiales sinorogénicos (Culm de los Pedroches). De edad comprendida entre el Carbonífero Inferior y Medio. Es una banda de unos 40 km de anchura, que con dirección NO-SE, va desde Monterrubio de la Serena hasta el valle del Guadalquivir, en cuya parte central intruye el Batolito de Los Pedroches. Es una monótona alternancia de pizarras y areniscas grauváquicas con ocasionales lentejones intercalados de conglomerados. Hacia la base, en el sector situado al Sur del Batolito, existen intercalaciones de rocas volcánicas ácidas, básicas y calizas.
En el sector Norte de la Cuenca de los Pedroches predomina una monótona alternancia de pizarras negras, areniscas impuras, grauvacas y lentejones intercalados de conglomerados polimícticos, con algún nivel de areniscas feldespáticas volcanoclásticas. También se ha observado algún sill de diabasas muy alterado.
3. Materiales postorogénicos. Pertenecen al Carbonífero Superior (Estefaniense-Westfaliense) y aparecen en algunas cuencas intramontanas, constituidas por conglomerados, arenas, limos y capas de carbón.

4.1.2. Zona Centroibérica: Dominio de Obejo-Valsequillo (DOV)

La evolución tectono-sedimentaria del borde meridional de la ZCI presenta características propias que consisten en que los materiales preordovícicos son similares a los de la ZOM (Serie Negra, Grupo Malcocinado y Fm Azuaga), los Ordovícico-Devónicos tienen similitudes con la ZCI, y el Carbonífero está representado por potentes secuencias de depósitos sin y postorogénicos.

Estos materiales afloran en una banda de dirección Varisca N120°E con vergencia al Norte, y están limitados por la Zona de Cizalla de Puente Génave-Castelo de Vide al Norte, y la Falla de Matachel (Zona de Cizalla Badajoz-Córdoba o Corredor Blastomilonítico) al Sur (Ilustración 3).

Las peculiaridades estratigráficas distintivas son la presencia de rocas pre-ordovícicas típicas de la Zona de Ossa Morena y un Paleozoico post-Cámbrico asimilables la Zona Centroibérica. Esto implica que el límite entre la ZCI y la ZOM no es una estructura simple sino una zona de transición, estructurada posteriormente por la Orogenia Varisca.

Se diferencian, de Norte a Sur, la Unidad Parautóctona y las Unidades Alóctonas (Ilustración 3). La principal característica que las diferencia es que el Carbonífero Inferior en la primera es paraconcordante y en la segunda es claramente discordante sobre materiales intensamente deformados.

Secuencia Proterozoica

Las formaciones de esta edad en el DOV son similares a las de la ZOM, constituidas por la Serie Negra (pizarras negras y grauvacas con intercalaciones de cuarcitas negras, anfíbolitas y algunos mármoles), sobre las que se apoya de manera discordante la sucesión volcanosedimentaria del Grupo Malcocinado, a su vez recubierta discordantemente por las arcosas con conglomerados en la base de la Fm Torreárboles. A techo de estas formaciones, aflora una potente serie de areniscas y pizarras (Fm Azuaga) de edad Cámbrica.

Las formaciones del Proterozoico son más abundantes en la Unidad Alóctona, y en la Parautóctona principalmente se encuentra la Serie Negra.

Secuencia Paleozoica

En este dominio las sucesiones Ordovícicas son menos potentes y de facies arenosas, y la Cuarcita Armoricana es más escasa que en el DCEG.

En base a datos paleontológicos se ha puesto de manifiesto que el Ordovícico Medio-Superior presenta fuertes similitudes con las formaciones de la misma edad al Sur de la ZCI. Los materiales del Silúrico son muy escasos e incluyen lentejones de calizas que tienen cierta afinidad con la ZOM.

4.1.3. Zona de Ossa-Morena (ZOM)

A continuación, se resume brevemente la estratigrafía de la ZOM, ya que la zona del permiso, aunque no se localiza en esta unidad, se sitúa muy cerca de la zona de sutura entre la ZCI y ZOM.

Al Sur de la Falla de Azuaga (Ilustración 4), afloran los materiales de la ZOM. Esta Unidad está constituida por rocas de edad Proterozoico Superior-Paleozoico Inferior que han sido deformadas y metamorfizadas durante la Orogenia Varisca.

La secuencia precámbrica incluye en su base una formación constituida por esquistos, grauvacas, cuarcitas negras y pizarras, con intercalaciones de anfíbolitas, rocas volcánicas y carbonatos. Se trata de la Serie Negra, cuya edad se considera Proterozoico superior (Vandiense). De manera discordante, se sitúa una unidad volcanosedimentaria, también del Proterozoico superior (Formación Malcocinado).

La secuencia paleozoica puede ser dividida en dos unidades:

1. Sucesión preorogénica. Formada por parte de los sedimentos y rocas volcánicas del Cámbrico (muy potentes en la Zona de Ossa Morena), Ordovícico, Silúrico y parte del Devónico inferior. Durante el Cámbrico, esa sucesión preorogénica registra un episodio de extensión continental (rifting).
2. Sucesión sinorogénica. La sedimentación sinorogénica tuvo lugar en el Devónico y Carbonífero inferior y fue esencialmente marina. Ésta se desarrolló durante una etapa extensional con abundante volcanismo y plutonismo, que tuvo lugar entre dos episodios compresivos; uno en el Devónico Medio y otro en el Carbonífero Superior. Durante el Carbonífero, la sedimentación se produjo en cuencas aisladas en las que los sedimentos tienen carácter continental, por ejemplo, la cuenca de Valdeinfierno y de Benajarafe.

Al SO de la zona de Los Pedroches se sitúa el Dominio de Sierra Albarrana, siendo éste el más septentrional de la ZOM limitando con la Falla de Azuaga (Ilustración 3). Son rocas siliciclásticas afectadas por un metamorfismo de grado medio y alto, y se agrupan en tres unidades: Gneises migmatíticos y anfibolitas, Cuarzitas de Sierra Albarrana y Micaesquistos de la Albariza.

4.2. Magmatismo

Dentro de la Zona Centroibérica hay un gran número de batolitos graníticos, como es el Batolito de Los Pedroches que en las proximidades de la zona del permiso.

El batolito de los Pedroches

Es una alineación magmática tardi-Varisca de aproximadamente 250 km de longitud y anchura variable entre 8 y 30 km, con dirección NO-SE, que aflora en las provincias de Badajoz, Córdoba y Jaén (Ilustración 6). Intruye en los metasedimentos de muy bajo grado del Culm de la Cuenca de Los Pedroches y produce una aureola de metamorfismo de contacto de 700 a 2.000 m de anchura, que llega a alcanzar localmente la facies de corneanas piroxénicas.

Estos batolitos se formaron entre 30 y 50 Ma después del inicio de la Orogenia Varisca. Para el conjunto del Batolito de Los Pedroches, se puede asumir una edad entre 304-315 Ma, siendo los granitos algo posteriores a la granodiorita (Carracedo et al., 2009).

Este batolito es el resultado de dos pulsos magmáticos principales. El primero de ellos produce la intrusión de los precursores básicos y de la Unidad granodiorítica, que incluye la facies granodiorítica mayoritaria y las facies de monzogranitos, leucogranitos y microgranitos con ella relacionados. El segundo, produce la intrusión de una serie de plutones graníticos (Unidad Granítica-Adamellítica) alineados según una dirección ligeramente oblicua a la de la granodiorita, como por ejemplo los plutones de Cerro Mogábar, el Guijo y Santa Eufemia (Ilustración 6).

La Unidad Granodiorítica consiste en rocas ácidas con un contenido en sílice de 66,85% principalmente representada por granodioritas biotíticas con cantidades variables de anfíbol. Son ligeramente metaalumínicas a moderadamente paralumínicas ricas en Fe, Mg, Ti y K₂O.

La Unidad Granítica está formada por granitos biotíticos con cantidades variables de cordierita y leucogranitos. Son rocas ácidas con mayor contenido en sílice (73,12%), con menor cantidad de minerales ferromagnesianos y alto contenido en K₂O.

Una característica esencial del Batolito de los Pedroches es el importante y variado Complejo de Diques que lo corta (Carracedo et al, 1997). Este complejo de diques se presenta atravesando los granitoides de las zonas centrales con orientaciones ONO-ESE y son de edad Carbonífero Superior o Pérmico Inferior. Se trata de diques principalmente de composición ácida (pórfidos riolíticos y dacíticos), con potencias variables entre 1 y 175 m, aunque también existen diques de composición básica o intermedia (traquiandesitas), con potencias de 0.5 a 15 m. Hay que resaltar la existencia de filones de cuarzo orientados en su mayoría N-s y NNE-SSO, asociados con etapas muy tardías. Fueron generados por actividad hidrotermal y algunos pueden contener mineralizaciones.

Carracedo et al. (1997) establece un modelo de emplazamiento de los diques en un régimen transtensivo con cinemática dextra, que fue activo durante el emplazamiento del Batolito de Los Pedroches. Los diques traquiandesíticos y dacíticos se emplazarían a favor de fracturas tipo Riedel-R', mientras que los magmas riolíticos se emplazarían a favor de fracturas tipo Riedel-R. Se ha establecido la siguiente cronología de emplazamiento de los diques: El primer sistema son los diques de aplopegmatitas con turmalina. El siguiente es la intrusión de diques de composición intermedia de dirección NNE-SSO, con geometría sigmoidal por la evolución de las fracturas extensionales. La siguiente son los diques graníticos de dirección N140° E, relacionados con la intrusión de los plutones y que cortan a los haces de diques. Por último, se produce una etapa de fracturación en régimen frágil extensional, con relleno hidrotermal de baja temperatura, con cuarzo, barita, carbonato cálcico y menas metálicas.

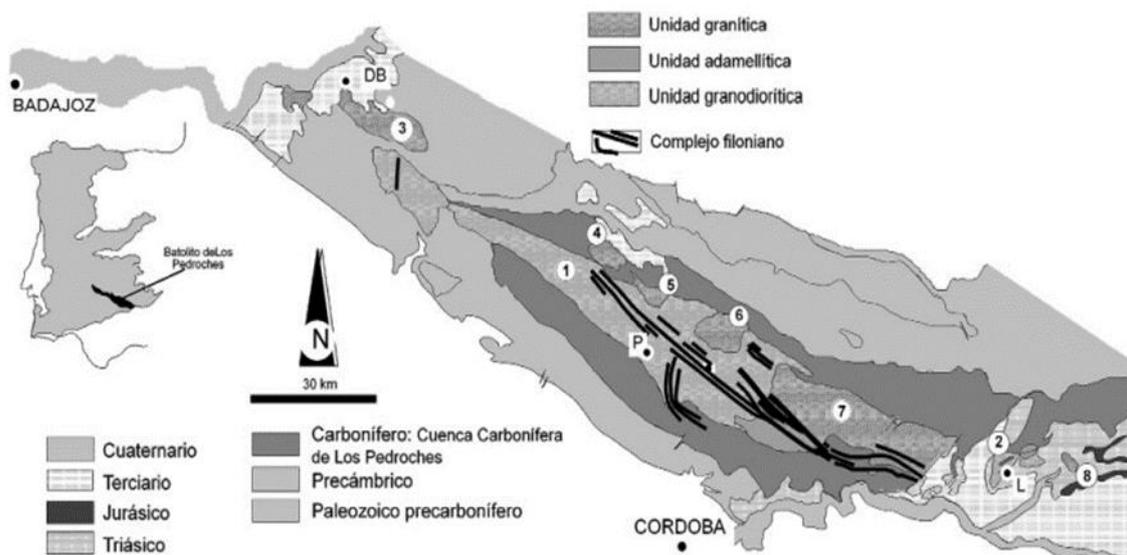


Ilustración 6. Esquema cartográfico de Los Pedroches y su entorno. Modificado del Mapa Geológico 1:1.000.000 de la Península Ibérica, Baleares y Canarias (Rey y Olaverri, 1980). DB: Don Benito; P: Pozoblanco; L: Linares. Plutones; 1: granodiorítico de Los Pedroches; 2: Linares; 3: Campanario - La Haba; 4: Santa Eufemia; 5: El Guijo; 6: Mogabar; 7: Cardeña - Virgen de La Cabeza; 8: Arquillos. Vera, J. (2004).

4.3. Tectónica y estructura

La zona del permiso se localiza en una de las regiones de estructuración más compleja de todo el Macizo Ibérico, ya que se sitúa próxima a la zona de sutura de la ZCI y la ZOM. Para avanzar en el conocimiento de este sector, se realizaron perfiles sísmicos de reflexión profunda (IBERSEIS y ALCUDIA), lo cual ha supuesto un importante avance en el conocimiento de la estructura de esta región.

La estructuración de la zona se debe principalmente a la Orogenia Varisca, aunque existen algunas estructuras generadas durante la Orogenia Cadomiense.

Deformación Pre-Varisca (Orogenia Cadomiense)

La deformación más antigua es de edad Cadomiense. De Norte a Sur, se describen brevemente los efectos de esta Orogenia en las diferentes Unidades tectosedimentarias.

En el DCEG, las rocas del Alcudiense Inferior muestran un plegamiento sin esquistosidad ni metamorfismo que está fosilizado por las Series del Alcudiense. Así mismo, se han descrito tres discordancias: las dos primeras, intra-Alcudiense y Cadomiense, se produjeron durante la Orogenia Cadomiense; la tercera se originó como consecuencia de un evento tectónico durante el Cámbrico Medio-Superior.

En la zona de sutura (Unidad Portalegre-Azuaga), parte de los materiales están afectados por Orogenias pre-Variscas, pero la intensidad de las deformaciones posteriores a alterado las estructuras previas.

En la ZOM la estructuración Cadomiense se observa tan sólo en los núcleos Neoproterozoicos de los antiformes Variscos en donde se aprecia una discordancia angular entre la Serie Negra y las rocas suprayacentes. Básicamente es una foliación previa con un metamorfismo regional que puede llegar a ser de grado medio.

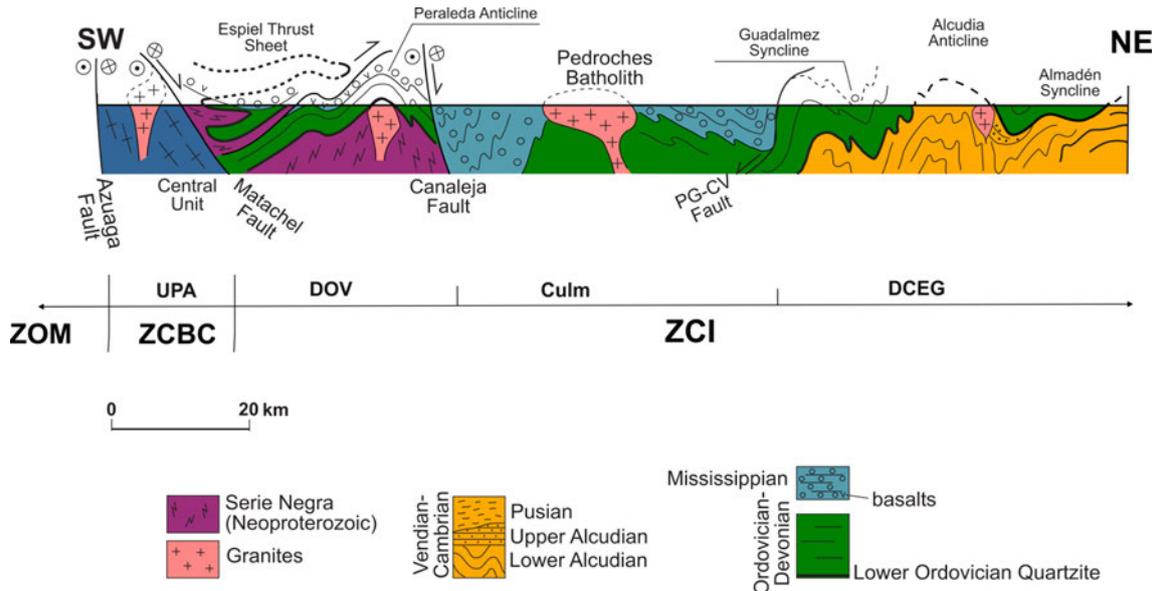


Ilustración 7. Corte geológico de la mitad meridional del Dominio del Complejo Esquistos-Grauwáquicos y su relación con el Dominio Obejo-Valsequillo. Modificado de Martínez-Poyatos et al. (2012).

Deformación Varisca

La estructura Varisca del DCEG se caracteriza por la existencia de pliegues de primera fase posteriores al depósito del Carbonífero inferior. Son subverticales sin una vergencia bien definida, salvo en un sector situado entre el Anticlinal de Alcudia y el Batolito de los Pedroches (antiformes de Sierra Madrona y Santa Elena), donde muestran vergencia al sur (Ilustración 7). Se reconoce una sola fase de deformación principal, que consiste en un plegamiento con planos axiales de dirección NO-SE subverticales, que produce estructuras de longitud de onda y amplitud kilométrica. Este plegamiento generó una esquistosidad de plano axial con una dirección media N90°E-N140°E y buzamientos subverticales.

Los pliegues de la primera fase posteriores al Carbonífero inferior con vergencia al sur están plegados a su vez por pliegues aproximadamente coaxiales, de gran amplitud, en relación con la Zona de Cizalla de Puente Génave-Castelo de Vide (Ilustración 6 y 7).

La estructura Varisca del DOV comprende un estrecho conjunto de Unidades Alóctonas bordeando el contacto con la Zona de Ossa-Morena (Ilustración 3),

caracterizada por una intensa deformación de edad devónica y una Unidad Paraautóctona al NE.

Las características de la deformación Varisca en la **Unidad Paraautóctona**, son muy similares a las del DCEG, con una única fase de plegamiento subvertical y de dirección NO-SE, que también produce estructuras de orden kilométrico, como el Anticlinal de Los Pedroches, a favor del cual se emplazó el Batolito. La diferencia más importante es la presencia de una serie de cabalgamientos vergentes hacia el NNE que estructuran toda esta Unidad en escamas o láminas imbricadas (Ilustración 7).

La estructura del Culm de Los Pedroches presenta al Norte del Batolito pliegues de vergencia hacia el SO, y al Sur los pliegues son subverticales o con una ligera vergencia al NE (Ilustración 7).

Unidades Alóctonas Este conjunto muestra una evolución estructural y metamórfica mucho más compleja que la Unidad Paraautóctona, lo que da idea del desplazamiento que ha sufrido. Aflora en todo el borde SO del Dominio de Obejo-Valsequillo (Ilustración 3). El límite NE de las Unidades Alóctonas es un cabalgamiento que las superpone sobre la Unidad Paraautóctona. En estas Unidades se han reconocido varias fases de deformación sucesivas, la primera y principal da lugar a pliegues tumbados con vergencia NE, en un régimen de cizalla simple dúctil. Le sigue una fase de cabalgamientos con vergencia NE (por ejemplo, el cabalgamiento de Espiel) y, por último, un plegamiento de plano axial subvertical, que pliega las estructuras previas. Posteriormente, hay un importante sistema de fallas tardías de orientación NO-SE con movimientos de desgarre senestro y cuya configuración obedece a un sistema transpresivo (Ilustración 7).

Al sur del DOV se encuentra la unidad con mayor grado de deformación, la **Unidad Portalegre-Azuaga**. La estructura interna de esta unidad se caracteriza por la presencia generalizada de fábricas miloníticas producidas por un cizallamiento dúctil.

Finalmente, la deformación Varisca de la ZOM consiste en grandes estructuras con una directriz general NO-SE y una vergencia hacia el SO (Ilustración 7).

Deformación tardi-Varisca y post-Varisca

La configuración definitiva de la estructura de esta región se debe fundamentalmente a las etapas más tardías de deformación Varisca, en su mayor parte relacionadas con un cizallamiento senestro que existe en todo el límite de las ZCI y ZOM. Algunas de estas Fallas son las que actualmente, definen y separan los diferentes Dominios y Unidades, como, por ejemplo, la Falla de Machel, de la Canaleja o la Falla de Azuaga.

4.4. Evolución tectónica

Esquemáticamente, la evolución geodinámica de la Zona de sutura entre la ZCI y la ZOM cerca del Batolito de los Pedroches se muestra en la Ilustración 8:

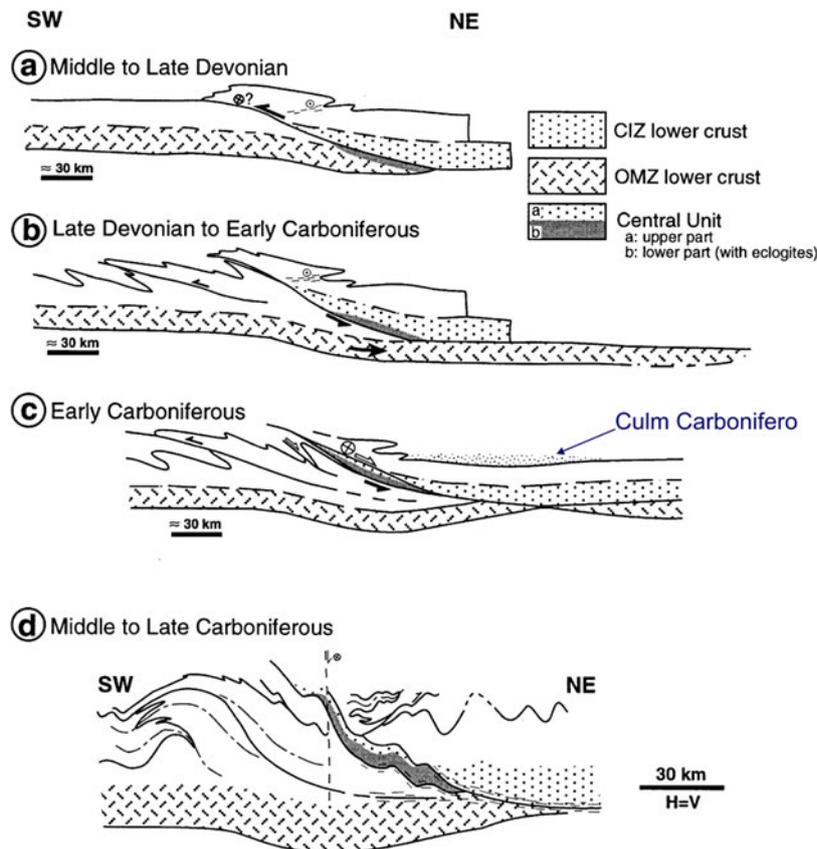


Ilustración 8. Etapas de deformación durante la Orogenia Varisca en la zona de convergencia de ZCI-ZOM (Simancas et al. 2001).

- El primer evento de deformación Varisca entre el Silúrico y el Devónico consistió en la subducción de la ZOM, adelgazada durante el rifting Cámbrico, bajo el borde meridional de la ZCI, originando un evento metamórfico de alta presión y temperatura (facies de eclogitas).
- Cuando la subducción finalizó, la deformación fue transferida al bloque de techo (Unidad Alóctona del Dominio de Obejo-Valsequillo), produciendo los pliegues tumbados vergentes al NE durante el Devónico Medio-Superior (Ilustración 8a).
- Simultáneamente, con el proceso de subducción bloqueado, el movimiento convergente de las placas migraría hacia la zona externa produciendo el cabalgamiento de la Unidad Portalegre-Azuaga (Unidad Central) sobre la ZOM y también una deformación caracterizada por pliegues y cabalgamientos vergentes al SO, como los que se encuentran, actualmente verticalizados, en el área de Sierra Albarrana (Ilustración 8b).

- Para Martínez Poyatos (2002), después del engrosamiento cortical, que produce la subducción de la ZOM bajo la ZCI durante el Silúrico-Devónico, se produce un colapso extensional en el bloque de techo, que favoreció la exhumación de las rocas de la Unidad Portalegre-Azuaga. El accidente más relevante de este proceso extensional es la Falla de Machel que pone en contacto el DOV (ZCI) con la unidad eclogítica (Ilustración 7). Esta falla es una estructura cortical de primer orden, que, en relación con el movimiento extensional, produjo una subsidencia en el bloque de techo que dio lugar a la cuenca marina Carbonífera del Culm de Pedroches (Ilustración 8c).
- Durante el Carbonífero Medio-Superior continuó la compresión en un contexto colisional más amplio, ya que también se estaría produciendo colisión continental en el límite meridional de la ZOM, en su contacto con la Zona Surportuguesa. Esto dio lugar a un acortamiento general de dirección NE-SO, generando pliegues verticales que afectan también a los sedimentos del Culm (Ilustración 8d).
- La estructuración tardi-Varisca, con el desarrollo de zonas de cizalla frágil con movimiento senestro, se produce durante el Carbonífero tardío a lo largo del eje Badajoz-Córdoba. En este momento se originan las fallas que limitan los diferentes dominios y unidades como por ejemplo las Fallas de Azuaga, Machel, etc.
- Finalmente, y en relación con la etapa de cizalla frágil tardi-Varisca, se produjo un importante magmatismo, intruyendo entre otros, el Batolito de Los Pedroches o el Eje Magmático de Villaviciosa-La Coronada.

4.5. Metalogenia

El sector más meridional de la Zona Centroibérica engloba un gran número de mineralizaciones, generalmente filonianas, encajadas en el Batolito de Los Pedroches o en la aureola metamórfica al Norte y Sur de este, y que aprovechan fracturas extensionales tardi-Variscas, principalmente de orientación NE-SO.

