

TXC THACSA  
THARSIS CONSULT S. A.

MINAS DE THARSIS (HUELVA)

Teléfs: 226138 (Huelva), y 1 de Tharsis

Telegr: THACSA HUELVA

Telex: 75517 COBRE E

Proyecto 03/78

INVESTIGACION GEOELECTRICA DE SULFUROS  
MASIVOS EN EL SINCLINAL DE HIGUERA DE  
LA SIERRA (HUELVA).

F. FDEZ ALONSO

Geólogo y Geofísico

Tharsis, Agosto 1979

sociedades

cción 1.º de la hoja n.º 448 al folio 159 del Tomo 67, Libro de la Sección 3.ª

Inscrita en el Registro Mercantil de Huelva,

10607

granitos y leucogranitos, con granos de tamaño uniforme, que en los bordes presentan facies granofídicas y porfídicas.

#### 2.4 Metalogenia

Como en el resto de la provincia piritífera Hispano-portuguesa, los depósitos de sulfuros se encuentran en el Complejo Volcánico Sedimentario, asociados, en esta región, al primer ciclo volcánico ácido (Mina de Coto Vicario), y principalmente al tercero, como sucede en la Mina El Castillo, que fué objeto de intensa actividad minera en el pasado (IGME, 1978).

En el granito se presentan algunos yacimientos filonianos que no son objeto de investigación (ver Introducción).

Precisamente en la zona estudiada con geofísica no hay más indicio minero que un filón de galena y antimonita, con dirección N120E, que arma en granito, situado inmediatamente al sur de Higuera. Este filón ha sido reconocido con dos pequeños pozos unidos por un socavón.

Es importante reseñar que, según la interpretación del corte geológico del plano nº 2, tomado de IGME 1978, en el subsuelo de la zona explorada, no se encuentra el C.V.S., que, sin embargo, aparecía en el primer levantamiento geológico (IGME, 1976).

La selección de dicha zona para el presente estudio geofísico, se ha hecho exclusivamente en base a los resultados

INDICE GENERAL

	<u>Página</u>
1. INTRODUCCION	1
2. SINTESIS GEOLOGICO-MINERA	1
2.1 Devónico Superior-Carbonífero Inferior	2
2.1.1 Unidad pizarroso-arenosa-volcánica	2
2.1.2 Unidad pizarroso-arenosa	2
2.2 Complejo Volcánico Sedimentario	3
2.3 Rocas ígneas intrusivas	3
2.4 Metalogenia	4
3. METODO GEOFISICO EMPLEADO Y SU JUSTIFICACION	5
4. TRABAJO REALIZADO	6
5. SISTEMATICA DEL TRABAJO DE CAMPO Y EQUIPOS EMPLEADOS	6
6. RESULTADOS OBTENIDOS	7
7. INTERPRETACION DE LOS DATOS GEOELECTRICOS	8
7.1 Unidad litoeléctrica central	9
7.2 Unidad litoeléctrica noroeste	10
7.3 Unidad litoeléctrica septentrional	10
7.4 Banda litoeléctrica meridional	11
8. CORRELACION ENTRE RESULTADOS GEOELECTRICOS Y GEOQUIMICOS	11

	<u>Página</u>
8.1 Conductor eléctrico nº 1	12
8.2 " " nº 2	12
8.3 " " nº 3	13
8.4 " " nº 4	14
8.5 " " nº 5	14
9. CONCLUSIONES	15
10. RECOMENDACIONES	15

INDICE DE PLANOS

Plano	1	Síntesis geológica de la Faja Pirítica y localización de las principales minas con la situación de la zona estudiada.
"	2	Geología regional de la zona explorada.
"	3	Geoquímica regional de la zona explorada.
"	4	Investigación geoelectrica. Isolíneas en ohm.m.

## 1. INTRODUCCION

Este informe se refiere a la investigación geofísica eléctrica realizada en el Sinclinal de Higuera de la Sierra, provincia de Huelva, para el Instituto Geológico y Minero de España (I.G.M.E.).

El objetivo de dichos estudios es delimitar áreas en las que la posibilidad de albergar depósitos estratiformes masivos de sulfuros polimetálicos sea máxima.

## 2. SINTESIS GEOLOGICO-MINERA

El Sinclinal de Higuera de la Sierra, también conocido como Sinclinorio de Matarrocines, tiene una dirección casi este-oeste y se encuentra en el límite septentrional de la Faja Pirítica Ibérica (plano 1).