EL Batolito de Los Pedroches es un intrusivo similar a las demás intrusiones Variscas, con granitoides generados por fusión parcial de la corteza inferior y mezcla durante el colapso orogénico e intrusión de magmas máficos profundos. Está dominado por granodioritas de grano grueso atravesadas por monzogranitos porfídicos más accesorios, con características geoquímicas de la secuencia calcoalcalina rica en potasio, intermedias entre las de granitoides «I» y «S».

Dentro del Batolito o en las rocas del Ordovícico o del Culm encajantes hay varios tipos de mineralizaciones filonianas con un reparto desigual. Mineralizaciones de Pb-Zn-(Ag), es el grupo más numeroso, con unos 500 indicios inventariados, seguido de los yacimientos de Cu-U, con 74 indicios y por los de W-Sn, con 49. Hay menores proporciones de indicios de bismuto, fluorita, barita y antimonio (García-Cortés, 2011). La minería de las zonas tuvo su origen en la época romana y se explotaron de forma intermitente hasta mediados del siglo XX.

4.5.1. Mineralizaciones de Wolframio y Estaño

Estas mineralizaciones están relacionadas con zonas de cúpulas graníticas evolucionadas geoquímicamente. Se trata de filones individuales, o haces de filones de cuarzo con wolframita y casiterita, de orientación mayoritaria NO-SE, y dispuestos en la zona de endo y exocontacto de pequeños cuerpos de monzogranito (García Casco et al., 1989). Hay yacimientos de este tipo asociados a las facies leucograníticas del Plutón de Santa Eufemia. Este tipo se interpreta como mineralizaciones relacionadas con la exsolución de fluidos magmáticos durante la consolidación de las rocas plutónicas epizonales.

4.5.2. Mineralizaciones filonianas de Cobre y/o Uranio

Estas mineralizaciones aparecen principalmente situadas en las rocas plutónicas y relacionadas con fallas de orientaciones N-S y NE-SO rellenas de cuarzo y jaspe, lo que sugiere que son mineralizaciones formadas posteriormente al emplazamiento de la roca encajante, cuando ya tiene un comportamiento frágil. En general, parece que la mineralización de cobre es anterior a la de uranio.

4.5.3. Mineralizaciones de Bismuto

Los yacimientos de Bismuto son similares a los descritos como de la suite de cinco elementos (Ni-Co-Bi-As-Ag). En Los Pedroches, la mayoría aparecen como filones periplutónicos de cuarzo-carbonatos, situados al Norte (Zona de Conquista) y al Sur (Zona de Pozoblanco) y relacionados con fallas extensionales de orientación NE-SO y N-S. Los filones, con cobaltita, gersdorfitita, tetraedrita y trazas de galena y oro, están relacionados exclusivamente con la granodiorita y su génesis todavía es controvertida, pero probablemente son sistemas magmático-hidrotermales, en relación espacial con intrusivos de determinada composición (Gumiel y Arribas, 1990).

4.5.4. Mineralizaciones de Pb-Zn-(Ag)

Los filones con Pb-Zn-(Ag) son dominantes en la zona, a favor de fallas extensionales de orientación mayoritaria NE-SO y se concentran principalmente en el área del Distrito Minero de Alcaracejos-Villanueva del Duque (Córdoba), que tuvo mucha importancia por las mineralizaciones de Pb-Ag situadas en la aureola de metamorfismo de contacto al Sur de Batolito de Los Pedroches. Las siguientes minas tuvieron gran importancia: El Soldado, que estuvo operativa desde 1906 hasta 1932, Las Morras del Cuzna, El Rosalejo y Los Almadenes. Otras zonas mineras de importancia fueron el Distrito Minero de Belalcázar, con mineralizaciones de Pb-Zn-(Ag)-Cu como La mina de La Solana, y el Distrito de Santa Eufemia, al Norte del Batolito de Los Pedroches, destacando el grupo de Minas Viejas. Hay que resaltar, el filón Zumajo, de orientación NO-SE, y encajado en el centro del Batolito de Los Pedroches.

4.5.5. Mineralizaciones de Barita-Fluorita

Estas mineralizaciones no son muy comunes en la zona de Los Pedroches. Tan solo se encuentran filones extensionales de Ba-F (Mina Guillermin) de orientación principal NE-SO, al Sur del Batolito, pero encajando en las cuarcitas del Sordo de edad Ordovícica pertenecientes al Dominio Obejo-Valsequillo.

Desde el punto de vista genético, los datos de inclusiones fluidas, isótopos, y geocronológicos demuestran que las únicas mineralizaciones que podrían ser de filiación magmática son las de W-Sn. El resto son post-Variscas y las rocas plutónicas y las corneanas encajantes han actuado como un encajante frágil favorable para la formación de las fallas extensionales que aprovechan los filones. Estos filones se formarían por circulación convectiva profunda de fluidos superficiales, marinos o meteóricos, que lixiviarían metales y azufre de las rocas ígneas y los precipitarían por enfriamiento (primero los sulfuros de cobre y luego los de Zn-Pb-Ag) al circular por las estructuras extensionales. La mineralización de fluorita, barita y carbonatos en la parte superficial de estos filones indica que hubo mezcla de los fluidos profundos con aguas superficiales, más oxidadas, alcalinas y frías, dando lugar a filones con una marcada zonación vertical (García-Cortés, 2011).

5. GEOLOGÍA DEL PERMISO DE INVESTIGACIÓN AZUEL

El P.I. Azuel se sitúa en el sector suroriental del Batolito de Los Pedroches, una unidad ígnea compleja intruida durante el Carbonífero superior cerca del límite entre las zonas Centroibérica y de Ossa-Morena del Macizo Ibérico. De hecho, el Batolito de Los Pedroches ha venido siendo considerado como el límite entre ambas zonas hasta que recientemente se ha ido reconociendo de manera progresiva el importante papel desempeñado por la denominada Zona de Cizalla de Badajoz-Córdoba, a lo largo de la evolución paleozoica de las mismas, siendo en este momento mayoritariamente aceptado este accidente como límite entre ambas.

En sentido estricto, el Batolito de Los Pedroches intruye en formaciones metasedimentarias, de edad Paleozoico inferior-medio, que pertenecen a la Zona Centroibérica y, sobre todo, en formaciones carboníferas que constituyen el relleno de una cuenca sin-orogénica, desarrollada durante la evolución varisca de la Zona de Cizalla de Badajoz-Córdoba.

El Batolito de Los Pedroches, que se extiende en dirección ONO-ESE desde las proximidades de Linares (Jaén) hasta la comarca de La Serena (Badajoz), lo que supone más de 200 km de afloramiento continuo, con una anchura que varía entre 8 y 30 km., forma parte de una alineación plutónica más amplia, que se extiende aún otros 100 km más hacia el ONO, internándose en Portugal (plutones de La Haba, Magacela, La Roca de la Sierra, Nissa-Alburquerque). Hacia el ESE, el batolito desaparece recubierto por depósitos terciarios de la cuenca del Guadalquivir desconociéndose su continuación al sur, bajo sus sedimentos.

La parte actualmente visible del Batolito de Los Pedroches en sentido estricto presenta una geometría cartográfica lenticular, alargada en dirección ONO-ESE, cuyo extremo oriental tiende a orientarse en sentido E-O.

5.1. Estratigrafía

A continuación, se resume la estratigrafía de la zona en la que se encuentran las siguientes Unidades tectonosedimentarias.

- Unidad Metasedimentaria. Culm de Pedroches.
- Unidad Plutónica. Batolito de los Pedroches.
- Depósitos Recientes.

5.1.1. Unidad Metasedimentaria. Culm de Pedroches

El batolito de los Pedroches tiene en sus márgenes una sucesión de rocas fundamentalmente sedimentarias afectadas por metamorfismo regional de grado muy bajo. En el entorno inmediato al contacto intrusivo con la unidad plutónica, muestra además el efecto superpuesto de un proceso de metamorfismo térmico, responsable del desarrollo de una aureola de contacto de grado decreciente con la distancia a la Unidad Plutónica, con anchura media de 1-1,5 km.

La serie aflorante forma parte de una potente sucesión detrítica (pizarras, grauvacas y conglomerados) de edad Carbonífero inferior, denominada "culm" de Los Pedroches (PÉREZ LORENTE, 1979). Esta unidad litoestratigráfica compleja, recubre en discordancia cartográfica a la secuencia paleozoica subyacente de plataforma, a través de un hiato sedimentario más o menos amplio según sectores. A diferencia de la secuencia paleozoica inferior, la unidad "culm" tiene su área de afloramiento restringida a lo que se ha denominado cuenca de Los Pedroches (GABALDÓN et al., 1985). Esta cuenca se ha interpretado como una cuenca extensional, cuyo relleno (la facies "culm"), se identifica como un depósito sin-orogénico, un "flysch".

Haz de diques de diabasas pre-Batolito de los Pedroches

Se observa un haz de diques de diabasa intruyendo en el "culm" en la zona nororiental del P.I., con direcciones regionales N120°E, y afectado por el metamorfismo de contacto del plutón de Cardeña-Virgen de la Cabeza, al que nunca corta (LARREA et al, 2013). Por lo que al menos es previo al Grupo Granítico-Adamellítico, al que según se verá después pertenece este plutón. Hay que indicar que este haz pudiera estar relacionado con las manifestaciones volcánicas y subvolcánicas de la base del "culm", pudiendo ser "sills" del Carbonífero inferior, más antiguos que las intrusiones ígneas. La fuerte alteración que se produce en esta zona no permite dilucidar esta posibilidad.

5.1.2. Unidad plutónica. Batolito de Los Pedroches

La mayor parte de la superficie del P.I. Azuel, está constituida por rocas ígneas-plutónicas y filonianas que pertenecen al sector central del Batolito de Los Pedroches

(Ilustración 4 y 9). El extenso afloramiento ígneo no es homogéneo, sino extremadamente variado, tanto composicional como estructuralmente, pudiendo distinguirse varios grupos litológicos, a su vez representados en cuerpos intrusivos estructuralmente diferentes.

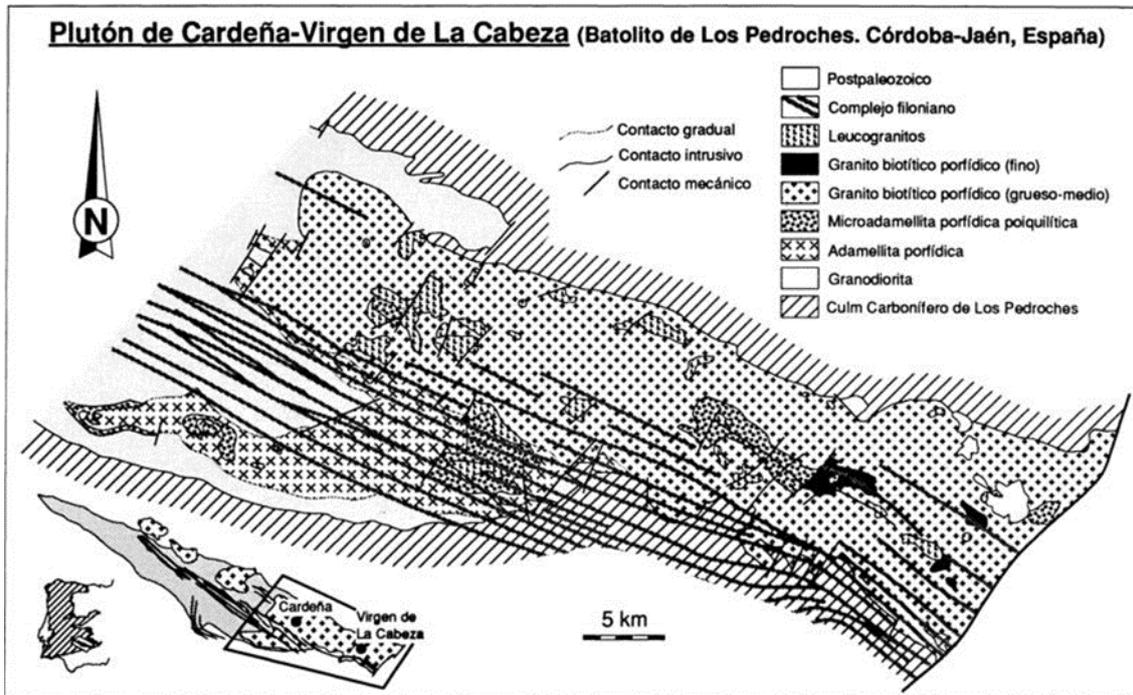


Ilustración 9. Esquema del Plutón de Cardeña-Virgen de La Cabeza (Larrea et al. 1992).

Con carácter general, las rocas ígneas del Batolito de Los Pedroches son intrusivas en la Unidad Metasedimentaria previamente descrita, en concreto en el P.I. Azuel intruyen en la sucesión "culm", hecho que impone una primera limitación estratigráfica: han de ser forzosamente más jóvenes que el Namuriense inferior. Más aún, la intrusión ígnea tuvo lugar con posterioridad a la deformación penetrativa de su encajante, lo que implica necesariamente un cierto lapso entre la edad de los sedimentos y la del proceso de intrusión. Por criterios regionales (APALATEGUI et al., 1990), la deformación aludida tuvo lugar en el intervalo Namuriense inferior a Westphaliense inferior ($\approx 320-310$ Ma; COWIE y BASSET, 1989). No obstante, esto implicaría que la intrusión, al menos, debe ser posterior al límite inferior de este intervalo de edades.

Internamente, el Batolito de Los Pedroches está constituido en el sector que nos ocupa por dos grupos litológicos principales:

- Grupo Granodiorítico
- Grupo Granítico

Además, están presentes también litologías diferentes, tardías respecto a los grupos principales: filones de cuarzo hidrotermal y, muy esporádicamente, filones de diabasas.

Grupo Granodiorítico

Granodioritas con enclaves microgranudos (Facies común). Microadamellita porfídica. Adamellitas porfídicas. Diques básico-intermedios (Microdioríticos-granodioríticos).

Este grupo aflora principalmente en los sectores central y occidental del batolito y en la zona septentrional del plutón de Linares (CARRACEDO, 1991; LARREA, 1998). Dentro de este grupo hemos podido distinguir en el área que nos ocupa cuatro unidades litológicas diferentes:

- Granodioritas con enclaves microgranudos (Facies común)
- Microadamellita porfídica
- Adamellitas porfídicas
- Diques básico-intermedios (Microdioríticos-granodioríticos)

La granodiorita con enclaves microgranudos representa la facies común de este grupo, siendo con mucho la más ampliamente representada, así como la más antigua en cristalizar. Se trata de granodiorita biotítica \pm anfíbol con textura hipidiomorfa inequigranular, de grano medio a fino, y en ocasiones ligeramente porfídica.

Las adamellitas porfídicas constituyen una litología muy característica que aparece extensamente representada en el área de afloramiento del Grupo Granodiorítico, en su sector suroriental, con un buen corte en la carretera comarcal a Montoro. Además, orla el contacto del plutón de Cardeña en su extremo noroccidental; sus contactos con la granodiorita son gradacionales con algunas excepciones, y los contactos con los granitos son intrusivos también con alguna excepción, como en el arroyo Cerezo.

La microadamellita porfídica aflora en varios cuerpos de extensión plurihectométrica a kilométrica, en su afloramiento más occidental (Arroyo del Valle) presenta contactos graduales con la facies anterior, mientras que en su mayor afloramiento (Arroyo del Membrillo) parte de los contactos son graduales y otros son intrusivos. También aflora dentro del plutón de Cardeña (vértice Navalconejuelo) con menor extensión y siempre con contactos intrusivos.

Los pórfidos granodioríticos aparecen siempre en forma de diques netos, sólo afloran en su borde occidental, pero en el batolito están ampliamente representados. Están concentrados principalmente en un haz de geometría sigmoidal (Ilustración 10) y orientación media NNO-SSE, que tiene su expresión máxima al sur de Pozoblanco, y sobre todo en las inmediaciones de Villanueva de Córdoba. En muchos casos se reconocen bordes de enfriamiento de los diques, hecho que indica que su emplazamiento se produjo una vez que las rocas granodioríticas encajantes estaban totalmente cristalizadas y relativamente frías. Así pues, los pórfidos granodioríticos son netamente posteriores a las rocas plutónicas de igual composición, representando los últimos estadios evolutivos de este tipo de magmatismo en el sector que nos ocupa. Esta observación tiene una especial relevancia en este P.I. ya que cortan claramente las facies atribuidas al Grupo Granodiorítico, como se observa en el Arroyo del Valle.

Por último, aplitas y pegmatitas asociadas a la intrusión granodiorítica son muy escasas, concentrándose preferentemente en una red de filones netos (límite

meridional) que se localizan en los contactos con el encajante metasedimentario, sugiriendo la presencia de ambos tipos litológicos, la proximidad probable a un borde (¿cúpula?) de la intrusión.

Grupo Granítico

Granitos y leucogranitos indiferenciados. Granito biotítico porfídico. Diques aplíticos y leucograníticos. Pórfidos granítico-adamellíticos.

Este Grupo al que pertenecen los plutones circunscritos de La Haba, Santa Eufemia, El Guijo, Mogabar, La Nava y Guadalén-Arquillos, está ampliamente representado por el Plutón de Cardeña-Virgen de La Cabeza, que con una morfología alargada recorre el P.I. con dirección NO-SE. Es bastante homogéneo, aunque en los alrededores de Cardeña, y otros puntos aislados se observan facies evolucionadas de microgranitos y leucogranitos y diques de aplitas.

Está formado principalmente por granitos biotíticos + cordierita y leucogranitos de dos micas con un marcado porfidismo caracterizado por megacristales y fenocristales de feldespato potásico inmersos en una mesostasis granítica biotítica de grano fino a grueso. Presenta cordierita, turmalina y andalucita de forma ocasional.

Es posible que los escasos afloramientos de microadamellitas porfídicas también pertenezcan a esta serie evolutiva si bien sus contactos son netos por lo que se puede considerar que pertenecen al Grupo Granodiorítico. Cabe resaltar que estos materiales están cortados por los diques de pórfidos graníticos y adamellíticos, pero no por los diques de pórfidos básico-intermedios, corroborando la secuencia que se observa a nivel del batolito. Por último, observar que en el límite oriental (Garganta de Valquemado) se ha diferenciado una zona de mezcla de magmas.

Rocas de esta composición constituyen la mayor parte de la superficie actualmente expuesta del plutón de Cardeña, así como un denso haz de diques que atraviesa las amplias zonas del P.I. en sentido NO-ESE. Con carácter general, las rocas de este grupo son netamente intrusivas en y, por tanto, posteriores a las rocas del grupo granodiorítico.

Por criterios composicionales y/o texturales se han distinguido los siguientes tipos litológicos:

- Granitos y leucogranitos indiferenciados
- Granito biotítico porfídico
- Diques aplíticos y leucograníticos
- Pórfidos granítico-adamellíticos

Los dos primeros tipos, en general no filonianos, presentan en numerosas ocasiones contactos transicionales, que sugieren la coetaneidad de su emplazamiento. No obstante, en el caso de los leucogranitos y microgranitos, se observan también contactos netamente intrusivos con los otros tipos graníticos, hecho que junto con su carácter de magma residual muy diferenciado y rico en volátiles apoya un carácter tardío, dentro de la simultaneidad general, a escala de tiempo geológico, del conjunto de la actividad plutónica de esta composición.

Los microgranitos y leucogranitos, aparecen como pequeñas bolsadas subhorizontales con contactos graduales con la facies común, o como filones microgranudos cortando netamente a aquella. La presencia de cavidades miarolíticas y su pobreza en melanocratos acompañada de minerales típicos de una fase fluida importante, sobre todo la turmalina, sugieren una naturaleza de magmas residuales tardíos respecto a la cristalización de la facies común granodiorítica y granítica. Se presenta en numerosos afloramientos, en general con contactos gradacionales, aunque también se observan contactos intrusivos. Hay que resaltar que, aunque se describen relacionados con este grupo, algunos afloramientos como los de la esquina suroccidental, con contactos graduales y el cuerpo de la Venta del Charco, rodeado por microadamellitas porfídicas, pueden pertenecer a la secuencia evolutiva del Grupo Granodiorítico.

Los tipos filonianos, por su parte, muestran relaciones cronológicas interesantes con los tipos plutónicos. Los diques aplíticos y leucograníticos, poco abundantes, aunque más que en el caso del grupo granodiorítico, son netamente tardíos respecto a la cristalización de los magmas graníticos. La mayor concentración de estos diques se observa al W del río Yeguas, con una dirección paralela a los haces de diques graníticos.

Los pórfidos graníticos y adamellíticos, definen principalmente un haz de diques densísimo, de espesor máximo en torno a 15 km. y corrida superior a 150 km en dirección ONO-ESE, aunque también existen otros diques esporádicos de orientación NNE-SSO. Cuando arman en las rocas granodioríticas, son muy evidentes porque dan lugar a un relieve positivo muy neto, pero sólo pueden seguirse dentro de los plutones graníticos en contadas ocasiones y, en muchas de ellas únicamente a través de la zona marginal diluyéndose progresivamente hacia el interior de estos como es el caso del plutón de Mogábar. Sin embargo, en este de Cardeña-Virgen de la Cabeza también se pueden seguir como en las rocas del Grupo Granodiorítico, lo que parece indicar una secuencia de cristalización de los plutones más moderna hacia el NO, o bien, la simultaneidad, a escala geológica, de la intrusión de los cuerpos plutónicos y el crecimiento, mediante intrusión sucesiva, del haz de filones de pórfidos, teniendo este último proceso una mayor extensión temporal, al menos al nivel de profundidad cortical actualmente expuesto.

Conviene anotar que el haz de diques ácidos que aquí se refiere no está constituido exclusivamente, aunque si son francamente mayoritarias, por rocas de composición granítica. También son relativamente frecuentes diques de pórfidos de composición adamellítica, comparables composicionalmente a las microadamellitas descritas anteriormente, que no han sido diferenciados de los graníticos en cartografía, con los que localmente forma diques híbridos.

Así pues, con excepción de los magmas más diferenciados y residuales, que generalmente son tardíos, el resto de las manifestaciones plutónicas y filonianas, graníticas, en el P.I. Azuel son, a escala de tiempo geológico, coetáneas.

Manifestaciones tardías. Filones de Cuarzo

Los últimos procesos ígneos o relacionados con la actividad ígnea en este sector del Batolito de Los Pedroches vienen marcados por dos tipos de manifestaciones filonianas. Por una parte, muy escasos diques básicos, de orientación submeridiana (no representables en la cartografía) y, por otra, una red de filones hidrotermales, generalmente de orientación NNE-SSO, espaciados y con notable continuidad lateral, rellenos de cuarzo y óxidos de hierro. En el sector noroccidental del batolito, no obstante, se ha observado que algunos de estos filones están rellenos también por carbonatos y barita.

Los primeros son difíciles de encajar estratigráficamente, por su carácter esporádico, escaso espesor, continuidad y pobreza de afloramiento. Son con certeza posteriores a las granodioritas, a las que cortan mediante fracturas frágiles muy limpias. A escala regional, también se encuentran cortando a las rocas del Grupo Granítico (sector oriental del Batolito), de ahí su atribución a un evento tardío, tal vez muy separado en el tiempo de la actividad plutónica principal.

Los filones de cuarzo, por su parte, deben corresponder a los últimos episodios, ya hidrotermales, ligados a la evolución del batolito. Llevan una dirección comprendida entre NE-SO y N-S y están muy extendidos a lo largo de toda la superficie del mismo, asociándose a ellos la mayor parte de los numerosos indicios mineros, generalmente de dimensiones modestas, que existen en él, sobre todo ubicados en las zonas del encajante próximas al contacto.

5.1.3. Depósitos recientes

Los afloramientos de materiales post-paleozoicos en el P.I. Azuel son muy escasos, estando restringidos, aquellos con entidad suficiente para ser cartografiados, en el nordeste del P.I., coincidente con la cuenca de drenaje actual del río Yeguas. En esta zona existen dos tipos de depósitos recientes, claramente diferenciados, ambos con marcado carácter fluvial. De más antiguo a más moderno son:

Conglomerados poligénicos y arcosas

Se trata de unos depósitos subhorizontales, apenas consolidados, discordantes sobre los materiales paleozoicos, y que se extienden lateralmente de forma discontinua. En concreto, los afloramientos de estas rocas en el P.I. Azuel forman parte de una alineación estrecha, que con carácter discontinuo se extiende en dirección ONO-ESE, hacia el este hasta las proximidades de la depresión de Bailén, ya en la provincia de Jaén. Se encuentran en la esquina nororiental, al Este del vértice Cuartillejos, en una cota entre 625 y 640 m. Esta alineación de afloramientos es paralela a la falla que actualmente limita la sucesión del Paleozoico inferior respecto del "culm" de Los Pedroches.

La edad de esta unidad está en discusión. Con toda probabilidad se trata de depósitos terciarios, aunque su ubicación exacta es más difícil de establecer. Posiblemente puedan correlacionarse con formaciones litológicamente idénticas de otras cuencas del Macizo Ibérico, de edad paleógena, aunque este extremo no es por el momento sino una especulación.

Aluvial (Cuaternario)

Sólo aparecen en los arroyos que drenan hacia el Guadiana, aunque de muy escasa extensión. Litológicamente se trata de sedimentos de espesor reducido formados por gravas, arenas y limos, que muestran un espectro composicional que incluye todas las litologías, actualmente expuestas en sus respectivas cuencas de drenaje.

Hay que destacar que, sobre todas las rocas ígneas, y muy especialmente sobre la granodiorita, se desarrolla un potente "lehm", que deja muy aislados los afloramientos graníticos, en algunos cortes se observan espesores de varios metros, y generalmente deja un paisaje alomado con bolos y formas graníticas como "lomos de ballena".

En su mayor parte deben corresponder a depósitos holocenos, aunque no se puede descartar la presencia de materiales pleistocenos en las pequeñas terrazas marginales.

5.2.Tectónica

El área que abarca el permiso ha sufrido una serie de procesos complejos, relacionados con una o varias etapas orogénicas, de las cuales se evidencia la orogenia Hercínica (Paleozoico superior), y la orogenia Alpina.

Los materiales que afloran en el P.I. Azuel, son paleozoicos y se estructuraron en la Orogenia Hercínica; durante la Orogenia Alpina se comportaron como un zócalo rígido y probablemente, se crearon y/o reactivaron algunas de las fallas.

5.2.1.Generación de la cuenca de Los Pedroches

Este primer evento hercínico no tiene expresión estructural directa en el área del P.I. Azuel. Viene, sin embargo, muy claramente expresado por el cambio brusco en las condiciones de sedimentación, que pasaron de las condiciones de plataforma somera, muy estables, reinantes durante todo el Paleozoico inferior, a las de una cuenca turbidítica, muy subsidente, durante este estadio.

La cuenca de Los Pedroches presenta una marcada asimetría en sentido transversal a su alargamiento, con un margen activo en el sur, ubicado en la Zona de Cizalla Badajoz-Córdoba, y un margen pasivo al norte. La subsidencia elevada que representa el potente depósito turbidítico en un lapso temporal relativamente corto estaría relacionada con el hundimiento elástico o viscoelástico del margen meridional de la Zona Centroibérica en el periodo extensional subsiguiente a la primera etapa compresiva hercínica que hace cabalgar a la Zona Centroibérica sobre la de Ossa-Morena. El cabalgamiento viene representado en la actualidad por la sutura de la Zona de Cizalla Badajoz-Córdoba, y la extensión está representada por la Falla de Matachel.

El margen pasivo se habría establecido sobre una zona elevada, y la transición entre las áreas de cuenca, subsidentes, y el margen elevado probablemente se produjo a favor de un sistema de fallas normales escalonadas hacia el depocentro de la misma.

Las características de esta cuenca apuntan a un origen extensional, lo que lleva, por una parte, a la presencia de varias alineaciones volcánicas básicas dentro de la cuenca y ubicadas en su mitad meridional, en la denominada Unidad de Guadalbarbo. Y por otra, a que la deformación del relleno "culm" de la cuenca tuvo lugar en condiciones metamórficas más elevadas que las de su sustrato en los bordes norte y sur, hecho que sugiere un gradiente geotérmico más alto, únicamente explicable por adelgazamiento de la corteza bajo la cuenca. Un adelgazamiento sólo explicable en un entorno regional extensional en que se encontraba la zona.

5.2.2. Inversión de la cuenca de Los Pedroches

El avance hacia el Norte del proceso orogénico hercínico, que en el epígrafe anterior se ha aludido como responsable parcial de la formación y relleno de la cuenca turbidítica de Los Pedroches, se considera igualmente responsable de la deformación del relleno de la misma, así como de sus márgenes. Además de formarse las estructuras de plegamiento y esquistosidad que se han descrito anteriormente, tiene especial interés la reactivación (inversión) como cabalgamientos de accidentes extensionales previos, tales como la Falla de Santa Eufemia (al noroeste del P.I.), que acomodaron toda la subsidencia de la unidad "culm" frente a la unidad de plataforma situada al norte, durante el depósito de la sucesión turbidítica; o los canales de efusión del vulcanismo bimodal que aparece en otros sectores de la cuenca.

Conviene resaltar que, durante este episodio de inversión tectónica de la cuenca de Los Pedroches, persistía el régimen de convergencia oblicua, puesto de manifiesto fundamentalmente por la transectación sinistra de los pliegues por su esquistosidad cogenética.

5.2.3. Emplazamiento del Batolito de Los Pedroches

Con posterioridad a la deformación penetrativa de la cuenca "culm", tuvo lugar el emplazamiento en niveles corticales someros del complejo ígneo que constituye el Batolito de Los Pedroches. Tanto la geometría de las diversas unidades plutónicas y filonianas, como el carácter eminentemente permitido de su intrusión, sugieren de nuevo la presencia de un régimen tectónico transtensivo en el sector que nos ocupa. La importancia de los haces filonianos y el carácter sin-plutónico de algunos de ellos, indican que el ascenso de los magmas desde sus áreas fuente estuvo controlado principalmente por mecanismos de propagación de fracturas tensionales a través de la corteza.

El crecimiento lateral del batolito debió producirse en una altura de la corteza en que la combinación de los factores limitantes del ascenso (carga litostática, aumento de la viscosidad del propio magma en enfriamiento/cristalización) equilibraron la fuerza ascensional (gravitatoria) del fundido, generándose así la estructura lacolítica que presenta el batolito en sección transversal.

5.2.4. Fracturación tardihercínica

La fracturación tardihercínica probablemente obedezca al inicio del ciclo alpino, si bien las primeras fracturas norteadas todavía canalizan fluidos del batolito. Aparte de su importancia como canalizadora de la mayor parte de los yacimientos minerales en el entorno del batolito, el interés de estas estructuras viene dado por la evidencia que proporcionan sobre el decaimiento en intensidad del proceso orogénico. Este viene marcado por el cambio de la dirección de extensión, respecto de la etapa anterior de inyección del haz de diques ácidos, con la aparición del eje máximo de extensión regional en la dirección E-O y el comportamiento frágil de los materiales.

5.3. Mineralización

En el Permiso de Investigación Azuel se encuentran las siguientes mineralizaciones (Ilustración 10 y Tabla 2):

- Mineralizaciones de **W-Sn** son las más numerosas y se extienden en una banda que ocupa el Sector Central y SE del área del PI, por ejemplo, las del **Cerro del Wolfram, Cerro Guijarro, Minas 6º y 12º San Alfonso, Sexto-San Lino, etc.**
- Mineralizaciones de **Pb** en el Sector Central del PI, las **minas del Cerro de La Colmena.**
- Mineralizaciones de **Cu-Fe** al Norte (**Las Minillas**) y al Sur (**Cerro de Las Iniestas**) del área del PI.
- Mineralizaciones de **Fe** al SE del área del PI (**Jeringaperros**).

Esta zona es de interés principalmente por las mineralizaciones de **W, Cu y Bi-Ag-Pb-(Co) y Ba**. El mineral beneficiado ha sido esencialmente la **wolframita**, siendo escasa la casiterita. No se menciona el indicio de Bi de La Casilla porque está en una concesión de explotación caducada, y el de El Oreganal porque está fuera del área del PI (Ilustración 11).

Los Elementos **Wolframio, Bismuto, Cobalto y Bario** pertenecen a los "Critical Raw Material" de la UE (Study 2023 CRM Assessment.pdf (europa.eu)). En este informe, la UE también clasifica al **Cobre** como Elemento Estratégico.

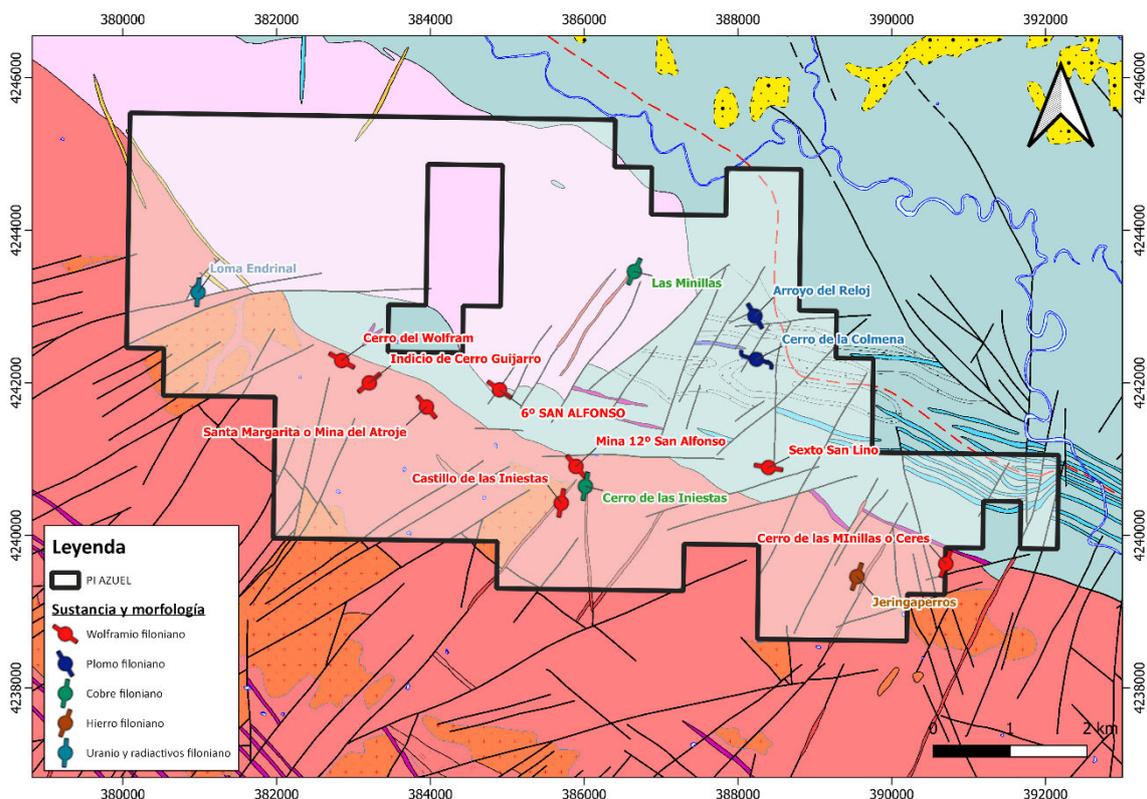


Ilustración 10. Indicios PI Azuel

5.3.1. Mineralizaciones filonianas de W-Sn

Este grupo de mineralizaciones son de pequeñas dimensiones, pero abundantes en el área del Permiso de Investigación. Encajan principalmente en monzogranitos, o en la aureola de metamorfismo térmico, siempre muy cerca del contacto entre ambas litologías y preferentemente en las facies de leucogranitos y monzogranitos.

Las principales orientaciones de los sistemas filonianos son NW-SE, comprendidas entre N115°E y N140°E, por ejemplo, los indicios Cerro del Wolfram, Santa Margarita, Sexto San Lino, etc. (Ilustración 10), y más accesorias las orientaciones NE-SW entre N30°E-N40°E, por ejemplo, los indicios Cerro Guijarro y Castillo de Las Iniestas; y ya en el límite del permiso Cerro de Las Minillas o Ceres (Ilustración 10).

El mineral beneficiado ha sido esencialmente la wolframita, siendo más escasa la casiterita. La mineralización está formada por filones de cuarzo masivo blanco, asociada a estructuras extensionales, con un único episodio de relleno con moscovita turmalina, casiterita, cuarzo, sulfuros, wolframita y/o scheelita que constituyen la paragénesis dominante.

La wolframita suele presentarse como pequeñas placas subidiomorfas entre el cuarzo, como en el indicio Sexto San Lino. La scheelita aparece normalmente muy subordinada, salvo en los indicios Cerro del Wolfram, 6º San Alfonso y Sexto San Lino, donde se presenta como mineral principal, en granos de tendencia idiomorfa.

Cuando los sulfuros son abundantes, éstos se presentan como parches entre el cuarzo. También se observan estructuras brechoides con clastos de fragmentos de la roca encajante.

La estructura general de los filones es masiva, con un cierto bandeado cuando presentan salbandas bien desarrolladas de moscovita. Los filones tienen potencias centimétricas a decimétricas, y a veces superan los 50 cm. La continuidad es hectométrica y el laboreo siempre se ha quedado a niveles muy superficiales.

Las salbandas de los filones que encajan en las rocas meta-sedimentarias llevan asociadas una fuerte turmalinización. Sin embargo, los que encajan en rocas ígneas suelen carecer de turmalina en los bordes y tienen un contacto más neto y el granito encajante suele estar moscovitizado. Son comunes las salbandas de moscovita, a veces con carácter brechoide.

5.3.2. Mineralizaciones filonianas de Wolframio de orientación NW-SE

Estas mineralizaciones tienen orientaciones comprendidas entre N115°E y N140°E, por ejemplo, los indicios Cerro del Wolfram, Santa Margarita, 6º y 12º San Alfonso y Sexto San Lino, todos en Cardeña, Córdoba (Ilustración 10).

Indicio Cerro del Wolfram

Se trata de una mineralización filoniana, con filones de orientación NW-SE (N120°E, Ilustración 11) que encaja en granitos adamellíticos y monzogranitos porfídicos de grano grueso, cerca del contacto con las rocas meta-sedimentarias. Se trata de una zona de granito evolucionado dentro de los monzogranitos del Batolito de Los Pedroches, en el Dominio Esquisto-Grauváquico de la Zona Centroibérica.

La **paragénesis** mineral está constituida por **wolframita y scheelita**, como minerales principales y **pirolusita, pirita y arsenopirita**, como accesorios en ganga de **cuarzo y moscovita**. Las alteraciones hidrotermales más frecuentes son silicificación y moscovitización en torno a las venas mineralizadas.

Las labores mineras son numerosas catas y rafas, siguiendo las venas de cuarzo. También hay socavones (Ilustración 12) para acceder a niveles más profundos. En cualquier caso, los trabajos mineros son muy superficiales, y el volumen de escombreras estimado es de unos 1500 m³.



Ilustración 11. Socavón en la zona central del indicio Cerro del Wolfram. En la trincher de acceso al socavón se aprecian venas de orientación NW-SE (Foto: F. Palero).

Indicio Santa Margarita o Mina del Atroje

Se trata de una mineralización filoniana de orientación NW-SE, comprendida entre N110°E y N140° (Ilustración 10), relacionada con bandas milonitizadas y zonas de cizallas. Encaja en granitos adamellíticos y monzogranitos porfídicos de grano grueso, cerca del contacto con las rocas meta-sedimentarias. Se trata de una zona de granito evolucionado dentro de los monzogranitos del Batolito de Los Pedroches.

La **paragénesis** mineral está constituida por **wolframita, scheelita y Feldespato potásico** como minerales principales y **pirolusita, pirita limonita y clorita** como accesorios, en ganga de **cuarzo y moscovita**. La textura de la mineralización es masiva, a veces bandeada y milonítica. Las alteraciones más frecuentes son moscovitización intensa en torno a las estructuras mineralizadas, silicificación y cloritización relacionada con las cizallas.

Las labores consisten en una pequeña corta (Ilustración 12) y dos socavones situados, uno a nivel de fondo de la corta, y otro más abajo. Además, hay numerosas rafas superficiales siguiendo afloramientos de venas de cuarzo. El volumen de escombreras estimado es de unos 2500 m³.



Ilustración 12. Pequeña corta del indicio Santa Margarita o Mina del Atroje.

Indicio 6º San Alfonso

Es una mineralización filoniana de orientación NW-SE (N125ºE, Ilustración 10) y buzamientos de unos 40º al NE y SO, que encaja en una monótona secuencia de corneanas, pizarras mosqueadas y grauvacas de orientación general N105ºE y buzamiento 80º Norte. El metamorfismo se debe a la proximidad al contacto Norte del Batolito de Los Pedroches.

La **paragénesis** está constituida por **scheelita**, en granos de tendencia idiomorfa, **wolframita**, **turmalina y pirita** en ganga de **cuarzo y moscovita**. La mineralización presenta una estructura masiva, con cuarzo cristalino, localmente se observan geodas de cristales de cuarzo hacia el centro de las venas y salbandas de moscovita. Las principales alteraciones hidrotermales en torno a las venas son silicificación y turmalinización.

Las labores mineras consisten en varias rafas que se extienden unos 300 m. En ambos extremos de la corrida de las rafas parece que había emboquillados varios socavones que hoy están cegados. El volumen de escombreras es de unos 1500 m³.

Indicio Mina 12º San Alfonso

Es una mineralización filoniana de orientación NW-SE (Ilustración 10), que encaja en monzogranitos porfídicos de grano medio a grueso con fenocristales de feldespato potásico. El indicio queda cerca del contacto norte del Batolito Los Pedroches, en una facies de borde de granitos inequigranulares aplíticos ricos en feldespato.

La **paragénesis** es simple con **wolframita y turmalina** en ganga de **cuarzo y moscovita**. La mineralización presenta una estructura masiva, con cuarzo lechoso y cristalino, y con salbandas de moscovita. Las principales alteraciones hidrotermales en torno a las venas son silicificación y moscovitización.

Las principales labores consisten en 3 alineaciones de rafas de cierta continuidad orientadas N140°E. La más larga tiene unos 100 m de largo y la situada más al NO se prolonga mediante un socavón.

Indicio Sexto San Lino

Es una mineralización filoniana de orientación NW-SE (Ilustración 10 y 13), que encaja en una monótona secuencia de pizarras mosqueadas y grauvacas, de dirección general N100°E y buzamiento de 80° N. En la zona se ven algunas pequeñas apófisis de leucogranitos. El indicio está situado en la aureola de metamorfismo térmico del contacto Norte del Batolito de Los Pedroches.

La **paragénesis** es compleja y está constituida por los siguientes minerales principales: **arsenopirita**, que se presenta en parches, **wolframita** en pequeños cristales subidiomorfos entre el cuarzo, **calcopirita, escorodita y scheelita** en granos de tendencia idiomorfa. Los minerales accesorios son los siguientes: **casiterita pirita, covellina, malaquita y azurita**, en ganga de **cuarzo**.

La textura en general es bandeada (Ilustración 13) y las alteraciones hidrotermales en torno a los filones mineralizados son una fuerte turmalinización que afecta al encajante en unos 10 a 20 cm, y también silicificación.

Las principales labores mineras que se reconocen son 3 grandes zanjones siguiendo el filón de una forma casi continua. En el extremo occidental del zanjón de poniente está emboquillado un socavón. A ambos lados de la corrida de las labores hay rafas siguiendo el filón. El volumen estimado de escombreras es de unos 700 m³.



Ilustración 13. Filón de cuarzo de orientación NW-SE de la mina Sexto San Lino. Se observan estructuras que dan un aspecto bandeado al filón (Foto tomada de García-Cortés, A. 2011).

5.3.3. Mineralizaciones filonianas de Wolframio de orientación NE-SW

Son mineralizaciones de W de orientaciones NE-SW, comprendidas entre N30°E y N50°E, a favor de fallas de trazado kilométrico de esa misma orientación. Por ejemplo, los indicios **Cerro Guijarro**, **Castillo de Las Iniestas** y ya en el límite del permiso el **Cerro de Las Minillas o Ceres**, todos en el municipio de Cardeña, Córdoba (Ilustración 10).

Indicio Cerro Guijarro

Se trata de un pequeño indicio situado al Oeste del área del PI, con una mineralización de **W** de orientación NE-SW (Ilustración 10), que encaja en granitos adamellíticos y monzogranitos porfídicos de grano grueso, cerca del contacto de la aureola externa del Batolito de Los Pedroches. Se trata de una zona de granito evolucionado dentro de los monzogranitos.

La **paragénesis** es muy simple y está constituida por **wolframita y hematites** en ganga de **cuarzo**. La mineralización suele presentar textura masiva, a veces brechoide, y con crecimientos de cuarzo con texturas en peine. Las alteraciones hidrotermales son silicificación y moscovitización en torno a los filones.

Las labores consisten en unas pequeñas catas de reconocimiento sobre el filón y el volumen de escombreras es pequeño, de unos 25 m³.

Indicio Castillo de Las Iniestas

Este indicio está situado en la parte centro-sur del PI (Ilustración 10) y es una mineralización filoniana de **W**, con filones subhorizontales de orientación NE-SW (N40°E) encajados en monzogranitos porfídicos, con fenocristales de feldespato potásico, dentro del Plutón de Virgen de La Cabeza, en el Batolito de Los Pedroches. De esta misma orientación se localizan cerca del indicio diques de cuarzo de longitud kilométrica (Ilustración 10).

La **paragénesis** mineral está constituida por **arsenopirita, wolframita y escorodita** en ganga de **cuarzo y moscovita**. La mineralización de cuarzo tiene textura masiva y con salbandas simétricas de moscovita, la wolframita se presenta en pajuelas, y la arsenopirita en pequeños parches.

Igual que en el anterior indicio, las alteraciones hidrotermales son silicificación y moscovitización en torno a los filones mineralizados.

Las labores mineras consisten en 3 rafas siguiendo la orientación de los filones y la mayor tiene unos 20 m de largo, con varias venas de bajo buzamiento.

Indicio Cerro de Las Minillas o Ceres

Este indicio está situado al SE del área del PI (Ilustración 10). Se trata de una mineralización filoniana de **W** que forma una red de filones subhorizontales (Ilustración 14), de orientación NE-SW, encajados en monzogranitos porfídicos biotíticos y con fenocristales de feldespato potásico, en la zona de contacto del Batolito de Los Pedroches con los metasedimentos.

La **paragénesis** mineral es más compleja que en los dos indicios anteriores y en este indicio predomina la **casiterita** sobre la **wolframita**. Los minerales principales son **arsenopirita, casiterita y scheelita**. Los minerales accesorios son **apatito, wolframita, calcopirita, malaquita, limonita, pirolusita y escorodita** en ganga de **cuarzo y moscovita**.

La textura del cuarzo es masiva y cristalina, y localmente se observan crecimientos en peine de cuarzo y pequeñas geodas. Las principales alteraciones hidrotermales

son silicificación y moscovitización en torno a los filones mineralizados, y hay una considerable turmalinización en los filones que encajan en metasedimentos.

Las labores mineras consisten en un conjunto de rafas y socavones sobre los filones de cuarzo (Ilustración 14). Hay también áreas de suelos removidos para lavar la casiterita aluvial. El volumen de escombreras es de unos 3000 m³.

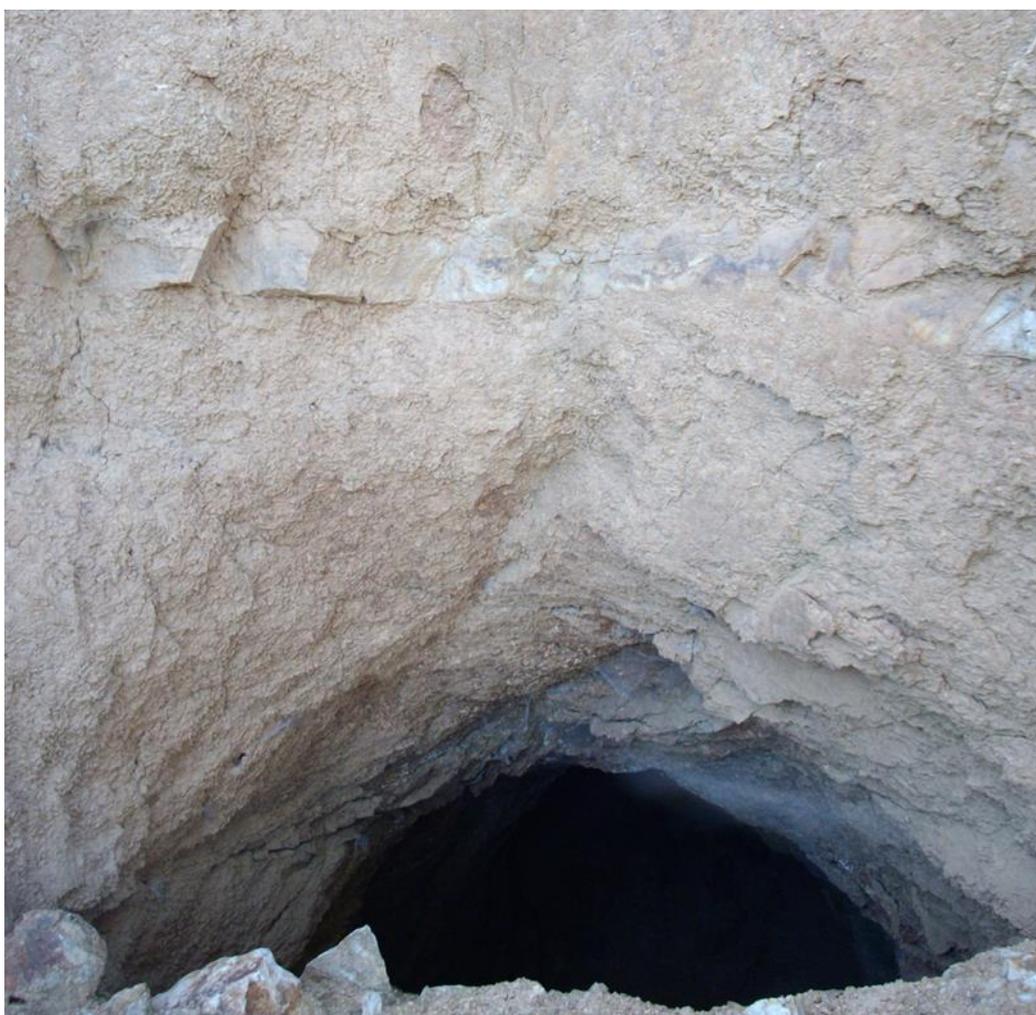


Ilustración 14. Vena subhorizontal de cuarzo en el indicio Cerro de Las Minillas o Ceres (Foto: F. Palero)

5.3.4. Mineralizaciones de Bi-Ag-Pb-(Co)

Las Mineralizaciones de **Bi-Ag-Pb** se encuentran en el Sector Central del área del PI, y son las **Minas de Azuel o Mina San José (fuera del PI Azuel)** y las mineralizaciones de **Pb estratoide** del **Cerro de La Colmena** en Cardeña (Ilustración 10).