Según el más reciente levantamiento geológico de esta región (Mapa Geológico de España escala 1:50.000 nº 939 (11-38). Segunda serie. Castillo de Las Guardas, IGME 1978), que mejora el utilizado en la elaboración del programa (IGME 1976), en el área estudiada afloran principalmente sedimentos, datados, por correlación litológica, como Devónico Superior-Carbonífero Inferior, y rocas ígneas intrusivas pertenecientes al batolito de la Granada de Riotinto. En el borde meridional está representado el Complejo Volcánico Sedimentario (plano 2).

Este conjunto litológico fué deformado por la Orogenia Hercínica cuya fase principal produjo pliegues con esquistosidad

de plano axial, de vergencia sur y ejes casi levante-poniente que cabecean al E y al W. La esquistosidad buza al norte por lo general. Esta fase origina metamorfismo regional de muy bajo grado.

La última etapa tectónica se caracteriza por un sistema de fallas transversales y longitudinales a las directrices hercínicas de la región.

## 2.1 Devónico Superior-Carbonífero Inferior

Se distinguen dos unidades litoestratigráficas cuyas características se exponen a continuación.

### 2.1.1 Unidad pizarroso-arenosa-volcánica

Aflora en el NW y está representada por una alternancia de pizarras y grauvacas metamorfizadas, con intercalación de niveles lávicos (traquitas), y horizontes tobáceos esquistosos, ambos con potencia entre 1 y 2 metros. Las grauvacas tienen espesores entre 30 y 50 cm.

Esta unidad se encuentra muy plegada, con ejes de dirección E-W, y el contacto con el granito presenta metamorfismo térmico.

### 2.1.2 Unidad pizarroso-arenosa

Es la que mayor extensión tiene dentro de la zona explorada (plano 2). Aflora al sur de la unidad precedente, con la que se pone en contacto tectónico (falla inversa

con buzamiento norte), y rellena un sinclinorio (Sinclinorio de Matarrocines), con eje de dirección N112°E. El flanco sur del sinclinorio se pone igualmente en contacto mecánico con el tercer ciclo volcánico ácido del Complejo Volcánico Sedimentario (C.V.S.).

Litológicamente integran esta unidad areniscas metamorfozadas, en bancos de hasta 50 cm de potencia, alternando con pizarras arenosas, pizarras pelíticas y filitas arenosas, en una serie intensamente plegada. Los ejes de los pliegues correspondientes a la fase de deformación principal son casi E-W.

## 2.2 Complejo Volcánico Sedimentario (C.V.S.)

Solo las estaciones iniciales de algunos perfiles se sitúan sobre esta unidad que tiene gran desarrollo al sur. Constituyen el C.V.S. lavas, rocas piroclásticas e intercalaciones sedimentarias, que, según la publicación antes citada (IGME 1978), corresponden al tercer ciclo ácido de la serie volcanoestratigráfica de la Faja Pirítica.

## 2.3 Rocas ígneas intrusivas

Las rocas ígneas intrusivas, muy abundantes en la región, rodean por el norte y, en buena parte, también por el sur, los materiales Devónico-Carboníferos, entrando en contacto indistintamente con una u otra de las unidades litoestratigráficas diferenciadas en aquellos sedimentos, o con el Complejo Volcánico Sedimentario (plano 2).

Se trata de una intrusión tardi-orogénica que comprende



de una campaña regional de geoquímica de arroyos, que detectó la presencia de valores anómalos de Cu, Pb y Zn en relación con las unidades litológicas de esta región. En el plano nº 3 se reproducen, sobre fondo geológico, los resultados de dicha campaña geoquímica.

### 3. METODO GEOFISICO EMPLEADO Y SU JUSTIFICACION

La abrupta topografía de esta parte de la Faja Pirítica, junto con el carácter preliminar de la campaña geoquímica cuyos resultados llamaron la atención sobre la zona, y los condicionantes geológico-mineros antes indicados (2.4), aconsejaron el empleo de un método geofísico que investigara hasta algunas centenas de metros de profundidad y cuyo costo no fuera elevado.

Habida cuenta de las propiedades físicas de los depósitos de sulfuros masivos (alta conductividad eléctrica y elevada densidad), el método que mejor reúne las condiciones precedentes es el eléctrico en la modalidad de Bloques de Resistividad, cuya eficacia en la búsqueda de estos yacimientos se encuentra ampliamente confirmada.

Las áreas con posibilidades de nuevos cuerpos mineralizados corresponderán a mínimos de resistividad. También conductores litológicos originan mínimos eléctricos por lo que, con este método, no se puede diferenciar "anomalías metálicas" de "anomalías litológicas" o "sin metal".