Indicio Minas de Azuel o Mina San José

Como se ha indicado anteriormente, esta mina se encuentra con la nueva reducción fuera de los límites del permiso, pero se ha considerado oportuno mantener la

información de la misma en este documento debido a la gran importancia que tuvo para la zona.

Es un indicio filoniano de **Bi-Ag-Pb** que está constituido por una red de fracturas y diques de cuarzo de orientación general ENE-WSW (Ilustración 10), comprendidas entre N60°E-N70°E, y encajados en las rocas metasedimentarias. Las rocas encajantes son una monótona secuencia de pizarras mosqueadas, grauvacas y corneanas, de orientación general N100°E, y buzamiento subvertical. Estas rocas metamórficas se sitúan en el borde de una lengua de granodiorita que deja una banda de metasedimentos entre ellas por el Norte y los monzogranitos del Plutón de Virgen de la Cabeza por el Sur (Ilustración 10).

La paragénesis mineral es compleja y de gran interés por los minerales de **Bi y Co** que presenta: **bismutina, bismutita, galena argentífera, cobaltina, bismuto y plata** nativa en ganga de cuarzo. Probablemente, se trataba de una mineralización diseminada y la plata se presentaba de forma masiva, Carbonell (1916). Hay silicificación como alteración hidrotermal en torno a los filones mineralizados.

Estas minas fueron trabajadas a comienzo del siglo XX, y los minerales contenían del 2.6% al 7% de Bi, del 0.01% a 0.15% de Ag y del 2% a 3.1% de Co+Ni (Carbonell, 1916).

Las labores mineras que actualmente se conservan son un socavón (Ilustración 15) y restos de un pozo y otro socavón cegados. Dentro del actual casco urbano de Azuel se encontraba el pozo San José de 25 m de profundidad.



Ilustración 15. Socavón transversal en las pizarras del CULM. Indicio Minas de Azuel. (Foto: F. Palero)

5.3.5. Mineralizaciones estratoides de Pb-Ba

Las mineralizaciones estratiformes o estratoides de **Pb-Ba**, a pesar de ser escasas, tienen gran interés metalogenético y desde el punto de vista de la futura exploración del área del PI.

Indicio del Cerro de la Colmena

Este indicio se encuentra en el municipio de Cardeña (Ilustración 10). Desde un punto de vista geológico, se trata de una mineralización de galena estratiforme o estratoide, que se encuentra diseminada en unos niveles calcosilicatados (Ilustración 16), de potencia decimétrica, y colores grises verdosos, entre corneanas y grauvacas del Culm de Los Pedroches. El indicio está situado en la aureola de metamorfismo térmico del contacto Norte del Batolito de Los Pedroches. La orientación de la estratificación es N105°E buzando 73° al Sur. Debido a removilizaciones, algunas pequeñas venas de galena y cerusita cortan la mineralización estratiforme.

La **paragénesis** está constituida por **epidota, galena, cerusita, calcosina y barita** como minerales principales, y **piromorfita** como mineral accesorio.

La mineralización de galena es granuda y lleva asociada una alteración que decolora la roca. También se aprecian algunos fenómenos de recristalización, con la aparición de granos redondeados de galena cristalina de hasta 5 mm.

La textura de la mineralización de galena es bandeada, siguiendo los planos de estratificación. Se trata de una **diseminación de galena** de grano muy fino (Ilustración 16) y se aprecia cierta recristalización con formación de granos idiomorfos de galena. La mineralización que se encuentra en fisuras está alterada a **cerusita** y contiene **barita** cristalina.

La mineralización de Cerro de La Colmena representa una peculiaridad que no ha sido reconocida hasta ahora en este entorno regional.

Las labores mineras son de escasa entidad. Se reconoce un pocito excavado en los paquetes mineralizados y que está parcialmente cegado. Además, se reconocen otras 3 excavaciones superficiales, siendo la más oriental un socavón con el emboquille cegado. El volumen de escombreras es de unos 100 m³.

Hay otro pequeño indicio de **Pb** denominado **Arroyo del Reloj**, también en Cardeña (Ilustración 10). Se trata de una mineralización filoniana de **Pb** de orientación NW-SE (N150°E), buzando unos 85°, encajado en el Culm de Los Pedroches, en la aureola de metamorfismo de contacto del Batolito. La **paragénesis** es simple y está constituida principalmente por **galena y cerusita**, en ganga de **barita y cuarzo**.



Ilustración 16. Mineralización de galena diseminada siguiendo la laminación en el indicio del Cerro de La Colmena (Foto tomada de García-Cortés, A. 2011).

5.3.6. Mineralizaciones filonianas de Cu-Fe

Hay dos indicios de **Cu-Fe** en el área del Permiso de Investigación. Al Norte, el indicio **Las Minillas**, y al Sur el indicio del **Cerro de Las Iniestas**, ambos en el municipio de Cardeña, Córdoba (Ilustración 10).

Indicio Las Minillas

Se trata de una mineralización filoniana de **Cu** en un filón de cuarzo, a favor de una estructura frágil de orientación NNE-SSW (Ilustración 10) y emplazado entre granodioritas equigranulares del Batolito de Los Pedroches, cerca del contacto con el Culm. A favor de estas estructuras se observan diques de cuarzo de longitud kilométrica.

La mineralización de Cu tiene una textura generalmente brechoide y bandeada, con crecimientos sintaxiales de cuarzo. Las principales alteraciones hidrotermales en las rocas encajantes próximas al filón de Cu, son silicificación, hematización y argillización.

La **paragénesis** mineral está constituida por **hematites y malaquita**, como minerales principales y como accesorios **calcosina, azurita y cuprita** en ganga de **cuarzo**.

Las labores mineras son muy antiguas y se puede reconocer una rafa de unos 150 m de largo y notable anchura. El volumen de escombreras es de unos 300 m³.

Indicio Cerro de Las Iniestas

Se trata de una mineralización filoniana de **Cu** en un dique de cuarzo de orientación norteada (N5°E-N10°E) y longitud kilométrica, que encaja en monzogranitos porfídicos de grano grueso, con abundantes fenocristales de feldespatos potásico, dentro del Plutón de Virgen de La Cabeza, del Batolito de Los Pedroches.

La mineralización de **Cu** tiene una textura generalmente masiva y puntualmente se observan intercrecimientos plumosos de cuarzo-jaspe, y de cuarzo-hematitas, así como agregados crustiformes de malaquita y crisocola.

Las principales alteraciones hidrotermales en las rocas encajantes próximas al filón de Cu, son silicificación y hematización.

La **paragénesis** mineral es simple y está constituida por **crisocola** y **malaquita** como minerales principales, y como accesorios **calcopirita** y **pirita** en ganga de **cuarzo**.

Las labores mineras son muy antiguas y en la actualidad se puede observar un socavón circular, que es una antigua excavación sobre el filón. Al Sur se ven rafas sobre los crestones de cuarzo con unos 10 m de corrida. Al Norte hay otro socavón circular más pequeño, que debía ser un pocito hoy día cegado.

5.3.7. Mineralizaciones filonianas de Fe

Las mineralizaciones de **Fe** son escasas y de muy limitada importancia en este sector de la Zona Centroibérica, sin embargo, presentan una variedad tipológica interesante.

Indicio Jeringaperros

Este indicio también está situado en el municipio de Cardeña y es el único indicio de **Fe** del área del Permiso de Investigación (Ilustración 10).

Se trata de un indicio filoniano de cuarzo de orientación NNE-SSW (N15°E-N20°E) y buzamiento subvertical, con una potencia y continuidad considerables, y que encaja en facies de granodioritas dentro del Batolito de Los Pedroches. Esta mineralización de Fe está relacionada con los filones de **Cobre**.

La **paragénesis** mineral está constituida por **oligisto**, en masas botroidales, también en agregados cristalinos y en masas terrosas entremezcladas con **jaspes**, **cuarzo** y **carbonatos** (Ilustración 17).



Ilustración 17. Relleno filoniano de oligisto botroidal, sobre el que se forma cuarzo cristalino y en intercrecimientos laminares con jaspe y oligisto. Indicio de Fe Jeringaperros (Foto: F. Palero).

5.3.8. Control estructural de las mineralizaciones

En la investigación que se lleve a cabo en el PI Azuel, hay que resaltar la importancia que tiene el control estructural de las mineralizaciones de **W, Bi-Ag-Pb-(Co), Pb-Ba y Cu-Fe** para la exploración minera de la zona, destacando las siguientes estructuras:

1. Mineralizaciones filonianas de Wolframio de orientación NW-SE. Estas mineralizaciones tienen orientaciones comprendidas entre N115°E y N140°E. Por ejemplo, los indicios Cerro del Wolfram, Santa Margarita o Mina del Altroje, 6° y 12° San Alfonso y Sexto San Lino (Ilustración 10).

2. Mineralizaciones filonianas de Wolframio de orientación NE-SW. Estas mineralizaciones tienen orientaciones comprendidas entre N30°E y N50°E, a favor de fallas de trazado kilométrico de esa misma orientación. Por ejemplo, los indicios Cerro Guijarro, Castillo de Las Iniestas y Cerro de Las Minillas o Ceres (Ilustración 10).

3. Mineralizaciones de Pb-Ba de orientación NW-SE. Por ejemplo, el Indicio Arroyo del Reloj, con una orientación N150°E (Ilustración 10).

4. Mineralizaciones de Pb-Ba estratoides de orientación WNW-ESE. Las mineralizaciones del Cerro de La Colmena (Ilustración 10) que son estratoides y tienen una orientación general N105°E.

5. Mineralizaciones filonianas de Cu-Fe de orientación NNE-SSW. Hay dos indicios de Cu-Fe en el área del PI. Al Norte, el indicio Las Minillas, de orientación NNE-SSW, y al Sur el indicio del Cerro de Las Iniestas, de orientación Norteada (N5°E-N10°E, Ilustración 10).

6. Mineralizaciones filonianas de Fe de orientación NNE-SSW. Se trata de mineralizaciones filonianas de cuarzo con oligisto, de orientación norteada (N15°E-N20°E). Como ejemplo, el Indicio Jeringaperros que es el único indicio de Fe del área del PI (Ilustración 10).

Tabla 2. Indicios en el área del PI Azuel

INDICIOS DE LA BASE DE DATOS DE METALOGENIA DEL IGME (BDMIN)									
BDMIN	NOMBRE	X_ETRS 89	Y_ETRS89	SUSTANCIA	MORFOLOGÍA	DIRECCIÓN	LABORES	MIN. PRINCIPALES	MIN. ACCESORIOS
882005	Cerro del <u>Wolfram</u>	382848	4242293	Wolframio	Filoniana	N120°E	Mixta	cuarzo, moscovita, wolframita, <u>scheelita</u>	pirolusita, pirita, arsenopirita
882003	Santa Margarita o Mina del Atroje	383950	4241684	Wolframio	Filoniana	N140°E	Mixta	cuarzo, moscovita, feldespato potásico, wolframita, <u>scheelita</u>	clorita, pirolusita, limonita, pirita
882043	6º San Alfonso	384900	4241909	Wolframio	Filoniana	N125°E	Mixta	cuarzo, turmalina, moscovita, pirita, wolframita, <u>scheelita</u>	
882039	Mina 12º San Alfonso	385895	4240904	Wolframio	Filoniana	N140°E	Mixta	cuarzo, moscovita, wolframita	turmalina
882028	Sexto San Lino	388399	4240890	Wolframio, Estaño	Filoniana	N100°E	Mixta	cuarzo, arsenopirita, wolframita, calcopirita, <u>escorodita</u> , <u>scheelita</u>	pirita, <u>covellina</u> , malaquita, azurita, casiterita
882004	Indicio de Cerro Guijarro	383206	4242000	Wolframio	Filoniana	N50°E	Exterior	cuarzo, hematites, wolframita	
882042	Castillo de las Iniestas	385703	4240424	Wolframio	Filoniana	N40°E	Exterior	cuarzo, moscovita, arsenopirita, wolframita, <u>escorodita</u>	
882006	Cerro de las <u>Mnillas</u> o Ceres	390704	4239628	Estaño, Wolframio	Filoniana	N20°E	Mixta	cuarzo, moscovita, feldespato potásico, arsenopirita, casiterita, <u>scheelita</u>	apatito, wolframita, calcopirita, malaquita, limonita, pirolusita, <u>escorodita</u>
882045	Minas de <u>Azuel</u> o Mina San José	383930	4242497	Bismuto, Plata, Plomo	Filoniana	N70°E	Interior	cuarzo, bismutina, bismutita, galena, cobaltina, bismuto, plata	

INDICIOS DE LA BASE DE DATOS DE METALOGENIA DEL IGME (BDMIN)									
BDMIN	NOMBRE	X_ETRS 89	Y_ETRS89	SUSTANCIA	MORFOLOGÍA	DIRECCIÓN	LABORES	MIN. PRINCIPALES	MIN. ACCESORIOS
882029	Cerro de la Colmena	388243	4242308	Plomo	<u>Estratoide</u>	N105°E	Interior	epidota, galena, cerusita, calcosina, baritina	<u>piromorfita</u>
882002	Arroyo del Reloj	388223	4242876	Plomo	Filoniana	N150°E	Interior	cuarzo, <u>ankerita</u> , galena, cerusita	pirita, siderita
882001	Las Minillas	386654	4243460	Cobre, Hierro	Filoniana	N25°E	Exterior	cuarzo, hematites, malaquita	calcosina, azurita, cuprita
882040	Cerro de las Iniestas	386017	4240643	Cobre	Filoniana	N10°E	Mixta	cuarzo, crisocola, malaquita	pirita, calcopirita
882027	<u>Jeringaperros</u>	389549	4239459	Hierro	Filoniana	N20°E	Exterior	cuarzo, oligisto	jaspe, pirita, <u>ankerita</u>

6. INVESTIGACIONES PREVIAS

Fuentes de información geológica y minera consultadas en la zona del permiso de investigación Azuel

La mayor parte de la información geológico – minera disponible en la zona del Permiso de Investigación es de carácter regional. Aunque, se han consultado diferentes informes de investigaciones mineras realizadas por el IGME en la zona del PI, de los cuales se ha extraído la información más relevante.

Dicha información es de carácter público y puede ser consultada de manera telemática en las páginas web de los sistemas de información de la administración autonómica y estatal. Se destaca la siguiente información consultada:

- García-Cortés, A. (Ed. Ppal., 2011). Cartografía de recursos minerales de Andalucía. IGME-Consejería de Economía, Innovación y Ciencia de la Junta de Andalucía. Madrid, España.
- Base de Datos de Recursos Minerales del IGME (BDMIN). En la cual se recogen de manera resumida las características geológicas y metalogenéticas de los Indicios Minerales (BDMIN - InfoIGME).
- Base de Datos de Sondeos Mecánicos almacenados en la Litoteca del IGME, Peñarroya (Litoteca IGME - Consulta Documentos No periódicos).
- Base de datos de Geoquímica. (Geoquímica - InfoIGME)
- IGME (2005). Base de Datos de Ossa Morena. No publicada.
- IGME (1974). Mapa metalogenético a escala 1:200.000, Hoja 70 – Linares.
- IGME (2004). Mapa geológico a escala 1:200.000. Hoja 70 - Linares.
- Cartografía geológica a escala 1:50.000- Hoja 860 - Fuencaliente y Hoja 882 – Cardeña (MAGNA y Mapa Geológico Continuo, GEODE).
- Gravimetría, obtenida del Sistema de Información Geofísica (SIGEOF) del IGME. (InfoIGME - Sistema de Información Geofísica (SIGEOF)).
- Magnetometría y/o Radiometría obtenida del Sistema de Información Geofísica (SIGEOF) del IGME con una dirección de líneas de vuelo NE-SW y un espaciado de 1 km (InfoIGME - Sistema de Información Geofísica (SIGEOF)).

Informes consultados

- ENADIMSA - Junta de Andalucía (1986). Libro Blanco de la minería andaluza.
- ENADIMSA (1968-1979). Programa de investigación de la Reserva oriental del Batolito de los Pedroches.
- IGME (1969). Plan Nacional de la Minería. Programa sectorial de investigación de minerales de plomo y cinc.
- IGME (1979). Inventario Nacional de Recursos Minerales de Estaño 1ª Fase.
- IGME (1980). Análisis gráfico de la cobertura por estudios mineros en Andalucía Occidental.

- IGME (1986). Síntesis de las investigaciones geológico-mineras realizadas por el IGME en la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- IGME (1987). Proyecto de exploración sistemática coordinada de las zonas de Reserva "Hespérica", "Valdelacasa", "Alcudia" y "Guadalupe". 8 vol.: Geología, Geoquímica, Fosfatos, Metálicos y Teledetección.
- IGME (1993). Exploración e investigación de fosfatos sedimentarios en las Reservas "Hespérica 1 A 7" y "Malagón" y de sustancias metálicas en las Reservas "Valdelacasa", "Alcudia" y "Guadalupe". 2ª Fase (1987-90).

Referencias Bibliográficas

- Carbonell, A. (1916). Notas sobre los yacimientos bismutíferos de Azuel (Córdoba). Revista minera metalúrgica y de Ingeniería tomo XXXIV, serie C.
- Carbonell, A. (1917). El tungsteno en la provincia de Córdoba. Revista minera metalúrgica y de Ingeniería, Madrid, n 2576 y 2577; p. 28 - 30 y 41 - 42.

6.1. Investigaciones mineras previas realizadas en la zona del PI Azuel

Las investigaciones disponibles en la zona del PI son escasas (IGME, 1980 y 1986). Sólo se realizaron investigaciones geológico - mineras a escala regional, como campañas de geofísica y campañas de geoquímica de sedimentos (ENADIMSA, 1968-1979).

Los trabajos de investigación minera realizados durante el Proyecto Hespérica, dentro de la Reserva Alcudia (IGME, 1987-1993), se localizan en el Sector Norte del PI. Mientras que el Sector Sur del PI, se localiza dentro de la antigua Reserva del Batolito de Los Pedroches. ENADIMSA llevó a cabo una campaña estratégica de geoquímica de sedimentos, pero todavía no se dispone de la información relativa a este programa de investigación.

Es importante resaltar que en el contacto norte del Batolito los indicios de estaño se sitúan en los alrededores de Conquista, y un poco más al E en la zona de Cardeña. Un caso particular de concentraciones de estaño lo constituyen los yacimientos aluvionares de casiterita existentes en Conquista (Cerro Gordo) y Cardeña (Indicio Cerro de las Minillas o Ceres). Estos depósitos, formados a partir de la meteorización del granito, contienen, junto a concentraciones significativas de casiterita y monacita (fosfato de Ce, La, Th y otras Tierras Raras), pequeñas cantidades de circón, ilmenita y xenotima (fosfatos de Y). Como trazas se encuentra oro (ENADIMSA- Junta de Andalucía, 1986).

Campañas de Geofísica aeroportada (radiometría)

A continuación, se muestra la anomalía de Th del vuelo radiométrico (IGME, 2005) en el área del Permiso de Investigación (Ilustración 18). Los máximos se localizan en el borde norte de la facies de granitos y monzogranitos de grano grueso, porfídicos ± cordierita. Hay que resaltar que valores altos de Th pueden estar relacionados con la presencia de monacitas, minerales portadores de Tierras Raras, los cuales son

Campaña de prospección mineralométrica (IGME, 1987-1993)

Se han georreferenciado los mapas con la distribución de **wolframita, casiterita y monacita** en los concentrados de batea. Como ejemplo se muestra en la Ilustración 19 la distribución de **monacita**. Se observa que los arroyos que drenan el borde norte del Batolito de los Pedroches concentran estos minerales densos, al igual que ocurre con otros, como la **wolframita-scheelita-casiterita**.

Desafortunadamente, esta campaña no cubre toda el área del PI, pero da una información muy útil, como para plantear una futura campaña con el fin de localizar, áreas anómalas en minerales densos, que en la actualidad pueden tener mucho interés al ser **minerales críticos**.

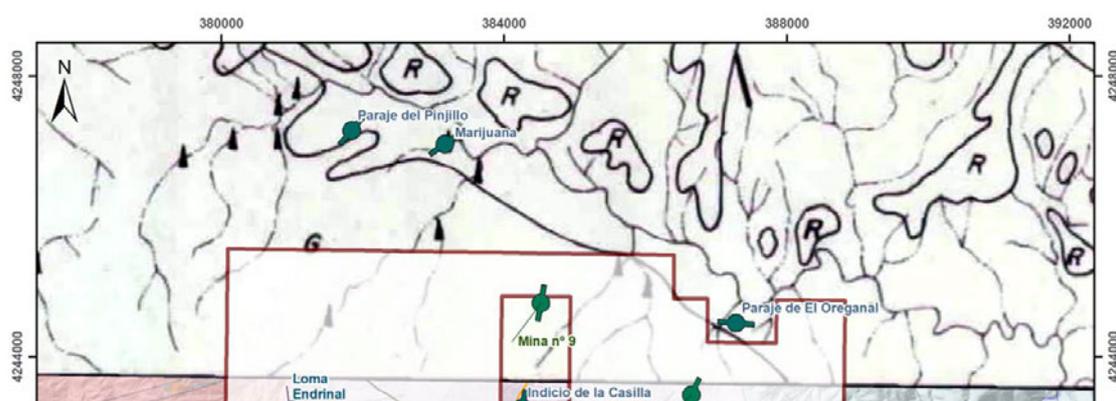


Ilustración 19. Recorte donde aparece representada la campaña de bateas en la Reserva de Alcuía (IGME, 1987 - 1993) con respecto a la posición del PI Azuel (línea roja)

Geoquímica de sedimentos Reserva de Alcuía (IGME, 1987 - 1993)

Se han descargado de la Base de Datos de Geoquímica - InfoIGME, las muestras de geoquímica de sedimentos de la Reserva Alcuía que se localizan dentro del PI. Como ejemplo se ha realizado el mapa de anomalías de Cu, las cuales correlacionan perfectamente con los indicios de este elemento (Ilustración 20), pero el inconveniente es que las muestras disponibles cubren una zona muy limitada al norte del PI, por lo que no se pueden extrapolar los resultados hacia el Sur del PI.

7.2. Metodología

La parte principal de la investigación irá encaminada al descubrimiento de mineralizaciones de interés en los sistemas filonianos que aparecen en el permiso y que tienen un fuerte control estructural. Además, se desarrollará la metodología apropiada para la investigación de las mineralizaciones estratoides en los sectores que resulte oportuno.

Se hará en tres fases.

1) En una **primera fase (Año 1)** se pretende obtener un conocimiento más detallado de la zona, con el fin de definir estructuras que puedan ser relevantes para la mineralización mediante la realización de cartografías geológicas acompañadas de estudios estructurales y de teledetección de detalle dado el fuerte carácter estructural de las mineralizaciones. Serán importantes su localización y caracterización, así como la toma de muestras en diferentes zonas del permiso para realizar algunos estudios posteriores como pueden ser los estudios petrográficos de menas y posibilidad de estudio de inclusiones fluidas, con el fin de establecer las paragénesis minerales y reconocimiento del origen de los fluidos mineralizantes que han dado lugar a las mineralizaciones en la zona.

Paralelamente se realizará una campaña de geoquímica de arroyos en casi la totalidad del permiso y geoquímica de suelos (incluidos MMI) con el fin de identificar las concentraciones de los minerales (mineralometría) y elementos de interés.

Se realizarán perfiles de magnetometría, incluyendo radiometría, sobre mineralizaciones conocidas a fin de valorar su respuesta y planificar adecuadamente la investigación aeroportada que se realizará en el año 2.

Con toda esta información, finalmente se definirán las zonas con mayor potencial, que serán investigadas con más detalle en la fase siguiente.

2) En una **segunda fase (Año 2)** se comenzará con una campaña geofísica teniendo en cuenta el mayoritario carácter filoniano asociado a fracturas de los indicios minerales, por lo que se considera la realización de un vuelo magnético-radiométrico-electromagnético con una orientación diferente y separación entre líneas menor que la del vuelo ya existente y descrito en este informe (AR 1-81), con el objetivo de obtener mayor detalle de las estructuras. Para su planificación se tendrá en cuenta la respuesta de los perfiles de prueba realizados en el año 1. Además, se harán estudios de detalle centrados en las zonas de mayor interés propuestas durante la primera fase de la investigación. En estas zonas se utilizarán diferentes métodos geofísicos mucho más focalizados como el Método Electromagnético (EM), Polarización Inducida (PI) – Tomografía Eléctrica, Gravimetría y Magnetometría de detalle, además de Geoquímica de Suelos. Se presupuestan puntos para el método Audio-magnetotelérfico (AMT) para la exploración a mayores profundidades que las alcanzadas por los métodos eléctricos y electromagnéticos antes indicados. Algunos de estos estudios podrán extenderse al tercer año dependiendo del desarrollo de las investigaciones. Se continuará la exploración geoquímica de suelos incrementando la

definición de las anomalías donde sea necesario, y se combinará con geoquímica de iones metálicos móviles (MMI) si el estudio en la fase anterior resultó positivo. La combinación de los resultados de los distintos tipos de prospección permitirá la selección de áreas más prospectivas que serán objeto de estudio en la última fase de la investigación. Tras estos estudios se seleccionarán los objetivos a investigar mediante sondeos en la tercera fase, que comenzará en el segundo año y se extenderá durante el tercero.

3) En la **tercera fase (Año 3)** se continuará con el reconocimiento mediante sondeos con recuperación de testigo. Se realizarán estudios mediante Televisor Acústico de Alta Resolución (TELEVIEWERS) y puesta en masa (MALM) en algunos de los sondeos para la recopilación de ciertos parámetros geofísicos que puedan ser de interés. Con la información generada se estudiará la conveniencia de abandonar la investigación o proseguirla mediante la solicitud de una prórroga para intensificar la investigación de la mineralización o mineralizaciones identificadas como potencialmente económicas para definir, durante la prórroga, recursos que pudieran ser explotables y abordar su estudio de viabilidad.

7.3. Programa de los trabajos

7.3.1. Programa de investigación para el PRIMER año

Durante esta etapa se llevarán a cabo varios trabajos en diferentes bloques.

- a. Uno de ellos consistirá en proseguir recuperando la información sobre los indicios mineros y las minas, el alcance de las explotaciones, producciones, motivos del cierre, etc.
- b. Otro bloque comenzará los trabajos sobre el terreno como pueden ser la cartografía geológica detallada, reconocimiento de las minas e indicios para caracterizarlos y muestrear sus mineralizaciones y alteraciones asociadas, toma y análisis de muestras y geoquímica de concentrados de sedimentos de arroyo, con estudios mineralométricos, y geoquímica de suelos (incluidos MMI).

Todos estos trabajos ayudarán a obtener un buen conocimiento de los filones mineralizados del permiso y las estructuras asociadas a los mismos, así como a delinear las mejores zonas a concentrar las investigaciones en el año 2. A continuación, se describe con mayor detalle las tareas a realizar (Ilustración 21):

- Recopilación y análisis de la información

Este trabajo, ya iniciado para la selección del área y programa de investigación, se centrará en continuar con las pesquisas para la obtención de toda la información generada en investigaciones previas tanto en el permiso como en áreas adyacentes al mismo y que tuvieran similares características geológicas. Proseguirán las consultas a diferentes organismos como son el Instituto Geológico y Minero, Junta

de Andalucía, Universidades y empresas investigadoras previas que realizaron trabajos en la zona.

- Cartografía geológica, reconocimiento de indicios y teledetección

El objetivo de este estudio es mejorar el conocimiento geológico y de las estructuras susceptibles de albergar concentraciones minerales de interés. Para ello, se planea realizar una serie de estudios basados en técnicas de teledetección, fotografía aérea, cartografía y trabajos con imágenes Lidar encaminados a identificar las guías estructurales y su relación con las alteraciones y mineralizaciones. Para estos trabajos TNE cuenta con personal titulado para el manejo de drones.

La identificación de las estructuras geológicas principales ayudará a seleccionar las zonas con un potencial mineralógico de interés y por tanto, se podrá enfocar el estudio en esas zonas específicas.

- Muestreo de rocas

Se recogerán muestras de rocas para análisis, acompañando la cartografía geológica y estudio de indicios. En este primer año se ha presupuestado la recogida y análisis de 35 muestras para así cubrir la totalidad del área del Permiso de Investigación. Dichas muestras serán analizadas en el laboratorio que tiene la compañía en Tharsis con apoyo en laboratorios externos para el análisis de ciertos elementos.

- Estudio petrográfico de menas

Se recogerán muestras mineralizadas para realizar este tipo de estudio el cual nos permite obtener más información de la paragénesis mineral, la estructura de estas y establecer una secuencia de mineralización que, combinado con los demás métodos, se utilizará para poder obtener un modelo genético de los posibles yacimientos.

No se descarta un estudio de inclusiones fluidas ya que permite obtener información del origen de los fluidos mineralizadores, lo cual puede ser interesante para establecer el origen de las mineralizaciones, ayudando a definir el modelo genético.

Se presupuestan un total de 20 muestras.

- Estudio de indicios minerales

Se llevará a cabo un estudio metódico de los diferentes indicios que aparecen en el permiso; también se prestará atención a las zonas de escombreras de las antiguas labores mineras que se han descrito anteriormente.

- Geoquímica de arroyos y mineralometría

Se investigará una gran parte del permiso con geoquímica multielementos en arroyos y mineralometría en sus concentrados de batea, en una malla amplia primero, más densa después, al objeto de identificar anomalías que puedan guiarnos para identificar nuevas estructuras mineralizadas.

Esta campaña complementará a los muestreos realizados históricamente al incluir nuevos elementos en los análisis y al cubrir zonas donde las anteriores campañas no llegaron a realizarse o se desconocen sus resultados.

Se considera en el presupuesto el análisis de 200 muestras.

- Geoquímica de suelos y MMI

Se plantea realizar un estudio de orientación de geoquímica multielemental de suelos, sobre diferentes filones y estilos de mineralización conocidos para definir los parámetros idóneos para abordar posteriormente un estudio de la totalidad del permiso. Se considera la toma de unas 100 muestras.

Por otro lado, también sería interesante combinar este estudio con el método de Iones Metálicos Móviles (MMI). En esta primera prueba se presupuesta la toma de 50 muestras.

- Magnetometría terrestre, radiometría y geofísica eléctrica

Se harán perfiles de magnetometría terrestre sobre las diferentes mineralizaciones conocidas para estudiar la respuesta a este método, intensidad y amplitud de las anomalías, y planificar las características que debería tener la investigación aeroportada a realizar en el año 2. Cabe la posibilidad de incluir en esta investigación un estudio radiométrico sobre los mismos perfiles.

- Se presupuesta el estudio en 6 km lineales. Modelo geognóstico y selección de áreas

Con la información generada se creará un modelo que integre la geología, geoquímica y geofísica para identificar las áreas más prospectivas dentro del Permiso en las que intensificar la investigación en la siguiente fase.

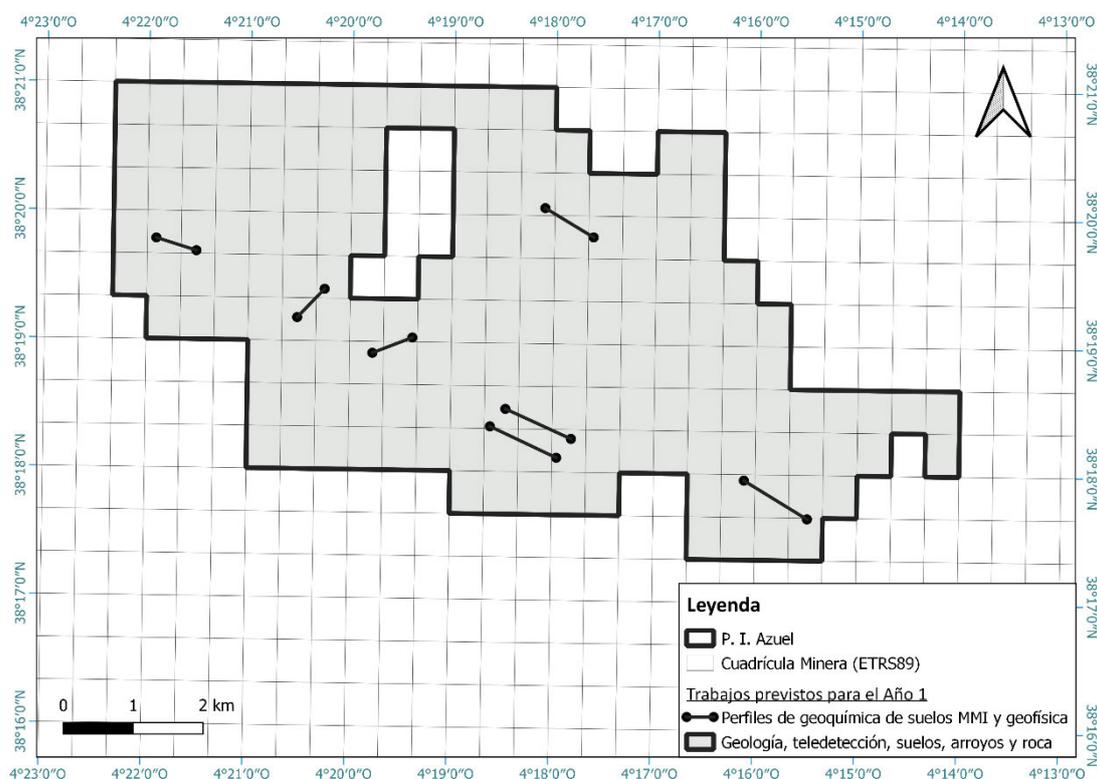


Ilustración 21. Trabajos previstos para el Año 1

7.3.2. Programa de investigación para el SEGUNDO año

En la segunda fase (Ilustración 22), la investigación se centrará en el estudio más detallado y focalizado de sectores que presenten mayor cantidad de anomalías y poder así establecer de manera más informada y precisa los objetivos de los sondeos posteriores.

Se comenzará con la realización de un vuelo combinado magnético-radiométrico-electromagnético de alta resolución sobre la totalidad del permiso. Las zonas más prospectivas, definidas con los trabajos en la fase anterior, serán investigadas mediante prospección geofísica de detalle (Polarización Inducida – Tomografía Eléctrica, Magnetometría, Electromagnetismo, Magnetotelúrico y Gravimetría). Previamente se realizarán pruebas atravesando las estructuras mineralizadas con el fin de comprobar la respuesta de estos métodos.

Con carácter más general, primero, continuando con estudios de más detalle centrados en los sectores anómalos, se hará una campaña de geoquímica de suelos convencional con análisis multielementos. Los estudios piloto hechos en el primer año servirán para definir el espaciado y profundidades óptimos. Del mismo modo, si resultase positiva la prueba piloto del primer año, se ampliará la campaña de geoquímica de iones móviles en suelos (MMI).

Se dará continuidad a los estudios de cartografía geológica comenzados el año anterior en las zonas en que se necesite un mayor detalle.

- Cartografía geológica de detalle

Se prevé para esta etapa de la investigación la realización de estudios geológicos de detalle en aquellos sectores que no hubiesen sido estudiados en profundidad en el año anterior y en otros sectores que necesiten mayor detalle en la información generada. La cartografía, al igual que el año anterior, irá acompañada de estudios estructurales y petrográficos de apoyo realizados por expertos del sector con amplia experiencia en la zona de estudio. Estos estudios se llevarán a cabo con jornadas de campo y posteriormente trabajo de gabinete para finalmente generar los informes finales con los resultados obtenidos.

- Geoquímica de suelos y MMI

Los sectores susceptibles de contener mineralizaciones metálicas serán estudiados con geoquímica de suelos (incluida la posibilidad de aplicar la metodología MMI si el estudio del primer año fue positivo).

El espaciado y profundidad de las muestras, así como el sistema de digestión y analítico, serán definidos con el ensayo hecho el primer año. A efectos presupuestarios se considera la toma de 250 muestras de suelo para estudios convencionales y de 300 muestras para estudio con MMI.

- Vuelo electromagnético-(magnético-radiométrico)

TNE considera la realización de un vuelo combinado magnético-radiométrico-electromagnético de alta resolución sobre la totalidad del permiso, como parte de un programa en el que se incluirían otros permisos de investigación de la compañía. El objetivo de este vuelo es la obtención de un mapa de anomalías magnéticas presentes en el área del permiso, para así establecer posteriormente áreas de gran potencial minero. Este método también puede ser interesante para la realización de un mapa de conductividades eléctricas para la identificación de anomalías y materiales sobre el terreno.

Se presupuesta el prorrateo estimado del coste de movilización repartido con la investigación de otros permisos. Se cubrirá todo el permiso con líneas separadas 100 m, presupuestándose 540 km lineales en total para este permiso.

- Audio-magnetotelúrico (AMT)

Se llevará a cabo una prospección con AMT en zonas seleccionadas con alta potencialidad, o donde se requiera conocer mejor la estructura profunda (evolución de contactos geológicos, límites de los intrusivos, zonas de baja resistividad...).

Se ha presupuestado la lectura de 30 puntos, que se distribuirán en malla o en perfiles según el objetivo perseguido en cada caso concreto.

La investigación será hecha por una empresa especializada.

- Magnetometría

Para mejorar la interpretación en aquellas zonas en que sea considerado conveniente, se hará magnetometría terrestre.

La extensión y malla utilizada dependerá de los objetivos concretos en cada caso y de los resultados de otros métodos. A efectos presupuestarios se considera que se investigarán 25 Km lineales.

El trabajo será hecho por equipos de TNE con el apoyo, donde sea necesario, de una empresa especializada.

- Método electromagnético (EM)

El método electromagnético de superficie se utilizará para investigar las anomalías seleccionadas que se interpreten como relacionadas con la existencia de venas con abundancia en sulfuros y conexión entre sí, estudiando la respuesta de conductividad/espesor.

La configuración de los bucles transmisores y características de la campaña será definida en función de las peculiaridades de la anomalía a investigar. No obstante, a efectos presupuestarios se ha considerado el estudio con 3 bucles transmisores.

La investigación será hecha por una empresa especializada.

- Polarización Inducida (PI) – Tomografía Eléctrica

Estos métodos eléctricos permiten obtener información en pseudosecciones de la distribución de las resistividades y cargabilidades del terreno, y serán aplicados para el estudio de los sistemas filonianos, tanto en la extensión lateral y en profundidad, como en los cambios composicionales que pudieran tener internamente.

A efectos presupuestarios, se ha considerado la investigación en 10 km lineales. Llegado el momento, el número de km lineales puede verse aumentado según el interés de nuevos filones encontrados. El trabajo será hecho por equipos de TNE con el apoyo que sea necesario de una empresa especializada.

- Gravimetría

El método Gravimétrico consiste en la medición de la aceleración de gravedad sobre un terreno con el fin de detectar las variaciones de densidad en las unidades geológicas presentes en el subsuelo.

En principio este método se aplicaría como apoyo para modelar cuerpos con fuertes contrastes de densidad (sulfuros masivos, zonas con fuertes concentraciones de sulfuros, diques o intrusivos ...), que combinado con otros métodos como el método magnético puede ayudar a generar una mejor interpretación de las anomalías asociadas a depósitos minerales.

Su utilización será muy discrecional y tanto la ejecución como la interpretación serían hechas por una empresa especializada.

A efectos presupuestarios se considera la lectura de 100 puntos.

- Sondeos

Se comenzará una campaña de sondeos en las zonas anómalas que se definan de los estudios anteriores.

La perforación será hecha por empresas especializadas. El diseño de las campañas y estudio de las muestras será hecho por personal propio de TNE. Los análisis se harán, inicialmente en el laboratorio analítico de TNE en Tharsis (Huelva) y, los tramos con mineralizaciones de interés serán enviados para análisis a un laboratorio certificado.

El número de sondeos, posición y longitud dependerá de los resultados obtenidos en fases previas. A efectos presupuestarios, se considera la perforación de unos 3 sondeos con un total de 1200 metros lineales. Durante el desarrollo de la investigación se definirán los emplazamientos necesarios para la realización de dichos sondeos.

Esta campaña de sondeos tendrá continuidad en el tercer año de investigación del permiso.

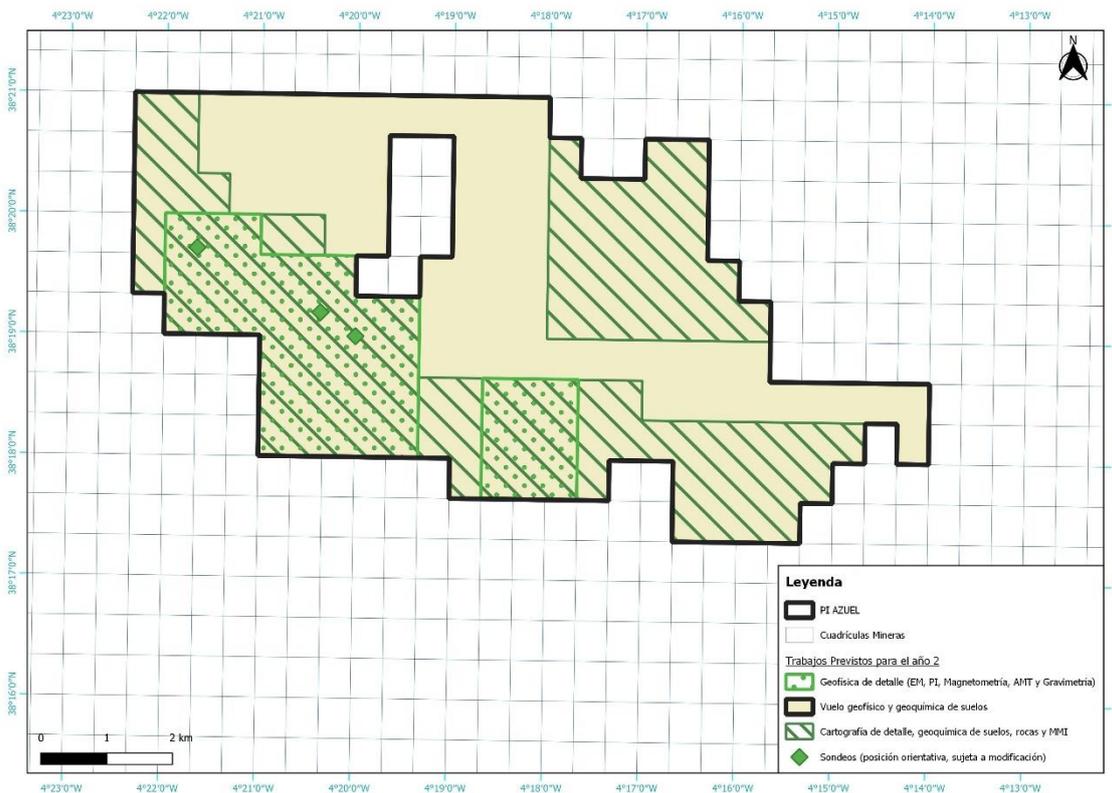


Ilustración 22. Trabajos previstos para el Año 2

7.3.3. Programa de investigación para el TERCER año

Se seguirán investigando las anomalías seleccionadas con sondeos dando continuidad a la campaña comenzada en el año anterior.

Se plantea la utilización de algunos métodos geofísicos en sondeos una vez que se termine la perforación que contribuirá a la selección de nuevos objetivos para sondeos sucesivos. Además, si fuese necesario se volverá a realizar más prospección geofísica de detalle en zonas nuevas o en aquellas en que fuera necesario obtener información adicional.

Las labores de investigación que se plantea realizar durante el tercer año (Ilustración 23) son:

- Sondeos

Se investigarán las anomalías seleccionadas con sondeos mecánicos con recuperación de testigo, y donde se crea precedente, a destroza. Los testigos y ripios serán convenientemente descritos y fotografiados, mientras que los tramos mineralizados serán muestreados y analizados.

Donde se considere pertinente, los sondeos se harán con orientación de los testigos obtenidos. Además, dependiendo del desarrollo de la investigación, es posible que se realicen varios sondeos desde un mismo emplazamiento (sondeos en abanico).

La perforación seguirá siendo realizada por empresas especializadas. El diseño de las campañas y estudio de las muestras será hecho por personal propio de TNE. Los análisis se harán, inicialmente en el laboratorio analítico de TNE en Tharsis (Huelva) y, los tramos con mineralizaciones de interés serán enviados para análisis a un laboratorio certificado.

El número de sondeos, posición y longitud dependerá de los resultados obtenidos en fases previas. A efectos presupuestarios, se considera la perforación de unos 25 sondeos (22 emboquilles) con un total de 9150 metros lineales. Del total de los 25 sondeos, tres de ellos se realizarán desde el mismo emplazamiento (sondeos en abanico). Durante el desarrollo de la investigación se definirán los emplazamientos necesarios para la realización de dichos sondeos.

- Puesta en masa (MALM)

Es un método que permite investigar cualitativamente la extensión lateral de un conductor cortado por un sondeo y las zonas de mayor desarrollo de dicha extensión. También permite conocer si dos o más intersecciones, en el mismo o diferentes sondeos, están o no conectadas entre sí.

Se presupuestan 3 estudios, aunque el número final dependerá de los resultados obtenidos en los sondeos.

- Testificación Electromagnética.

Donde se prospecte mineralización conductiva con continuidad lateral, la testificación electromagnética en el sondeo podrá orientar sobre la proximidad de la mineralización en caso de no ser positivo y sobre su orientación y continuidad si se cortase la mineralización.

Se presupuesta la realización de estos ensayos en 3 sondeos.

- Testificación con televisor acústico de alta resolución (TELEVIEWER)

Se usará el TELEVIEWER en casos muy particulares como apoyo a la caracterización geométrica de las fracturas y estructuras cortadas, información que servirá para apoyar los estudios estructurales y de mecánica de roca. Se presupuesta la lectura en 600 m.

- Estudios de concentración

Se harán estudios de concentración de menas con las muestras obtenidas de los sondeos

- Toma de decisión

Con los resultados obtenidos se tomará la decisión de abandonar la investigación o de solicitar una prórroga para completar el estudio de viabilidad de la mineralización o mineralizaciones puestas de manifiesto.

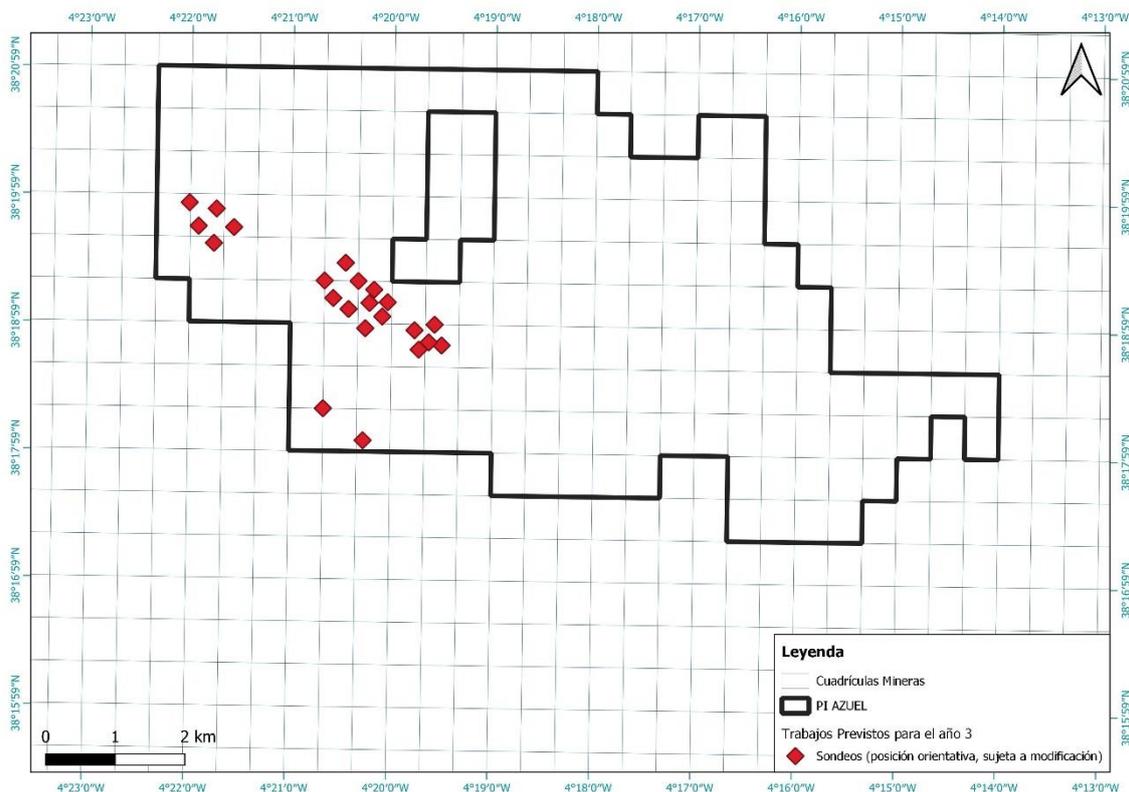


Ilustración 23. Trabajos previstos para el Año 3.

8. CALENDARIO DE EJECUCIÓN

La siguiente tabla ilustra el desarrollo temporal de cada tarea por año.

Tabla 3. Desarrollo temporal de los trabajos en el PI Azuel.