La red de observaciones que se estimó más adecuada, en base al carácter previo de este estudio, fué de 150 x 40 m y las dimensiones de los Bloques de Resistividad de 800 x 1.200 m (plano 2).

#### 4. TRABAJO REALIZADO

Se han efectuado 20 Bloques de Resistividad. Cada bloque comprende 9 perfiles de 800 metros de longitud y en total se realizaron 3.600 determinaciones de resistividad aparente sobre 124,48 Km de perfil. La superficie reconocida con esta investigación es de 19,2 Km<sup>2</sup>.

Las estaciones se materializaron en el terreno por medio de estaquillas de madera numeradas. En el plano 2 se indica la situación general de bloques y estaciones cuyo detalle puede verse en el plano 4.

#### 5. SISTEMATICA DEL TRABAJO DE CAMPO Y EQUIPOS EMPLEADOS

La excelente calidad del plano fotogramétrico de base, a escala 1:10.000 y con curvas de nivel cada 5 metros, permitió implantar la cuadrícula programada utilizando brújula y jalones, a pesar de la topografía de la zona.

A los perfiles se les cortó la jara y monte bajo que cubre prácticamente todo el área. Exceptuando las carreteras locales

de Higuera a Zufre y a Granada de Riotinto y la de Sevilla a Lisboa, los caminos que cruzan la zona son escasos y, en buena parte, no adecuados para el tránsito de vehículos.

Las mediciones geoelectricas se realizaron con dos equipos de resistividades de corriente continua tipo Geotrón, compuesto por los siguientes elementos:

- milivoltímetros electrónicos GEO 300, con alta impedancia de entrada, once márgenes de medida, entre 1 mV y 100 V a final de escala, y  $10 \mu\text{V}$  de lectura mínima.
- miliamperímetro de cinco márgenes de medida (30 mA a 3 A a final de escala), con selector de alimentación e interruptor del circuito de corriente incorporados.
- fuente de alimentación constituida por pilas secas, con salida máxima de 400 V.
- electrodos impolarizables y de hierro, cables aislados y carretes, radioteléfonos, etc....

Para solapar bloques paralelos se repitió el perfil común a ambos para las respectivas tomas de tierra de los circuitos de corriente. El solape entre bloques transversales se efectuó repitiendo dos estaciones de cada perfil.

## 6. RESULTADOS OBTENIDOS

Las mediciones de campo se han transformado en resistividades aparentes por medio de la expresión:

$$f_a = K \frac{\Delta V}{I}$$

$$\text{donde } K = 2\pi \left( \frac{1}{AM} - \frac{1}{AN} - \frac{1}{BM} + \frac{1}{BN} \right)^{-1}$$

Los distintos bloques se han corregido adecuadamente en base a los valores obtenidos para las estaciones solapadas. El resultado es un campo de valores de  $f_a$ , concordantes entre si, con los que hemos trazado las isolíneas del plano 4, para: 150; 200; 250; 350; 500; 700; 1.000; 1.400; 2.000; 3.000 y 5.000 ohm.m. que tienden a resaltar las bajas resistividades, objetivo de la investigación.

#### 7. INTERPRETACION DE LOS DATOS GEOELECTRICOS

Las curvas de igual resistividad en la mayor parte de la zona explorada definen estructuras geoeléctricas alargadas este-oeste (geometría elíptica), que coinciden con los ejes de los pliegues originados en la fase tectónica principal. Localmente, sobre afloramientos graníticos, la geometría de las isolíneas es circular.

Además de estas estructuras se han delimitado otras lineales ("alineaciones litoeléctricas"), subparalelas y transversales a las anteriores, que corresponden a fallas originadas en la última etapa tectónica.

En base a características exclusivamente electrorresistivas, hemos dividido la zona explorada en varios dominios que coinciden con las diferentes unidades litoestratigráficas establecidas en el levantamiento geológico (comparar planos 2 y 4). Por esta razón describiremos las características de dichos dominios relacionándolos con los grupos litológicos a que corresponden.

#### 7.1 Unidad litoeléctrica central

Se extiende de este a oeste por toda la zona explorada y sus límites son: el contacto litoeléctrico a-a' y la alineación I-I' por el sur. Corresponde con la unidad geológica 2.1.2 (plano 2).

La resistividad de los materiales arenoso-pizarreños está comprendida entre 100 y 1.000 ohm.m., y los valores más frecuentes entre 350 y 500 ohm.m. Solo en una ocasión se han detectado resistividades inferiores a 150 ohm.m.

Varias alineaciones transversales, que casi siempre coinciden con fallas geológicas, afectan a esta unidad y se prolongan hacia el norte (plano 4).