TRABAJOS	AÑO 1												AÑO 2												AÑO 3											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
GEOLOGÍA	[Bar chart showing activity in Year 1]												[Bar chart showing activity in Year 2]												[Bar chart showing activity in Year 3]											
Obtención de información	[Bar chart showing activity in Year 1]												[Bar chart showing activity in Year 2]												[Bar chart showing activity in Year 3]											
Cartografía geológica	[Bar chart showing activity in Year 1]												[Bar chart showing activity in Year 2]												[Bar chart showing activity in Year 3]											
Estudios de geología estructural	[Bar chart showing activity in Year 1]												[Bar chart showing activity in Year 2]												[Bar chart showing activity in Year 3]											
Estudios de teledetección	[Bar chart showing activity in Year 1]												[Bar chart showing activity in Year 2]												[Bar chart showing activity in Year 3]											
Estudios petrográficos y de menas	[Bar chart showing activity in Year 1]												[Bar chart showing activity in Year 2]												[Bar chart showing activity in Year 3]											
Estudios de indicios	[Bar chart showing activity in Year 1]												[Bar chart showing activity in Year 2]												[Bar chart showing activity in Year 3]											
GEOQUÍMICA	[Bar chart showing activity in Year 1]												[Bar chart showing activity in Year 2]												[Bar chart showing activity in Year 3]											
Muestreo de rocas	[Bar chart showing activity in Year 1]												[Bar chart showing activity in Year 2]												[Bar chart showing activity in Year 3]											
Geoquímica de arroyos y mineralometrías	[Bar chart showing activity in Year 1]												[Bar chart showing activity in Year 2]												[Bar chart showing activity in Year 3]											
Geoquímica de suelos MMI	[Bar chart showing activity in Year 1]												[Bar chart showing activity in Year 2]												[Bar chart showing activity in Year 3]											
Geoquímica de suelos	[Bar chart showing activity in Year 1]												[Bar chart showing activity in Year 2]												[Bar chart showing activity in Year 3]											
Análisis de sondeos	[Bar chart showing activity in Year 1]												[Bar chart showing activity in Year 2]												[Bar chart showing activity in Year 3]											
GEOFÍSICA	[Bar chart showing activity in Year 1]												[Bar chart showing activity in Year 2]												[Bar chart showing activity in Year 3]											
Audio magnetotélurico (AMT)	[Bar chart showing activity in Year 1]												[Bar chart showing activity in Year 2]												[Bar chart showing activity in Year 3]											
Vuelo magnético-radiométrico-electromagnético (100m)	[Bar chart showing activity in Year 1]												[Bar chart showing activity in Year 2]												[Bar chart showing activity in Year 3]											
Electromagnético (EM)	[Bar chart showing activity in Year 1]												[Bar chart showing activity in Year 2]												[Bar chart showing activity in Year 3]											
Gravimetría	[Bar chart showing activity in Year 1]												[Bar chart showing activity in Year 2]												[Bar chart showing activity in Year 3]											
Televiever (Acústico/Óptico)	[Bar chart showing activity in Year 1]												[Bar chart showing activity in Year 2]												[Bar chart showing activity in Year 3]											
Puesta en masa	[Bar chart showing activity in Year 1]												[Bar chart showing activity in Year 2]												[Bar chart showing activity in Year 3]											
Testificación electromagnética	[Bar chart showing activity in Year 1]												[Bar chart showing activity in Year 2]												[Bar chart showing activity in Year 3]											
Magnetometría	[Bar chart showing activity in Year 1]												[Bar chart showing activity in Year 2]												[Bar chart showing activity in Year 3]											
Polarización Inducida (IP) / Tomografía eléctrica	[Bar chart showing activity in Year 1]												[Bar chart showing activity in Year 2]												[Bar chart showing activity in Year 3]											
SONDEOS	[Bar chart showing activity in Year 1]												[Bar chart showing activity in Year 2]												[Bar chart showing activity in Year 3]											
Sondeo c/ testificación, muestreo, etc	[Bar chart showing activity in Year 1]												[Bar chart showing activity in Year 2]												[Bar chart showing activity in Year 3]											
Ensayos metalúrgicos	[Bar chart showing activity in Year 1]												[Bar chart showing activity in Year 2]												[Bar chart showing activity in Year 3]											
GESTIÓN AMBIENTAL Y DE SEGURIDAD	[Bar chart showing activity in Year 1]												[Bar chart showing activity in Year 2]												[Bar chart showing activity in Year 3]											
Gestión ambiental	[Bar chart showing activity in Year 1]												[Bar chart showing activity in Year 2]												[Bar chart showing activity in Year 3]											
Gestión de seguridad	[Bar chart showing activity in Year 1]												[Bar chart showing activity in Year 2]												[Bar chart showing activity in Year 3]											
MODELOS Y TOMA DE DECISIONES	[Bar chart showing activity in Year 1]												[Bar chart showing activity in Year 2]												[Bar chart showing activity in Year 3]											
Modelos y toma de decisiones	[Bar chart showing activity in Year 1]												[Bar chart showing activity in Year 2]												[Bar chart showing activity in Year 3]											
PERMISOLOGÍA	[Bar chart showing activity in Year 1]												[Bar chart showing activity in Year 2]												[Bar chart showing activity in Year 3]											
Gestiones de permisos	[Bar chart showing activity in Year 1]												[Bar chart showing activity in Year 2]												[Bar chart showing activity in Year 3]											
Planes de labores, Informes y permisos	[Bar chart showing activity in Year 1]												[Bar chart showing activity in Year 2]												[Bar chart showing activity in Year 3]											

9. EQUIPOS Y MEDIOS A EMPLEAR

9.1. Personal y medios propios

TNE pondrá a disposición del proyecto los siguientes equipos:

- Oficina-almacén
- Vehículos todoterreno
- Dron para toma de imágenes aéreas
- Equipos para geofísica eléctrica
- Magnetómetro
- Material para toma de muestras
- Equipos para preparación de muestras
- Analizador de Fluorescencia de Rayos X
- Analizador ICP Óptico
- Analizador LECO
- Equipos para ensayos metalúrgicos
- Equipos informáticos y software específico
- Equipos de reprografía
- Telefonía móvil

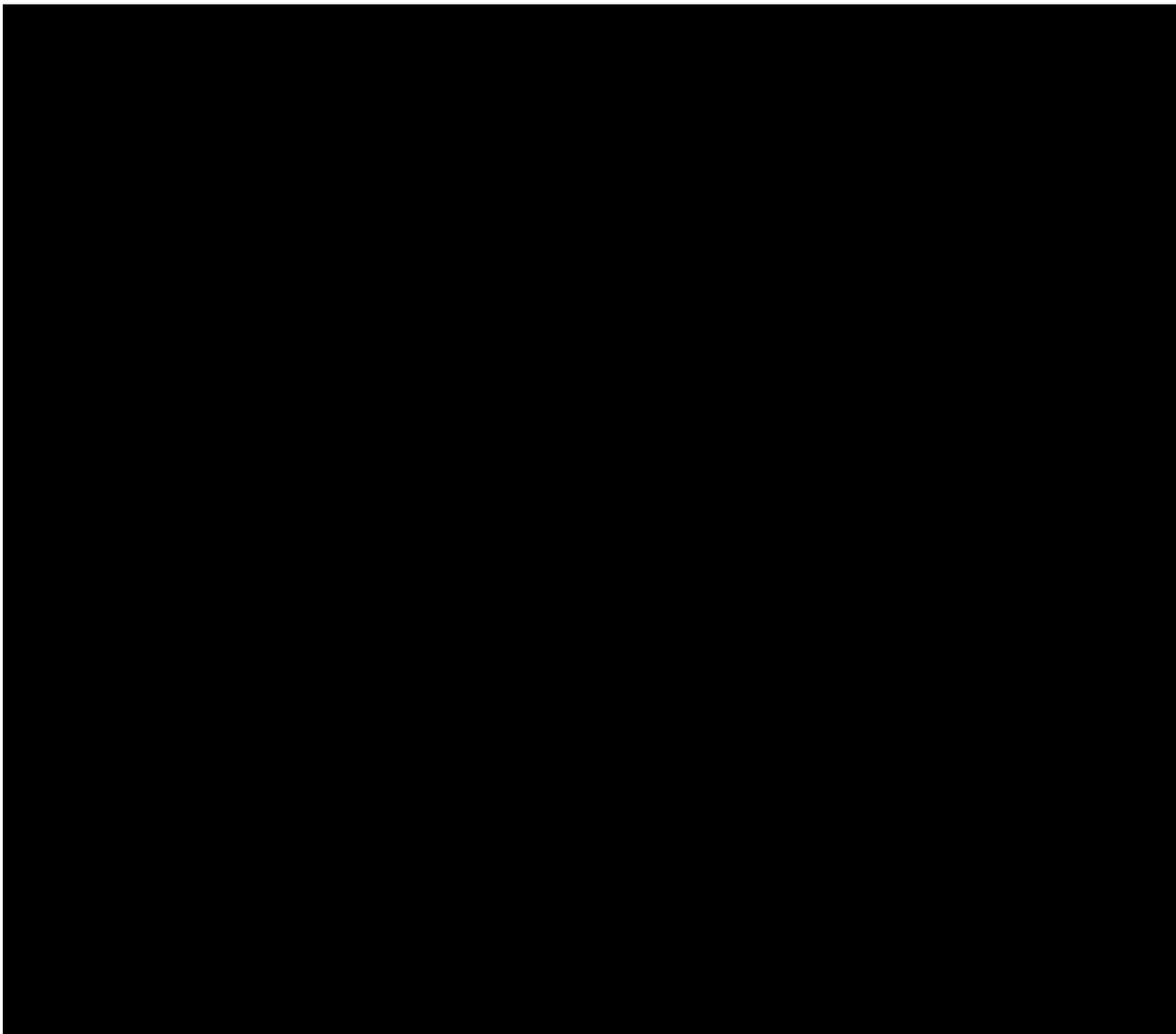
- Receptores GPS

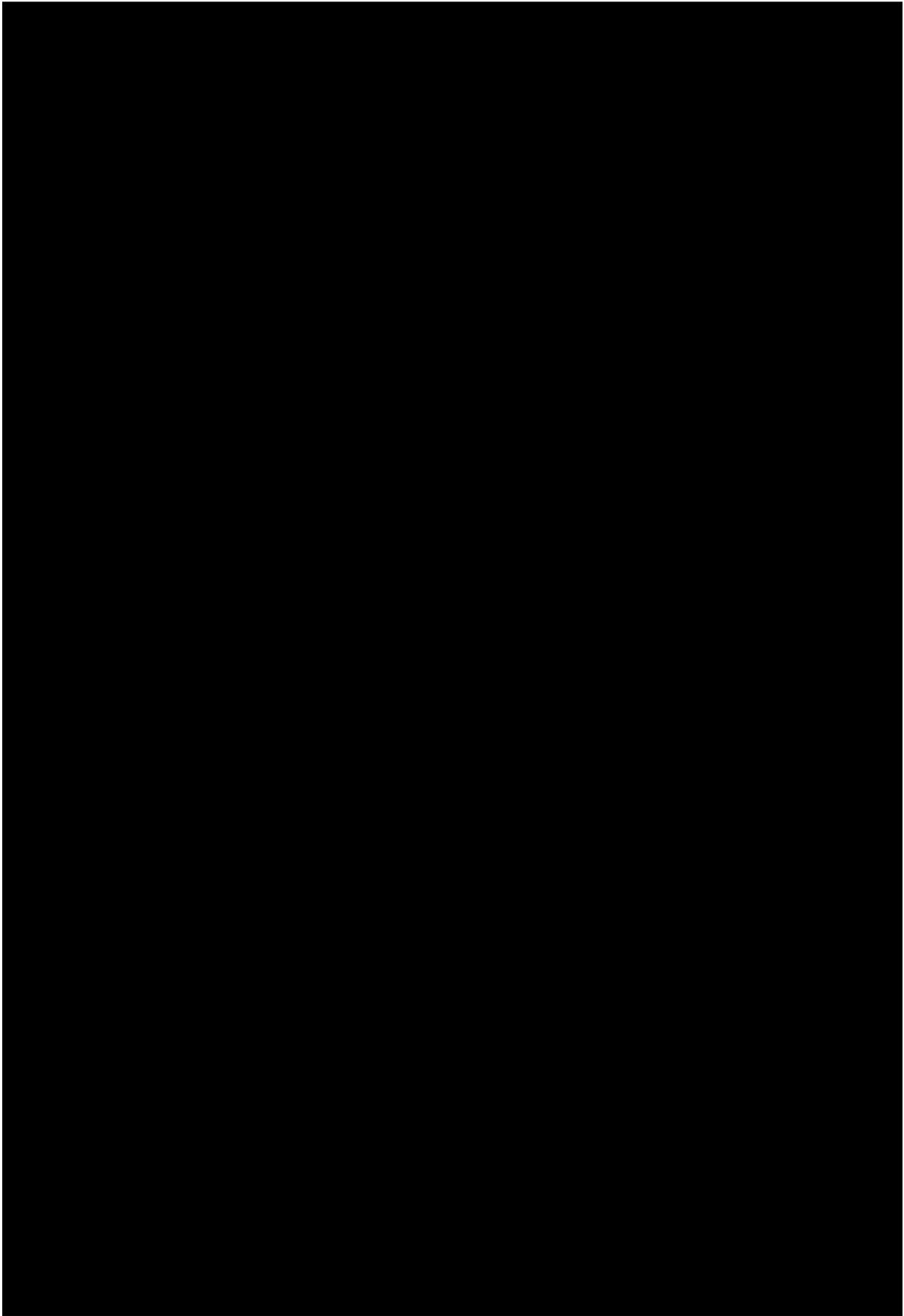
TNE pondrá a disposición del proyecto el siguiente personal:

- Director de Proyecto
- Un Director Facultativo
- Un Coordinador de Medio Ambiente
- Un Técnico de Prevención
- Un Geólogo Senior (Jefe de proyecto)
- Uno a dos geólogos, según la fase del proyecto
- Un técnico en Sistemas de Información Geográfica
- Varios ayudantes especializados, según la fase del proyecto
- Personal de administración

En la tabla siguiente se detalla el personal técnico que TNE podrá poner a disposición de la investigación. Adicionalmente podrán contratarse con carácter temporal más técnicos para apoyo en trabajos de campo.

Tabla 4. Personal técnico de TNE





9.2. Medios ajenos

Además, TNE subcontratará trabajos específicos de apoyo a empresas especializadas que pondrán a disposición del proyecto los siguientes equipos:

- Consultoría geológica y estructural
- Consultoría geofísica
- Equipos geofísicos para lecturas de gravimetría
- Equipos geofísicos para trabajos de AMT
- Equipos geofísicos para trabajos electromagnéticos
- Equipos geofísicos para trabajos de Polarización Inducida
- Vuelos geofísicos
- Equipos para movimiento de tierras
- Equipos para perforación de sondeos
- Equipos para testificación de pozos
- Equipos para preparación de muestras y análisis químicos

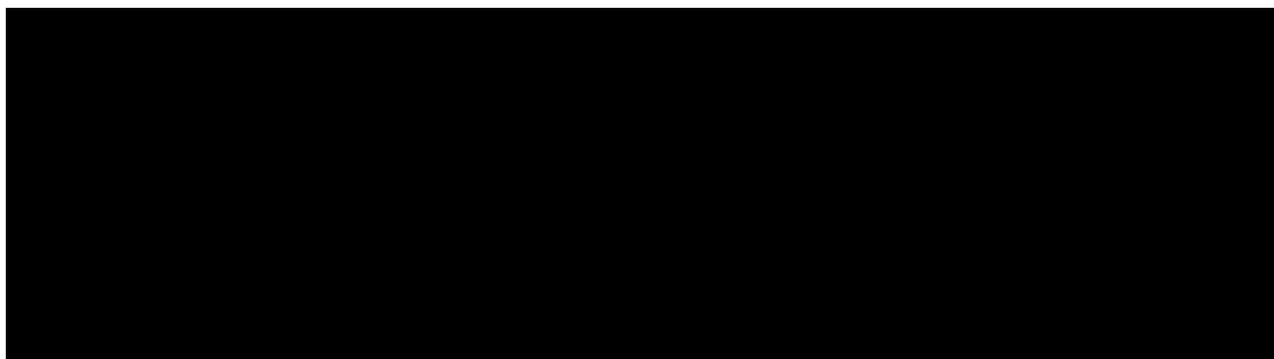
Las empresas contratistas que prestarán los servicios principales serán:

- **GEOGNOSIA.** - Prestará apoyo especializado de geofísica
- **IGT** (International Geophysics Technology). - Prestará apoyo especializado de Geofísica.
- **NRG O XCALIBUR** (por definir tras presupuesto final). - Prestarían los servicios de geofísica aeroportada.
- **ALS.** - Análisis químicos
- **MAGTEL OPERACIONES.** - Prestaría apoyo para los sondeos, coordinando la perforación, movimientos de tierras y suministro del agua. Esta empresa ha coordinado en los últimos tres años campañas de perforación por un total de 98.612 metros. Magtel Operaciones cuenta con los servicios como subcontratistas de las siguientes empresas especializadas en la perforación:
 - **INSERSA** (INGENIERIA DE SUELOS Y EXPLOTACIÓN DE RECURSOS, S.A.) - A21102157. Cuenta con un parque de 22 sondas con capacidad para perforar con extracción de testigo, con las que en el período 2021-2023 ha perforado 582.929 metros.
 - **SPI** (SONDEOS Y PERFORACIONES INDUSTRIALES DEL BIERZO, S.A. - A24439473). Cuenta con un parque de 22 sondas con capacidad para perforar con extracción de testigo, con las que en el período 2021-2023 ha perforado 264.672 metros.
 - **DRILLCON** PERFORACIONES ESPAÑA SLU - B74381997. Cuenta con un parque de 16 sondas con capacidad para perforar con extracción de testigo, con las que en el período 2021-2023 ha perforado cerca de 140.000 metros.
 - **EDASU, S.L.** - B28744142. Cuenta con un parque de 3 sondas con capacidad para perforar con extracción de testigo, con las que en el período 2021-2023 ha perforado cerca de 9.897 metros.
 - **GEOPLANNING ESTUDIOS GEOTECNICOS, S.L.** - B25477878. Cuenta con un parque de 4 sondas con capacidad para perforar con extracción de testigo, con las que en el período 2021-2023 ha perforado cerca de 33.017 metros.
 - **SONDEOS PEÑARROYA, SCA** - F14094379. Cuenta con un parque de 3 sondas con capacidad para perforar con extracción de testigo, con las que en el período 2021-2023 ha perforado cerca de 1.250 metros.

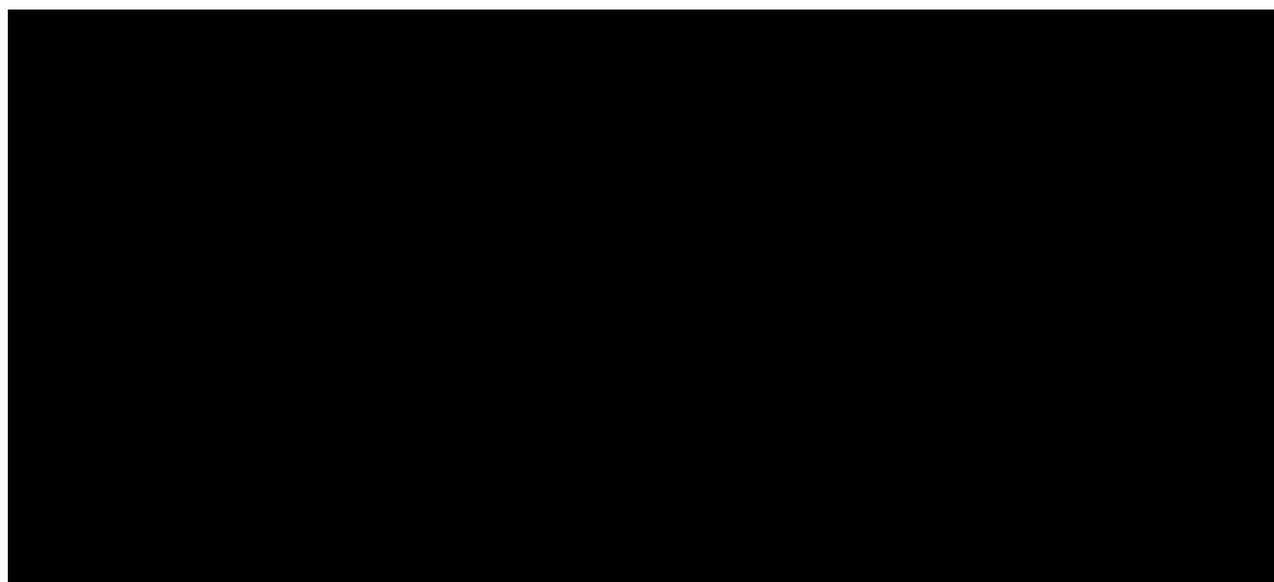
Si fuera necesario complementar el parque de sondas disponibles, se contaría con:

- **FORACO**– empresa de amplia implantación a nivel internacional, que cuenta con unas 170 sondas con capacidad para perforar con wire-line, con los que en los últimos tres años ha perforado más de 1.000.000 metros. Esta empresa opera en España desde 2022 con el nombre de FORACO SONDAJES S.L., habiendo perforado 10.522 metros hasta fin de 2023.
- **ENERGOLD** – empresa que trabaja a nivel mundial y que cuenta con disponibilidad de más de 30 sondas en EMA con las que ha perforado 973.390 metros. Aunque no tiene implantación física en España, la empresa viene desarrollando trabajos en Portugal durante los últimos años y tendría disponibilidad para hacerlo también en España.

10. DIRECCIÓN FACULTATIVA



11. PRESUPUESTO



A continuación, se expone el presupuesto desglosado por partidas para cada uno de los años. Las unidades computadas son estimadas, y podrán variar según los resultados obtenidos.

Tabla 6. Pre

TRABAJOS	
GEOLOGÍA	
Obtención de información	F
Cartografía geológica	H
Estudios de geología estructural	F
Estudios de teledetección	H
Estudios petrográficos y de menas	F
Estudios de indicios	F
GEOQUÍMICA	
Muestreo de rocas	U
Geoquímica de arroyos y mineralometrías	U
Geoquímica de suelos MMI	U
Geoquímica de suelos	U
Análisis de sondeos	U
GEOFÍSICA	
Audio magnetotelúrico (AMT)	F
Vuelo magnético-radiométrico-electromagnético (100m)	H
Electromagnético (EM)	H
Gravimetría	E
Televiwer (Acústico/Óptico)	S
Puesta en masa	S
Testificación electromagnética	H
Magnetometría	H
Polarización Inducida (IP) / Tomografía eléctrica	H
SONDEOS	
Sondeo c/ testificación, muestreo, etc	F
Ensayos metalúrgicos	F
GESTIÓN AMBIENTAL Y DE SEGURIDAD	
Gestión ambiental	F
Gestión de seguridad	F
MODELOS Y TOMA DE DECISIONES	
Modelos y toma de decisiones	
PERMISOLOGÍA	
Gestiones de permisos	
Planes de labores, Informes y permisos	
Tasas e impuestos	
SUBTOTAL	
IMPREVISTOS Y VARIOS (12%)	
TOTAL	

12. FINANCIACIÓN

La investigación se va a realizar con fondos propios, que aportan los socios en última instancia de Tharsis Mining, que son los mismos socios del Grupo Magtel, según se aprecia en el organigrama:

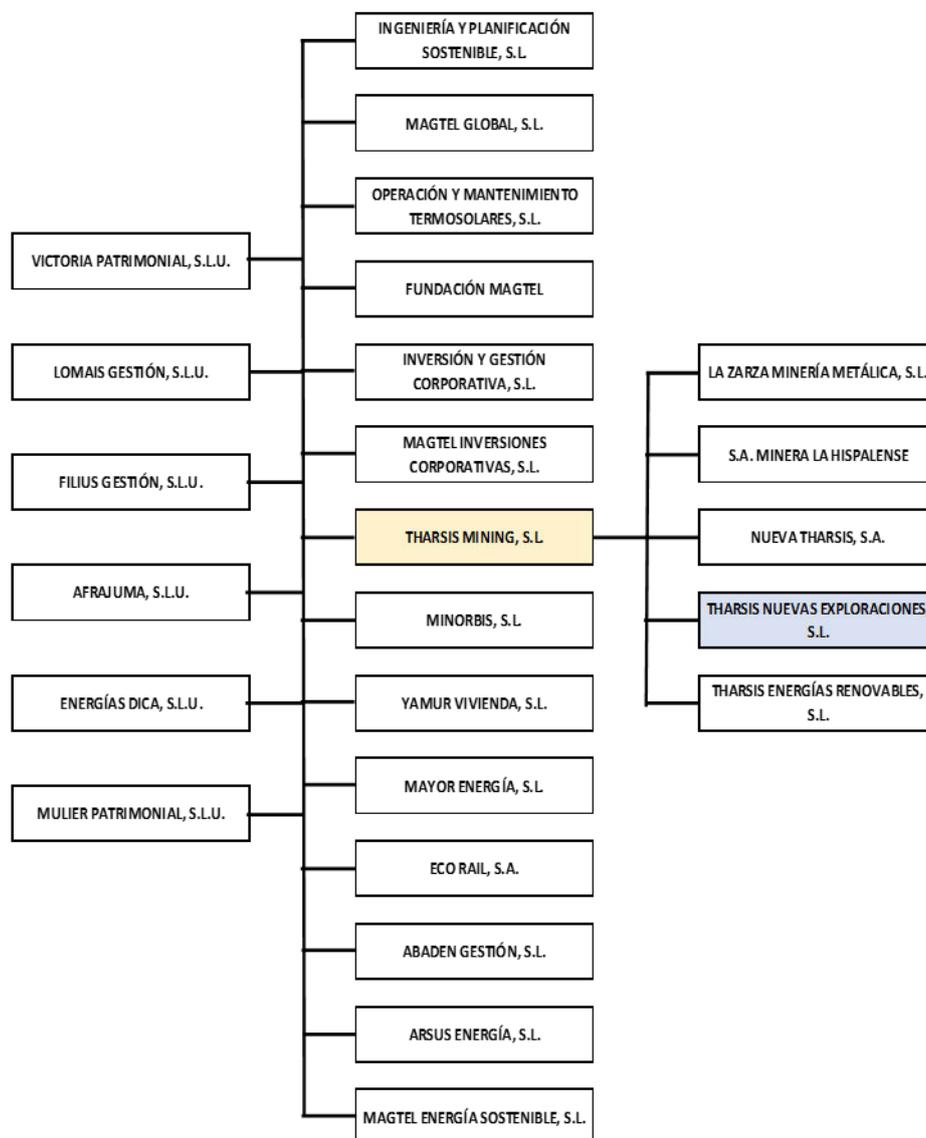


Ilustración 24. Organigrama

13. AFECCIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO

Se han identificado un total de 22 Hábitats de Interés Comunitario (HIC), de los cuales cuatro son prioritarios: los estanques temporales mediterráneos (3170_0*), las zonas subestépicas de gramíneas y anuales del Thero-Brachypodietea (6220), los majadales de Poa bulbosa (6220_2*) y los pastizales anuales acidófilos mediterráneos (6220_4*).