Se han localizado cuatro mínimos de resistividad relativos, numerados del 1 al 4, de estructura similar a la originada por depósitos de sulfuros masivos, pero que igualmente pueden estar producidos por conductores litológicos (ver 3).

## 7.2 Unidad litoeléctrica noroeste

Se extiende por el ángulo NW de la zona y su límite meridional es la alineación I-I', que corresponde a una falla inversa. Las isolíneas son alargadas y paralelas a la dirección definida por dicha falla inversa.

Litológicamente coincide con la formación pizarroso-arena-sa-volcánica (ver 2.1.1) y sus resistividades son, de hecho, superiores a 1.000 ohm.m., alcanzando 5.000 ohm.m. en los perfiles más occidentales. Las resistividades más abundantes están comprendidas entre 1.500 y 2.500 ohm.m. Hay en esta unidad un único conductor relativo, puntual, que aparece en las estaciones finales del perfil P 360 W.

## 7.3 Unidad litoeléctrica septentrional

Se extiende por la mitad oriental de la zona y limita al sur con la unidad central 7.1.

Las resistividades más frecuentes están comprendidas entre 1.000 y 2.000 ohm.m., y las isolíneas son de geometría más circular que en las restantes unidades.

Litológicamente corresponde a granito y es estéril respecto a yacimientos estratiformes de sulfuros polimetálicos.

Las alineaciones transversales que afectan a la unidad central se encuentran también representadas aquí.

#### 7.4 Banda litoeléctrica meridional

Se extiende al sur de la unidad 7.1 y su límite norte es la falla inversa definida por la alineación II-II'. Las isolíneas son alargadas, paralelas a la falla, y las resistividades oscilan entre 350 y 5.000 ohmios-metro, con valores más altos en la mitad occidental.

Litológicamente corresponde a granito, en los extremos este y oeste, y a materiales volcano-sedimentarios (tercer ciclo volcánico ácido) en la parte central.

No hay conductores eléctricos y en consecuencia tampoco anomalías atribuibles a depósitos de sulfuros masivos.

#### 8. CORRELACION ENTRE RESULTADOS GEOELECTRICOS Y GEOQUIMICOS

En el plano 3, sobre fondo geológico, se relacionan los conductores eléctricos con las anomalías geoquímicas de cada uno de los elementos Cu, Pb y Zn.

En estos planos se confirma que los contenidos geoquímicos del arroyo situado inmediatamente al este de la carretera Sevilla-Lisboa son contaminación de la pequeña mina filoniana descrita en 2.4, que se encuentra en la cabecera de dicho arroyo.

No hay clara correspondencia entre anomalías geoquímicas y mínimos de resistividad que nos permita delimitar áreas de interés minero preferencial.

Un estudio comparado de cada mínimo eléctrico con la geología y geoquímica se expone a continuación.

#### 8.1 Conductor eléctrico nº 1

- Geología.- Se asienta sobre la unidad pizarroso-arenosa descrita en 2.1.2.
- Geofísica.- El conductor eléctrico aparece en varios perfiles y se encuentra delimitado por curvas equirresistivas de geometría aproximadamente circular. Las resistividades oscilan entre 350 y 500 ohm.m., con un mínimo puntual de 250 ohm.m.
- Geoquímica.- No hay anomalías geoquímicas de Cu, Pb y Zn en relación con este conductor.

En base a estos resultados el origen del mínimo de resistividad es "litológico".

#### 8.2 Conductor eléctrico nº 2

- Geología.- Aparece en el borde sur de la unidad pizarroso-arenosa, cerca de un afloramiento granítico y del Complejo Volcánico Sedimentario (plano 2).
- Geofísica.- Se encuentra delimitado por líneas de igual resistividad elípticas, alargadas este-oeste, cuyos valores oscilan entre 120 y 350 ohm.m. Debido a su situación en la cuadrícula, no está completamente delimitado por el sur (plano 4).



- Geoquímica.- Las muestras analizadas en relación con este conductor en ningún caso superan el doble del fondo regional.

Geoeléctricamente es esta la anomalía de mayor atractivo aunque el hecho de que su respuesta geoquímica sea prácticamente nula, le resta interés. Su situación geológica, próxima al C.V.S., es también favorable.

### 8.3 Conductor eléctrico nº 3

- Geología.- Unidad pizarroso-arenosa 2.1.2.
- Geofísica.- Comprende varios mínimos con valores entre 250 y 150 ohm.m., estos últimos puntuales. Las isolíneas son de geometría elíptica.
- Geoquímica.- Hay dos análisis próximos con los siguientes resultados:

Cu: no se superan dos veces el fondo regional.

Pb: en un análisis no se supera dos veces el fondo y en el otro está entre dos y cuatro veces dicho umbral.

Zn: un análisis no alcanza el fondo y el otro no supera cuatro veces su valor.

Este conductor eléctrico no tiene morfología favorable y los resultados geoquímicos son poco atractivos.

## 8.4 Conductor eléctrico nº 4

- Geología.- Sedimentos devónico-carboníferos, en el contacto entre las dos unidades diferenciados en 2.1.
- Geofísica.- Anomalia alargada este-oeste con 160 ohm.m. de valor mínimo en una sola estación.
- Geoquímica.- Los contenidos geoquímicos, en puntos próximos, no superan dos veces el fondo regional, excepto para el Zn que se encuentra entre dos y cuatro veces el fondo.

Este mínimo por su situación geológica puede estar relacionado con la falla que separa las dos unidades devónico-carboníferas. Por otra parte la respuesta geoquímica es débil.

## 8.5 Conductor eléctrico nº 5

- Geología.- Situado en la unidad pizarroso-arenosa con niveles volcánicos 2.1.1.
- Geofísica.- Anomalia puntual en el norte de la cuadrícula, con 200 ohm.m. de mínimo.
- Geoquímica.- Contenidos inferiores a dos veces el fondo para los tres elementos analizados.

Esta anomalia, en vista de los resultados anteriores, carece de interés práctico.

## 9. CONCLUSIONES

- 9.1 Se han diferenciado varias unidades litoeléctricas coincidiendo con formaciones litoestratigráficas establecidas en el estudio geológico regional.
- 9.2 Los límites entre unidades son en su mayor parte tectónicos (fallas inversas) y se reflejan en el levantamiento electrorresistivo como alineaciones litoeléctricas.
- 9.3 Se han localizado cinco mínimos relativos de resistividad, cuya correlación con los resultados de un estudio geoquímico previo, que motivó la selección de la zona para estudios geofísicos, no es buena.
- 9.4 En base a datos geofísicos, el área con mejores posibilidades es la del conductor eléctrico nº 2. La situación geológica de este conductor es también favorable por su proximidad al Complejo Volcánico Sedimentario. El estudio geoquímico no aporta datos de interés.

## 10. RECOMENDACIONES

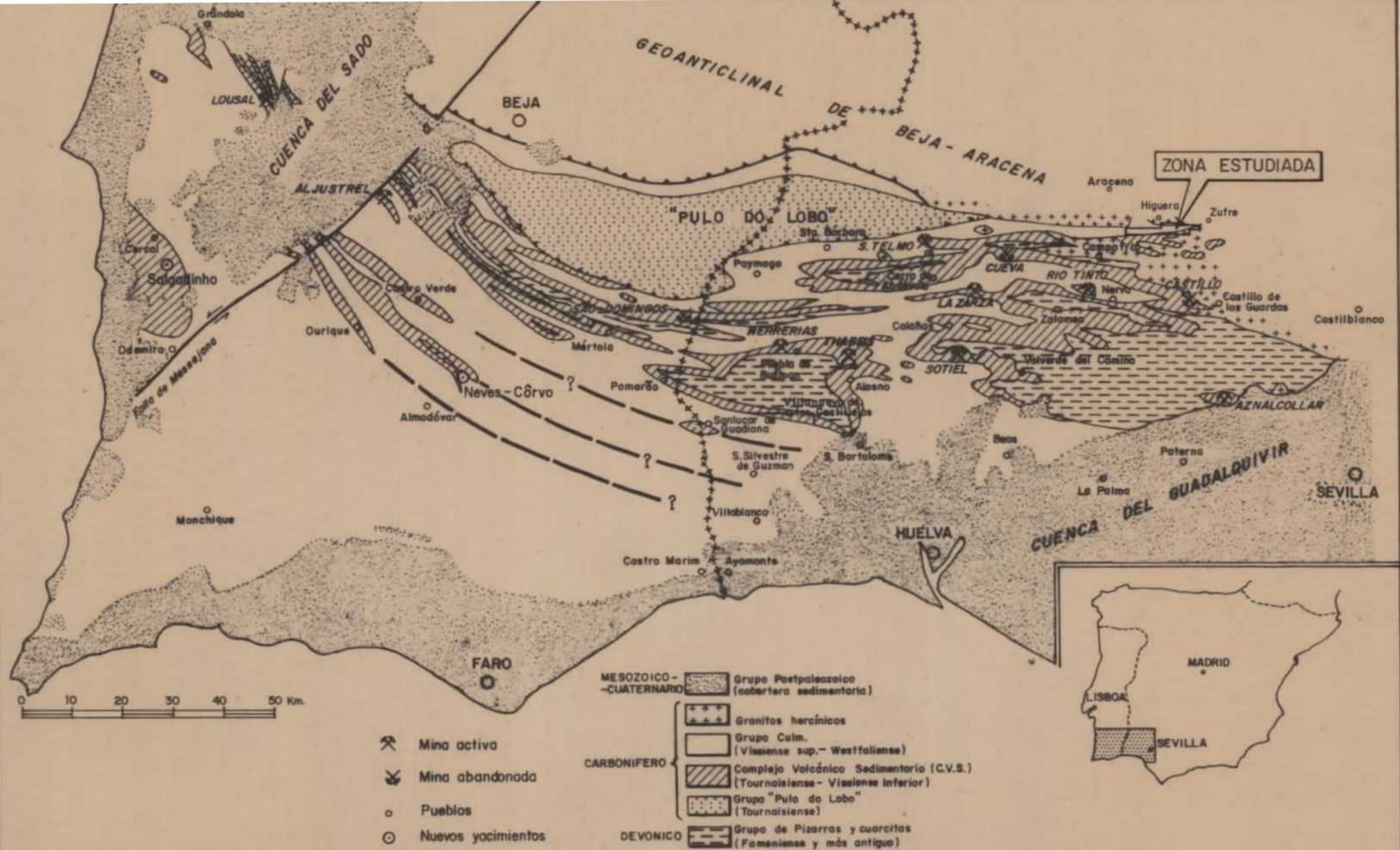
Dados los resultados poco favorables de esta investigación, no se recomiendan estudios gravimétricos complementarios ni labores mecánicas.