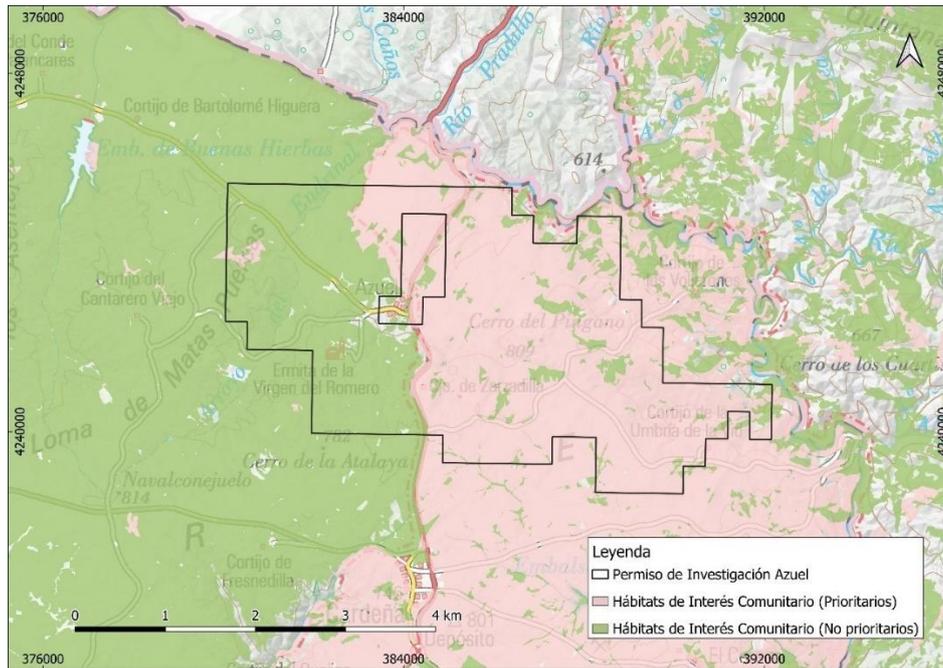


Ilustración 25. Hábitats de Interés Comunitario.

El Permiso de Investigación Azuel se encuentra dentro de la Red Natura 2000, específicamente en las Zonas de Especial Conservación (ZEC) Sierra de Cardeña y Montoro y Río Guadalmez. Estas ZEC, que abarcan más de 43.000 ha en los municipios de Córdoba, comparten valores ambientales y de conservación similares, como la vegetación predominante de bosques esclerófilos mediterráneos, con especies como la encina, el alcornoque, el acebuche y el quejigo. En cuanto a la fauna, destacan especies como el lince ibérico, el águila imperial ibérica, el buitre negro y varias especies de quirópteros cavernícolas. Las prioridades de conservación incluyen la conectividad ecológica, el manejo de hábitats para especies como el lince y el lobo, y la preservación de los sistemas agrosilvopastorales mediterráneos, como las dehesas.

El Parque Natural Sierra de Cardeña y Montoro, declarado en 1989, tiene un Plan de Ordenación y un Plan Rector de Uso y Gestión aprobados en 2003. Su zonificación se basa en criterios de vegetación, usos, valores faunísticos y conservación de los recursos naturales, dividiéndose en tres tipos de zonas:

- Zonas de Reserva (Zona A): Cubre el 2,43% del parque (932 ha) y se destina a la protección máxima de los valores ambientales excepcionales, con actividades complementarias para conservar la biodiversidad.
- Zonas de Regulación Especial (Zona B): Ocupan el 95,97% del parque (36.900 ha), permitiendo el aprovechamiento sostenible de recursos renovables. Estas zonas incluyen bosques, matorrales y pastizales, y se gestionan para conservar los ecosistemas y mejorar la diversidad estructural y florística.
- Zonas de Regulación Común (Zona C): Representan áreas de menor valor ambiental, como olivares y la aldea del Cerezo, con el objetivo de mantener los usos actuales y reducir los impactos.

El Permiso de Investigación Azuel se solapa principalmente con las zonas B, que son las de mayor extensión y valor ambiental del parque.

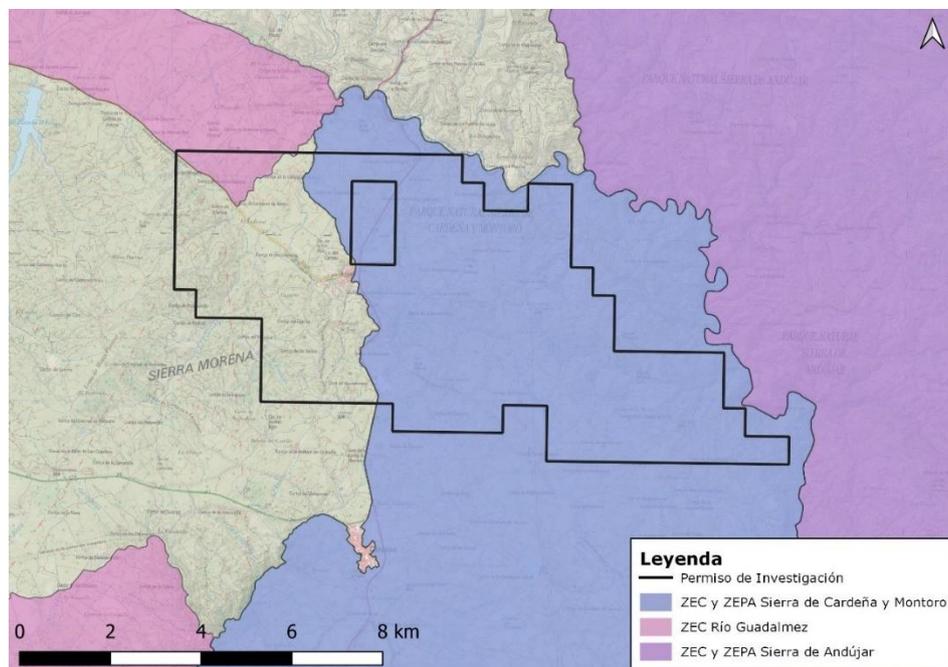


Ilustración 26. Red natura 2000.

Asimismo, en el ámbito del PI Azuel cruzan varias vías pecuarias, que son:

- Vereda de Azuel a Conquista
- Vereda de Azuel a Villanueva
- Vereda al Carrizo
- Cordel de Fuencaliente a Marmolejo
- Colada de Azuel al Cerezo

14. RESTAURACIÓN

Para asegurar la compatibilidad del proyecto con las entidades de protección medioambiental se realizarán una serie de medidas protectoras y correctoras:

- Delimitación de los trabajos
- Protección del suelo
- Protección de las aguas superficiales y subterráneas
- Protección del paisaje
- Protección de la calidad del aire
- Protección de vegetación y fauna

- Gestión de residuos no mineros
- Protección del Patrimonio

Los terrenos afectados por las tareas de investigación planificadas experimentarán una alteración prácticamente imperceptible, caracterizada por su baja intensidad y limitada extensión.

En relación con la prospección geofísica y geoquímica, no se anticipan impactos significativos en el entorno. La realización de estas pruebas no supone una invasión de los factores ambientales, y se espera que los efectos sean mínimos.

Por otro lado, los sondeos mecánicos pueden generar cierta incidencia en el medio ambiente, teniendo una dimensión espacial y temporal reducida. Se llevarán a cabo 25 sondeos (23 emboquilles), dos de ellos se realizarán desde el mismo emplazamiento (sondeos en abanico), principalmente de diámetro HQ. Sin embargo, la alteración del terreno será insignificante, y se prestará especial atención a las labores de despeje y desbroce en áreas específicas según sea necesario. Se procurará minimizar al máximo posible el impacto sobre la fauna y flora local considerando además aquellas que aplique la consejería de Medio Ambiente.

Finalmente, se delimitará el área de trabajo para evitar accesos no autorizados mediante la instalación de un cercado perimetral compuesto por malla galvanizada de simple torsión sobre pies de hormigón, sin la inclusión de cancelas.

Las acciones de restauración comprenden los siguientes pasos en cada sondeo mecánico que se ejecute:

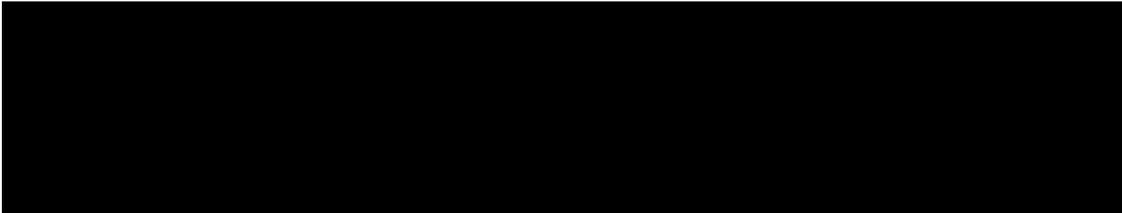
- Remodelación del terreno: Se realizarán intervenciones puntuales y limitadas en áreas específicas, como la creación de la plataforma del sondeo mecánico. Una vez concluida la prospección, cualquier balsa o depósito utilizado será rellenado y los lodos retirados y gestionados de acuerdo con la normativa ambiental. Además, se asegurará el sellado del sondeo antes de abandonar la zona de trabajo.
- Procesos de revegetación: Se procurará minimizar al máximo la afectación a la vegetación presente en el área de investigación. En caso de necesidad de desbroce o despeje para la plataforma de perforación, se tomarán medidas para proteger las especies arbóreas significativas. Una vez finalizado el sondeo, se procederá a la revegetación y plantación de posibles áreas afectadas tras la remodelación del terreno y la aportación de tierra vegetal.
- Rehabilitación de accesos y entorno afectado: No se contempla la construcción de nuevos caminos, solo se considera la posible creación de pequeños accesos si son esenciales para los sondeos mecánicos. En caso de implementarse, al finalizar las operaciones, el terreno será restaurado a su estado original, a menos que la propiedad de la finca solicite su conservación para otros usos.

15. SEGURIDAD Y SALUD

THARSIS NUEVAS EXPLORACIONES aplicará su propia política de salud, seguridad y medio ambiente, que será conforme con la legislación vigente.

Con fecha 02/06/2023 se presentó el Documento de Seguridad y Salud para la investigación del permiso Azuel.

Con fecha 13/02/2024 se presentó "*Identificación y cualificación del equipo asesor*", incluyendo la firma de la persona del servicio de prevención con competencia como Técnico Superior de PRL que haya redactado la evaluación de riesgos y la planificación preventiva.



ANEXO I. PLANOS

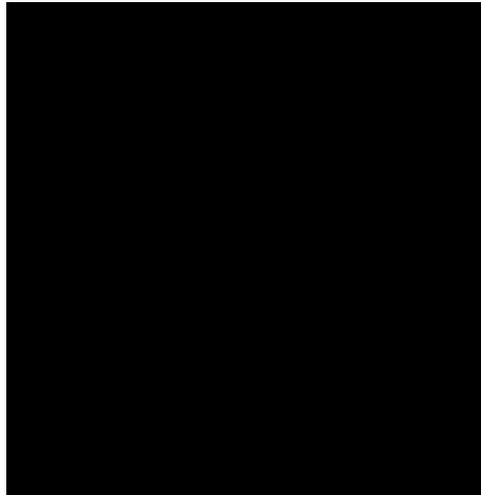
340000E 350000E 360000E 370000E 380000E 390000E 400000E 410000E 420000E 430000E 440000E

P.I. AZUEL Nº 13.188
PERMISO DE INVESTIGACIÓN

PLANO Nº1. LOCALIZACIÓN
THARSIS NUEVAS EXPLORACIONES S.L.

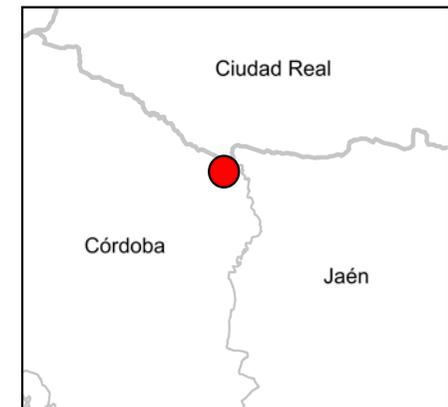


4270000N
4260000N
4250000N
4240000N
4230000N
4220000N
4210000N
4200000N
4190000N
4180000N



Leyenda

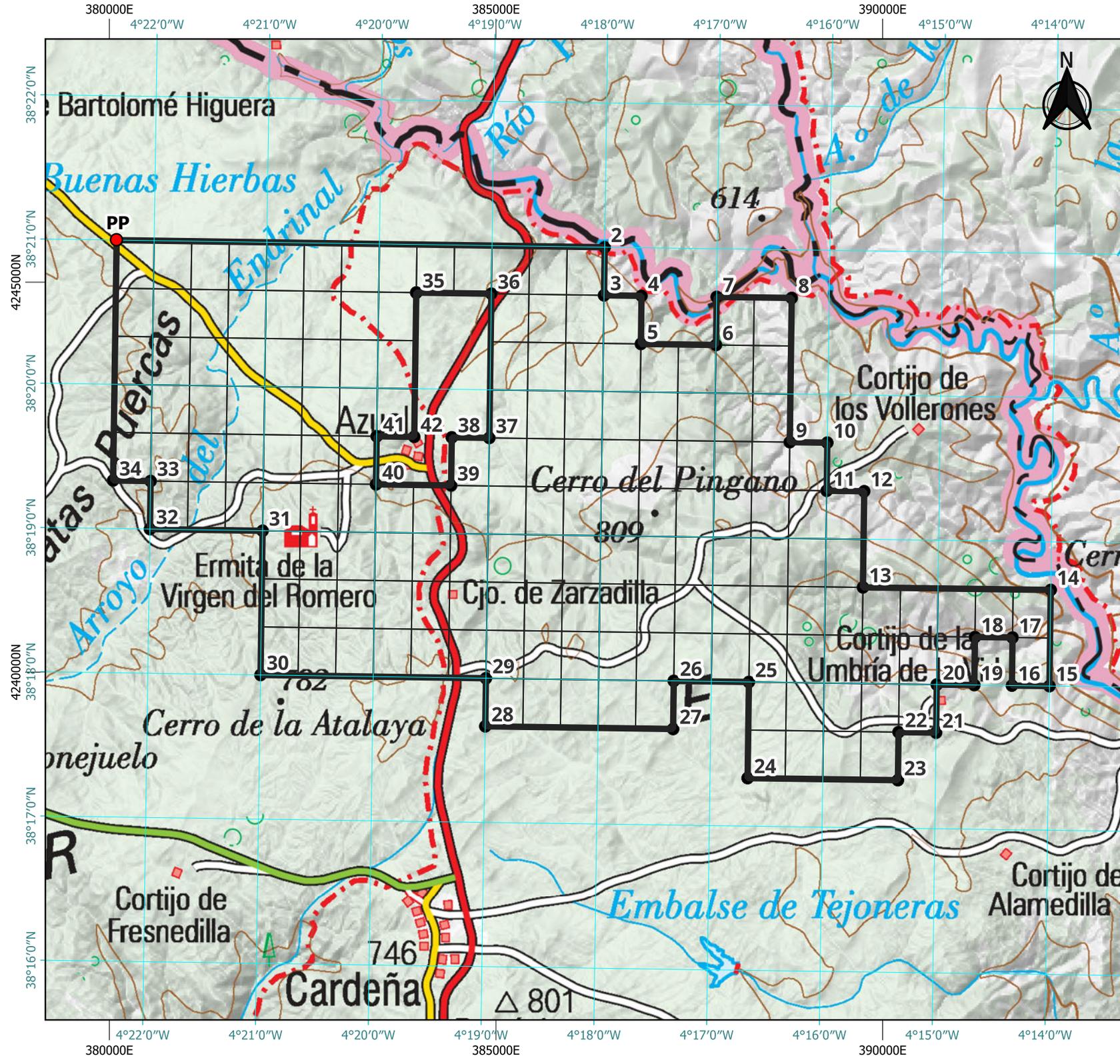
PI Azuel



SISTEMA DE PROYECCIÓN ETRS89/ UTM30N

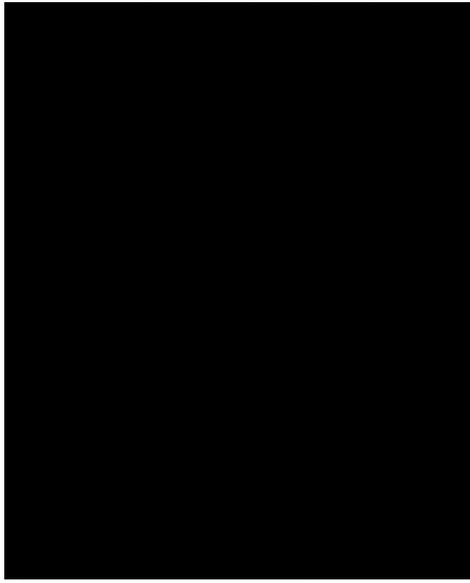
TNE
Tharsis Nuevas Exploraciones S.L.

340000E 350000E 360000E 370000E 380000E 390000E 400000E 410000E 420000E 430000E 440000E



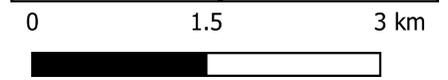
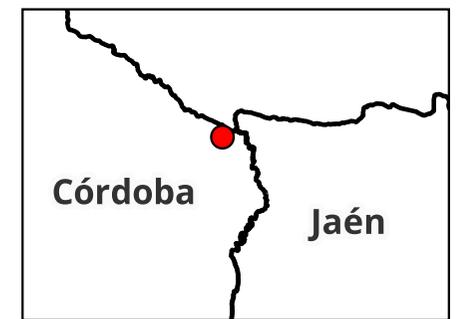
P.I. AZUEL Nº 13.188
 PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

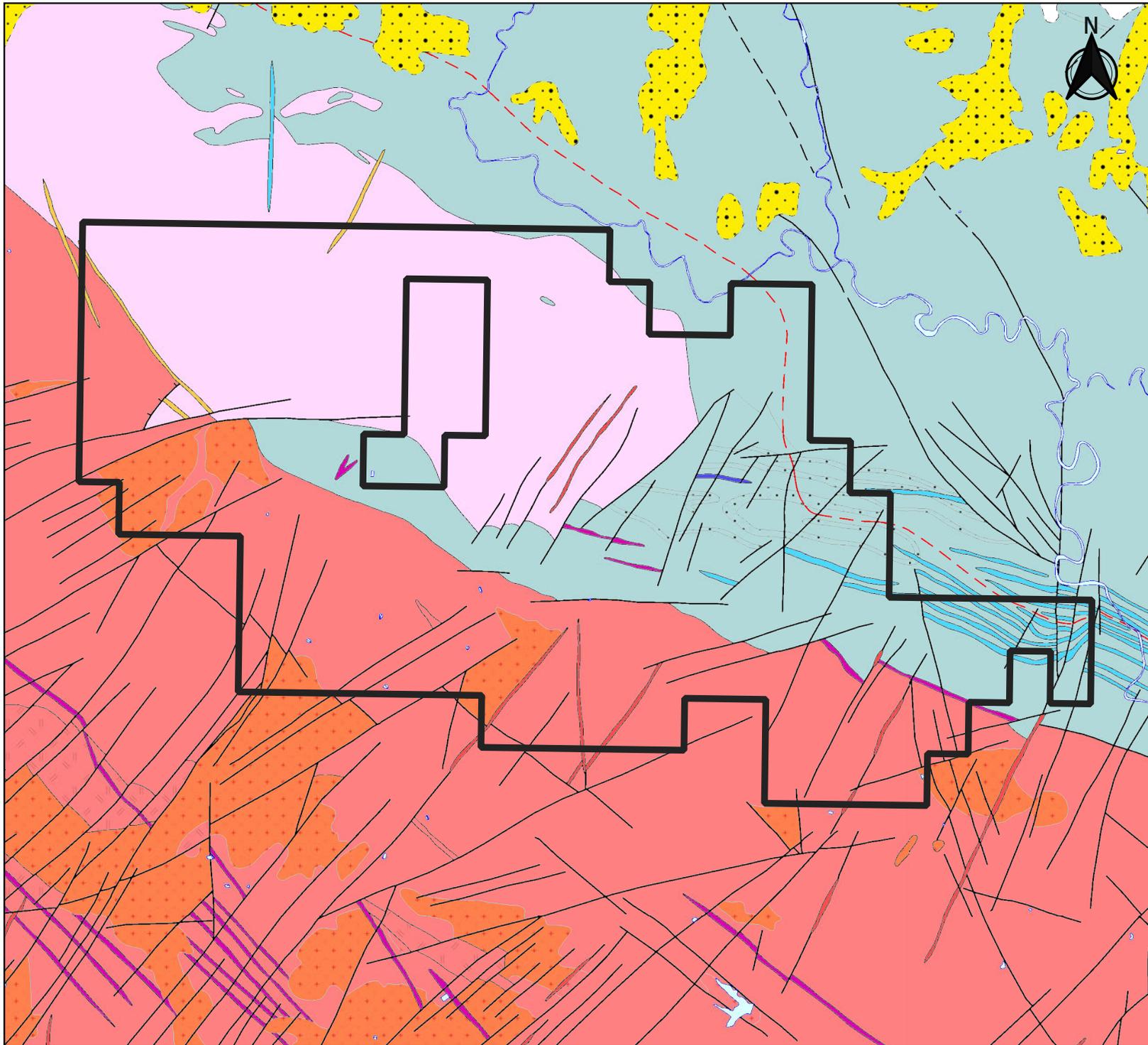
PLANO Nº2. DEMARCACIÓN
 THARSIS NUEVAS EXPLORACIONES S.L.



Leyenda

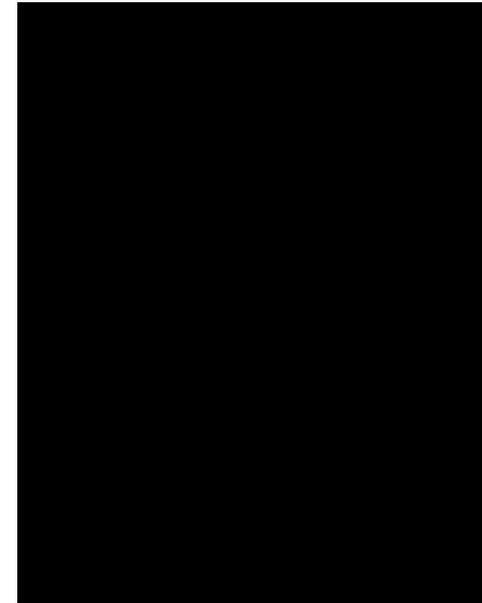
-  PI Azuel
-  Cuadrículas Mineras
-  Vértices





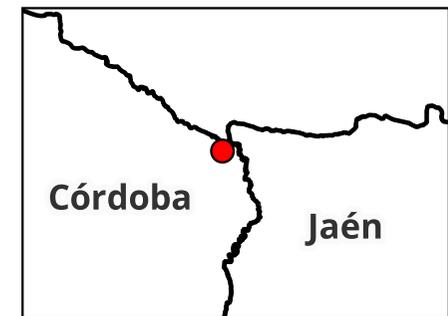
P.I. AZUEL Nº 13.188
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

PLANO Nº3. GEOLOGÍA
THARSIS NUEVAS EXPLORACIONES S.L.