Para evaluar el interés potencial del conductor eléctrico

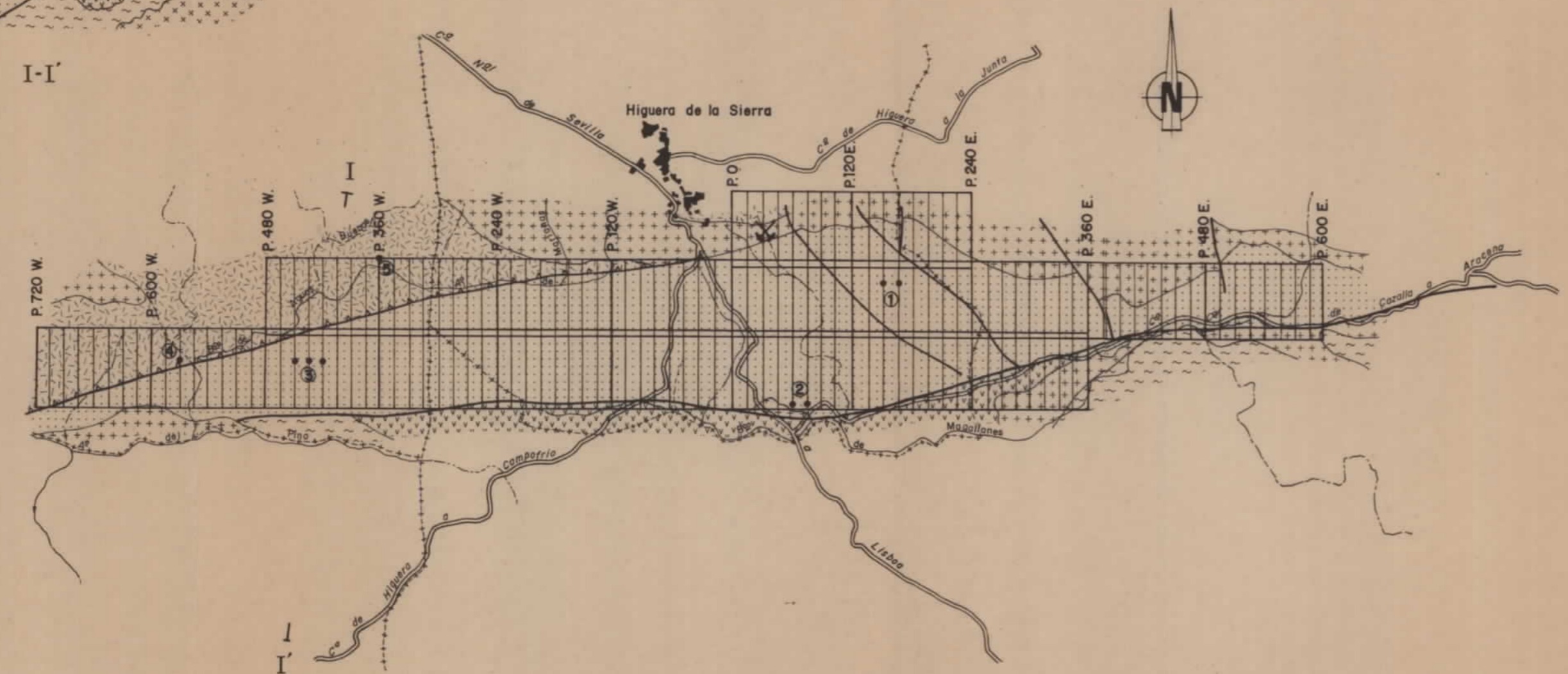
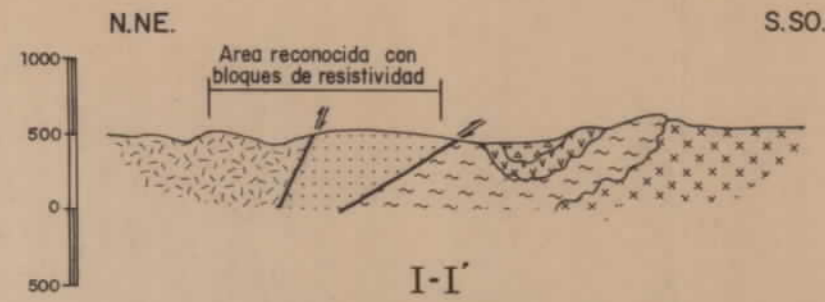
nº 2 se recomienda un reconocimiento geológico de la zona donde se asienta, y dos o tres perfiles magnéticos por si la proximidad del granito metamorfiza parcialmente a un hipotético depósito de sulfuros relacionado con el C.V.S. próximo.

Los resultados de estos estudios complementarios aconsejarán sobre la conveniencia de estudiar también los conductores 3 y 4.

F.F.A.



SINTESIS GEOLOGICA DE LA FAJA PIRITICA Y LOCALIZACION DE LAS PRINCIPALES MINAS  
 CON LA SITUACION DE LA ZONA ESTUDIADA



**LEYENDA**

-  Lavas básicas (diabasas, diabasas espiíficas, metabasitas y tobas básicas esquistosas) - solo en corte -
-  Lavas ácidas (riolitas y cuarzoqueratófidos)
-  Metareniscas, pizarras y filitas
-  Pizarras, metagrauvas, con niveles volcánicos
-  Pizarras y filitas mosqueadas, corneanas
-  Granitos, leucogranitos, granitos granofídicos y porfídicos
-  Cuarzodioritas (tipo tonalita) - solo en corte -
-  Anomalía geoelectrica
-  Mina filoniana
-  Perfil geoelectrico

	<b>INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA</b>		
	INVESTIGACION GEOELECTRICA DE SULFUROS MASIVOS EN EL SINCLINAL DE HIGUERA DE LA SIERRA - HUELVA		
<b>GEOLOGIA REGIONAL Y ZONA EXPLORADA</b>			
AUTOR F.F.A.	DIBUJADO GFC	PROYECTO	Nº
COMPROBADO	ESCALA 1: 50.000	03/78	2
FECHA AGOSTO 1979			

Geología según hoja 1:50.000 nº 939 (11-38)  
Castillo de los Guardas - IGME. 1978