Leyenda

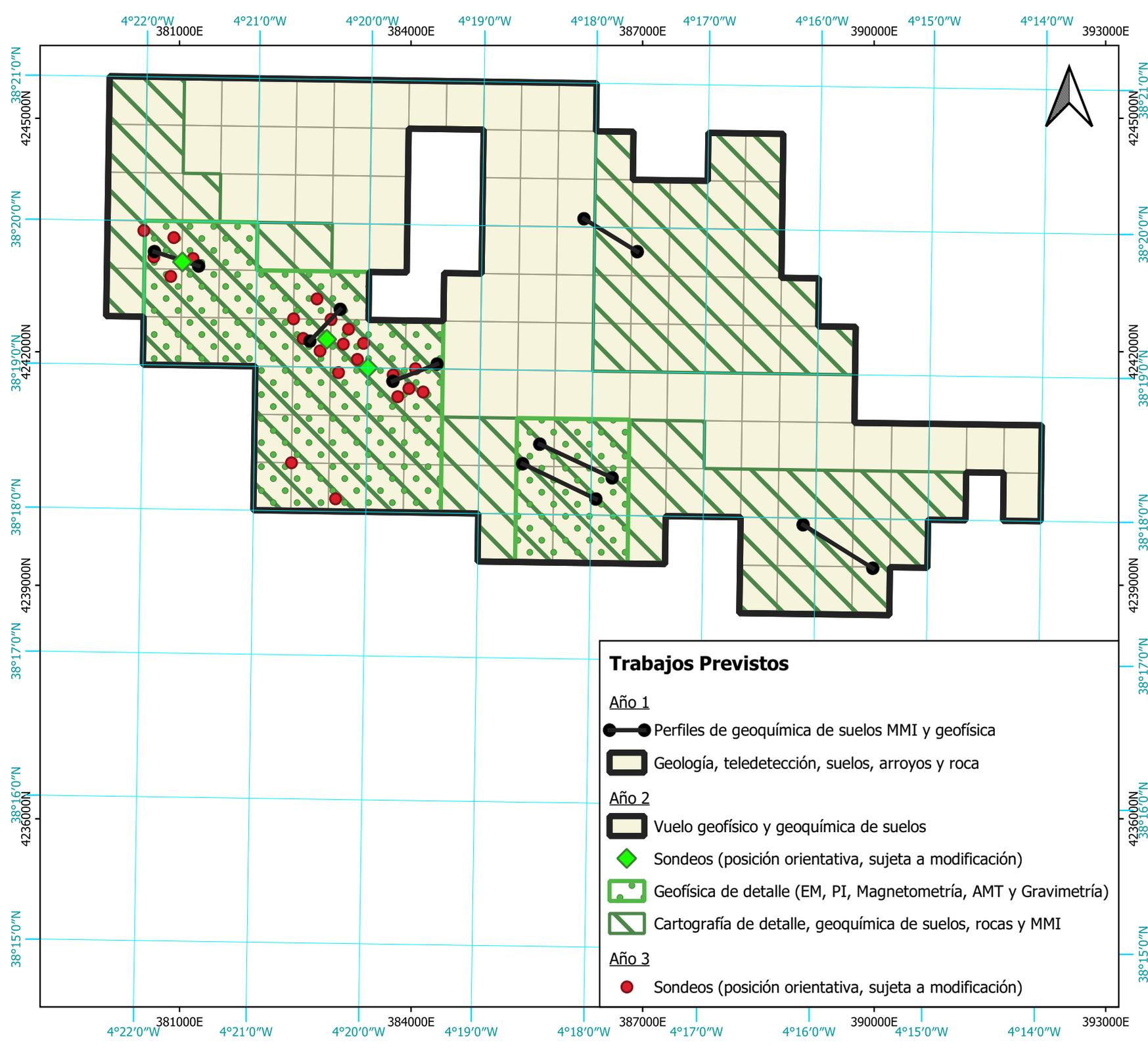
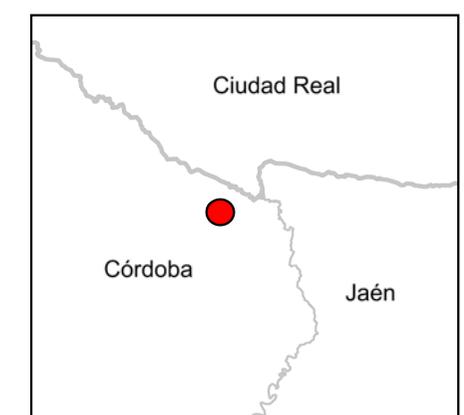
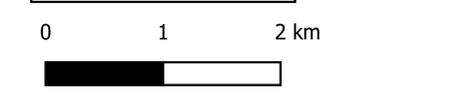
 PI Azuel



0 1.5 3 km



 **TNE**
Tharsis Nuevas Exploraciones S.L.



ANEXO II. COORDENADAS DE LOS TRABAJOS PREVISTOS

AÑO 1				
Perfiles de geoquímica de suelos MMI y geofísica	Perfiles		X	Y
	1	Inicio	385668	4240812
	1	Final	386606	4240379
	2	Inicio	385446	4240560
	2	Final	386395	4240107
	3	Inicio	386241	4243708
	3	Final	386932	4243286
	4	Inicio	382688	4242136
	4	Final	383082	4242544
	5	Inicio	389081	4239776
	5	Final	389983	4239218
	6	Inicio	380674	4243286
	6	Final	381247	4243101
	7	Inicio	383765	4241621
	7	Final	384337	4241842

Geología, teledetección, suelos, arroyos y rocas	Vértices	X (ETRS89 30N)	Y (ETRS89 30N)
	PP	380095	4245540
	2	386406	4245449
	3	386397	4244833
	4	386883	4244826
	5	386874	4244209
	6	387845	4244196
	7	387854	4244812
	8	388825	4244799
	9	388799	4242949
	10	389285	4242943
	11	389276	4242326
	12	389762	4242320
	13	389745	4241087
	14	392174	4241054
	15	392157	4239821
	16	391671	4239827
	17	391680	4240444
	18	391194	4240450
	19	391186	4239834
	20	390700	4239841
	21	390692	4239224
	22	390206	4239231
	23	390197	4238614
	24	388254	4238641

	25	388271	4239874
	26	387299	4239887
	27	387291	4239271
	28	384862	4239305
	29	384870	4239921
	30	381956	4239964
	31	381983	4241813
	32	380525	4241834
	33	380535	4242451
	34	380049	4242458
	Perímetro exclusión		
	35	384941	4244853
	36	384914	4243004
	37	384429	4243011
	38	384420	4242394
	39	383449	4242408
	40	383457	4243025
	41	383943	4243018
	42	383970	4244867

AÑO 2				
Geología, teledetección, suelos, arroyos y rocas	Vértices	X (ETRS89 30N)	Y (ETRS89 30N)	
	PP	380095	4245540	
	2	386406	4245449	
	3	386397	4244833	
	4	386883	4244826	
	5	386874	4244209	
	6	387845	4244196	
	7	387854	4244812	
	8	388825	4244799	
	9	388799	4242949	
	10	389285	4242943	
	11	389276	4242326	
	12	389762	4242320	
	13	389745	4241087	
	14	392174	4241054	
	15	392157	4239821	
	16	391671	4239827	
	17	391680	4240444	
	18	391194	4240450	
	19	391186	4239834	
	20	390700	4239841	
	21	390692	4239224	
	22	390206	4239231	
	23	390197	4238614	
	24	388254	4238641	
	25	388271	4239874	
	26	387299	4239887	
	27	387291	4239271	
	28	384862	4239305	
	29	384870	4239921	
	30	381956	4239964	
	31	381983	4241813	
	32	380525	4241834	
	33	380535	4242451	
	34	380049	4242458	
	Perímetro exclusión			
	35	384941	4244853	
	36	384914	4243004	
	37	384429	4243011	
	38	384420	4242394	
	39	383449	4242408	
40	383457	4243025		

	41	383943	4243018
	42	383970	4244867

		X	Y
Sondeos (posición orientativa)	1	382907	4242159
	2	381037	4243154
	3	383440	4241792

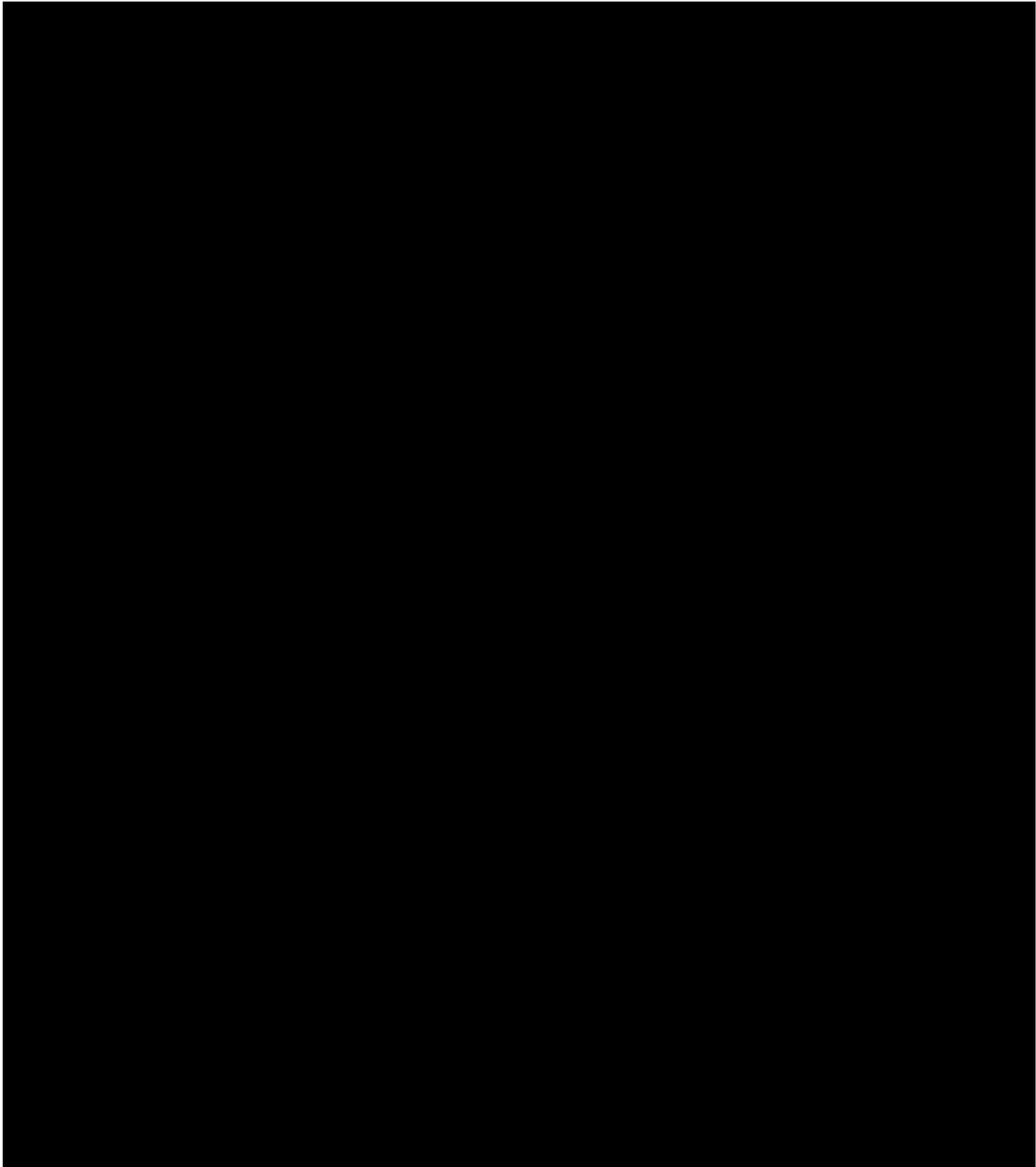
		X	Y
Geofísica de detalle (EM, PI, Magnetometría, AMT y Gravimetría)	Polígono 1	382010	4243662
		382001	4243046
		383457	4243025
		383449	4242408
		384420	4242394
		384385	4239928
		381956	4239964
		381983	4241813
	380525	4241834	
	380553	4243684	
	Polígono 2	386831	4241127
		386805	4239278
		385347	4239298
		385374	4241147

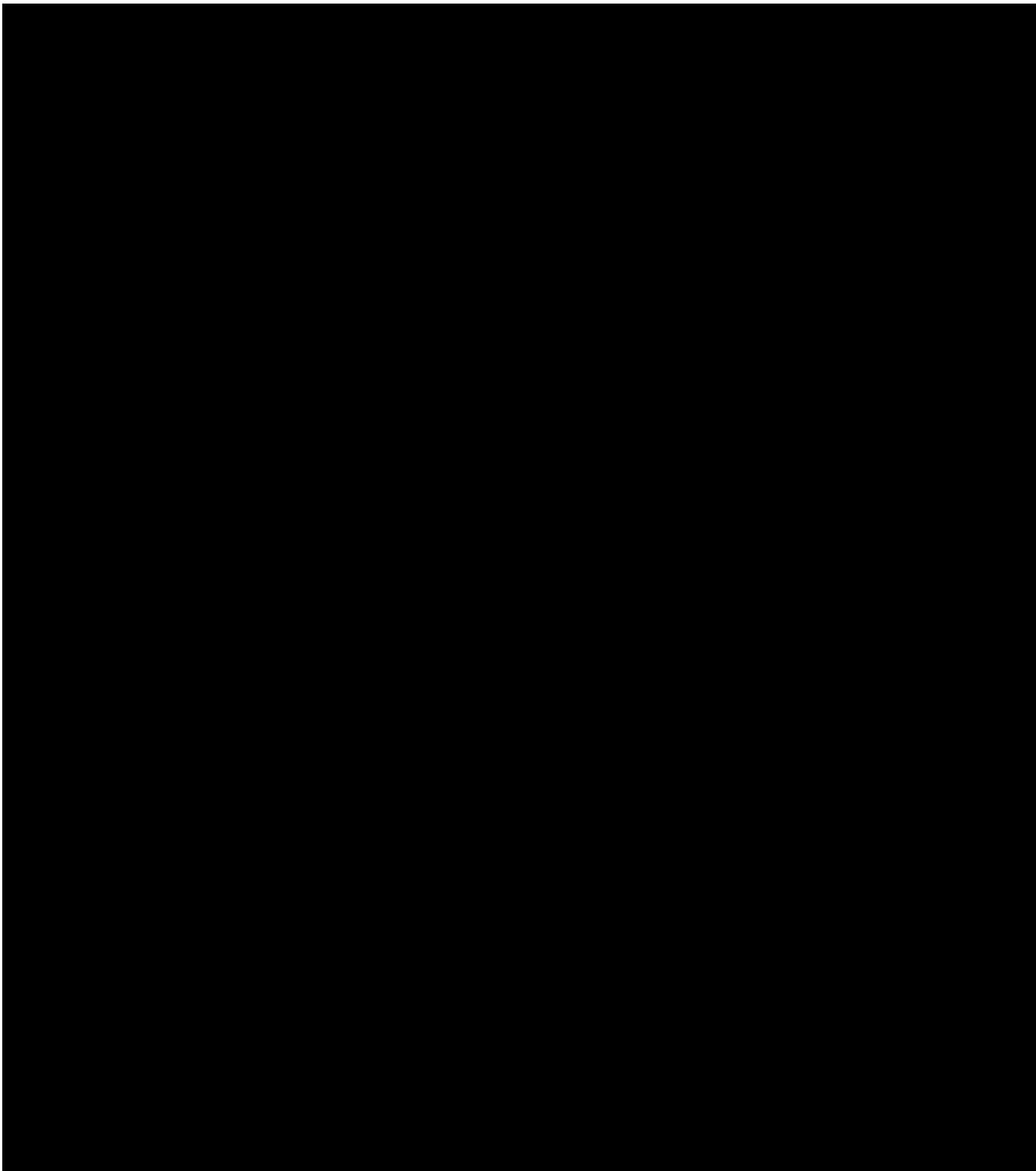
	Polígono	X	Y
Cartografía de detalle, geoquímica de suelos, rocas y MMI	Polígono 1	381065	4245526
		381047	4244293
		381533	4244286
		381524	4243669
		382981	4243648
		382972	4243032
		383457	4243025
		383449	4242408
		384420	4242394
		384402	4241161
		387804	4241108
		387797	4240499
		391194	4240450
		391186	4239834

		390700	4239841
		390692	4239224
		390206	4239231
		390197	4238614
		388254	4238641
		388271	4239874
		387299	4239887
		387291	4239271
		384862	4239305
		384870	4239921
		381956	4239964
		381983	4241813
		380525	4241834
		380535	4242451
		380049	4242458
	380095	4245540	
	Polígono 2	386397	4244833
		386883	4244826
		386874	4244209
		387845	4244196
387854		4244812	
388825		4244799	
388799		4242949	
	389285	4242943	
	389276	4242326	
	389762	4242320	
	389754	4241703	
	386354	4241750	
	386397	4244833	

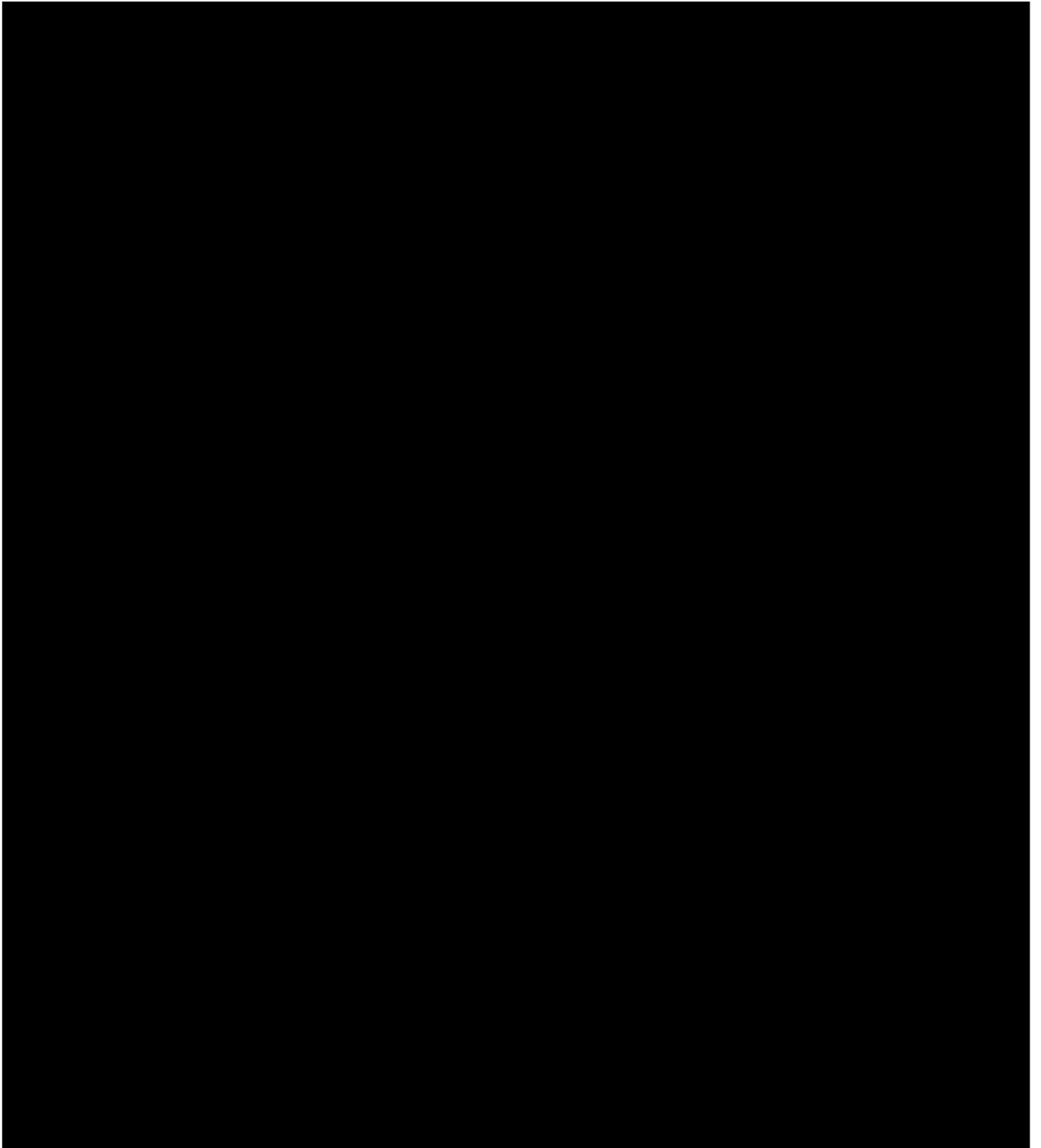
	AÑO 3	
	X (ETRS89/ 30N)	Y (ETRS89/ 30N)
Sondeos (posición orientativa)	380.926	4.243.467
	380.666	4.243.217
	380.886	4.242.968
	381.175	4.243.197
	382.450	4.240.573
	383.021	4.240.109
	383.828	4.241.422
	384.057	4.241.781
	384.157	4.241.482
	383.768	4.241.701
	382.477	4.242.422
	382.601	4.242.170
	382.821	4.242.010
	383.060	4.241.731
	382.963	4.242.415
	383.304	4.241.901
	383.122	4.242.098
	383.384	4.242.108
	383.972	4.241.527
	380.537	4.243.556
382.781	4.242.679	
383.190	4.242.290	

ANEXO III. PRECONTRATOS

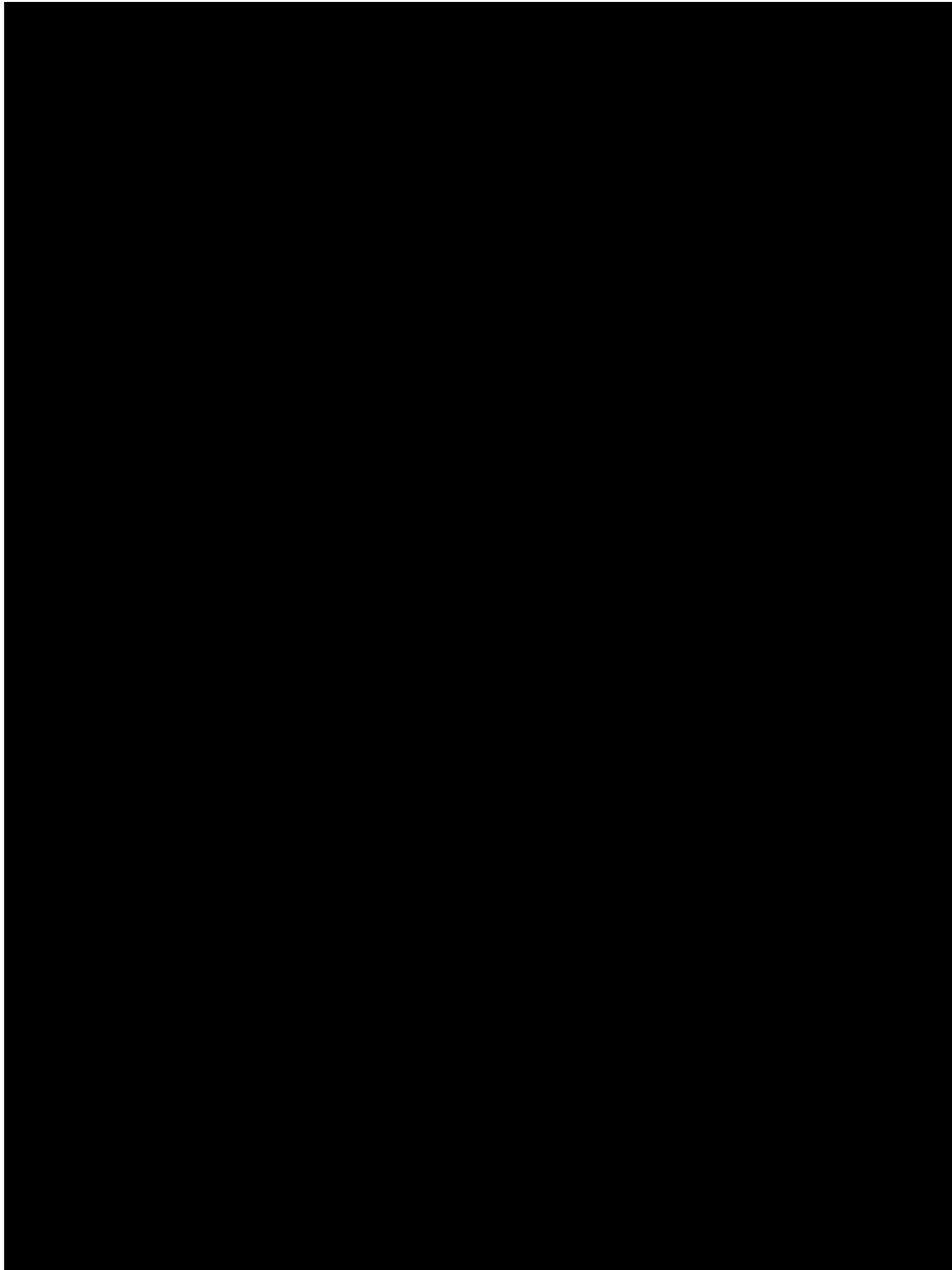




Magtel



ANEXO IV. DECLARACIÓN RESPONSABLE



THARSIS NUEVAS EXPLORACIONES, S.L.

**Pueblo Nuevo S/N. Tharsis · Alosno
(Huelva) 21530**

959 096 605

www.tharsismining.com