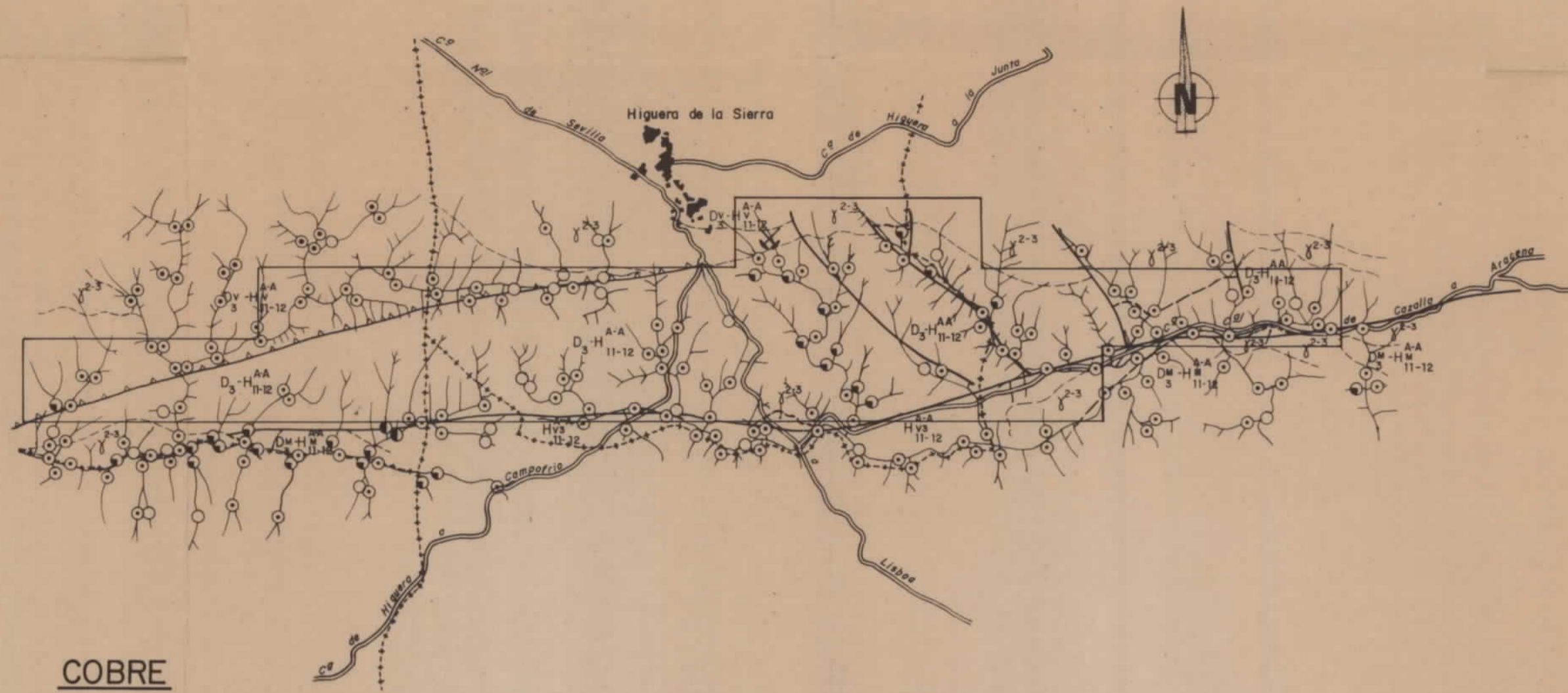


**LEYENDA**

- P.250 E - - - - - Perfil geoelectrico y estaciones
- 700 — Isolinia en ohm. m.
- || ——— || Alineacion litoelectrica (falla)
- o ——— o Contacto litoelectrico
- ⊙ ② Conductor electrico

10607

<b>INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA</b>		
INVESTIGACION GEOELECTRICA DE SULFUROS MASIVOS EN EL SINCLINAL DE HIGUERA DE LA SIERRA-HUELVA		
<b>INVESTIGACION GEOELECTRICA</b> BLOQUES DE RESISTIVIDAD ISOLINEAS EN ohm. m.		
AUTOR: F.F.A.	DIBUJADO: MPE	PROYECTO: Nº
COMPROBADO:	ESCALA: 1:10000	03/78
FECHA: AGOSTO 1979		4



COBRE



PLOMO



CINCO

LEYENDA

GEOLOGIA

- Lavas ácidas (riolitas y cuarzoqueatáfidos)
- Metareniscas, pizarras y filitas
- Pizarras, metagranovacas, con niveles volcánicos
- Pizarras y filitas mosqueadas, corneanas
- Granitos, leucogranitos, granitos granofílicos y porfídicos
- Mina filoniana

GEOQUIMICA

Cobre

- De 0 a 25 ppm
- De 25 a 50 ppm
- De 50 a 100 ppm
- De 100 a 200 ppm

Plomo

- De 0 a 20 ppm
- De 20 a 50 ppm
- De 50 a 100 ppm
- De 100 a 200 ppm
- De 200 a 500 ppm

Cinc

- De 0 a 60 ppm
- De 60 a 120 ppm
- De 120 a 250 ppm
- De 250 a 500 ppm

Area investigada con bloques de resistividad

- Datos Geoquímicos según IGME 1976-

10607

	<b>INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA</b>		
	INVESTIGACION GEOELECTRICA DE SULFUROS MASIVOS EN EL SINCLINAL DE HIGUERA DE LA SIERRA - HUELVA		
<b>GEOQUIMICA REGIONAL Y ZONA EXPLORADA</b>			
AUTOR F.F.A.	DIBUJADO gfc	PROYECTO	Nº
COMPROBADO	ESCALA 1:50.000	03/78	3
FECHA AGOSTO 1979			