

“INVESTIGACIÓN Y ORDENACIÓN MINERO-AMBIENTAL DE LOS RECURSOS DE ROCA ORNAMENTAL EN LA REGIÓN DE MURCIA”



“ESTUDIO GEOLOGICO-MINERO DE LOS RECURSOS DE ROCAS ORNAMENTALES EN LA REGIÓN DE MURCIA”.

“RECURSOS DE ROCAS ORNAMENTALES EN LA SIERRA DE LA PUERTA (MURCIA)”.

El presente estudio, se enmarca en el ámbito del Convenio de colaboración suscrito entre la Consejería de Industria y Medio Ambiente, el Instituto de Fomento de la Región de Murcia, el Instituto Geológico Minero de España (IGME), Universidad Politécnica de Cartagena, para la "Investigación y Ordenación Minero-Ambiental de los Recursos de la Roca Ornamental en la Región de Murcia, habiendo sido realizado, mediante Concurso Público, por el Centro Tecnológico del Mármol (CTM), bajo la dirección y directa supervisión del IGME.

Han intervenido en su ejecución el siguiente equipo de trabajo:

Dirección y Supervisión por parte del IGME:

Paulino Muñoz de la Nava Sánchez. Ingeniero Técnico de Minas.

Equipo de trabajo por parte del Centro Tecnológico del Mármol:

Francisco Javier Fernández Cortés. Ingeniero de Minas.

Antonio Espín de Gea. Geólogo.

Francisco Javier Gámez Ráez. Geólogo.

David Gómez Vivo. Geólogo.

Antonio Molina Molina. Geólogo.

Fermín Fernández Ibáñez. Geólogo.

Francisco Aguilera Civantos. Geólogo.

Manuel Serrano González. Geólogo.

Maria Pilar Vila Marín. Química.

ÍNDICE

1.- SIERRA DE LA PUERTA (CEHEGÍN, MURCIA).

1.1.- SITUACIÓN.....	4
1.1.1.- ANTECEDENTES.....	6
1.1.2.- ANTECEDENTES GEOLÓGICOS (Según Paquet, 1969).....	7
1.1.3.- INVENTARIO DE INDICIOS.....	13
1.2.- GEOLOGÍA REGIONAL.....	14
1.2.1.- GEOLOGÍA LOCAL.....	17
1.2.2.- TECTÓNICA.....	18
1.2.3.- UNIDADES POTENCIALMENTE PRODUCTIVAS.....	23
1.2.4.- ESTUDIO GEOFÍSICO ELÉCTRICO EN LA SIERRA DE LA PUERTA.....	26
1.2.4.1.- INTRODUCCIÓN.....	26
1.2.4.2.- RESULTADOS ELÉCTRICOS.....	28
1.2.4.3.- CONCLUSIONES Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	31
1.2.4.4.- COLUMNA GEO-RESISTIVA, CURVA TEÓRICA Y TABLAS.....	36
1.2.4.5.- FUNDAMENTOS DEL MÉTODO ELÉCTRICO APLICADO.....	68
1.2.4.6.- FOTOGRAFÍAS.....	71
1.3.- DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES.....	72
1.3.1.- DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA.....	72
1.3.2.- DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA.....	73
1.3.3.- ENSAYOS TECNOLÓGICOS.....	74
1.4.- SITUACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS.....	75
1.5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	78
1.6.- BIBLIOGRAFÍA.....	80
1.7.- FOTOGRAFÍAS.....	81

2.- ANEXOS.

2.1.- FICHAS DE INVENTARIO.	
2.2.- RESULTADO DE ENSAYOS TECNOLÓGICOS.	
2.3.- INTERPRETACIÓN DE LOS ENSAYOS TECNOLÓGICOS.	
2.4.- PLANOS:	
2.4.1.- SITUACIÓN (1:200.000).	
2.4.2.- GEOLÓGICO (1:25.000).	
2.4.3.- CORTES GEOLÓGICOS.	
2.4.4.- GEOLÓGICO, DERECHOS MINEROS Y ARQUEOLOGÍA (1:25.000).	
2.4.5.- CARTOGRAFÍA DE DETALLE (1:5.000).	
2.4.6.- ORTOFOTOMAPAS (1:5.000).	

2.4.7.- CARTOGRAFÍA 3D.

2.4.8.- APROVECHAMIENTO MINERO (1:25.000).

1.1.- SITUACIÓN.

Esta zona se sitúa al Noroeste de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, con una orientación SO-NE y una extensión de 2.5 Km². Su longitud total es de 5 kilómetros. Comprende la Sierra de la Puerta y la Loma de las Cruzadas. La elevación más importante es el vértice Poyo Miñano, a 745 metros de altitud. El conjunto de la Sierra está dentro de los términos municipales de Caravaca de la Cruz, Cehegín y Moratalla (Hoja 911 del Mapa Topográfico Nacional 1:50.000).

A la Sierra de la Puerta se accede por la carretera C-3314, a la altura del kilómetro 7. Esta carretera comarcal une las poblaciones de Cehegín y Caravaca de la Cruz con Calasparra. Desde la carretera de acceso se puede observar la totalidad de sierra. Es una alineación montañosa con una altitud más o menos uniforme.

Topográficamente el terreno es bastante escarpado, con desniveles de hasta 200 metros, donde se encajan varios arroyos con cursos intermitentes, siendo el más importante el del Barranco de las Tablas. Al NO las pendientes se hacen más suaves, con algunas elevaciones de poca importancia, como el Cerro Gordo.

En cuanto a la vegetación, en la ladera NO existen especies autóctonas de monte bajo como las coscojas, enebros, y de abundantes pinos carrascos, mientras que en la vertiente SE sólo existe monte bajo y algún pino, debido a que esta es la zona de solana de la sierra.

Existen líneas eléctricas que atraviesan la zona, destinadas al uso en las canteras. No hay cursos de agua permanentes.

Existen también diversos yacimientos arqueológicos catalogados en la zona (plano 2.4.4.). Son estos:

- Poblado romano del "Poyo Miñano", de época romana.
- Cueva del Poyo Miñano. Enterramiento colectivo calcolítico.
- Cueva de la Lija. Enterramiento colectivo calcolítico.
- Cueva de la Hoja. Enterramiento colectivo calcolítico.
- Abrigo del cuenco. Enterramiento colectivo calcolítico.
- Cuevas del Punzón I y II. Enterramiento colectivo calcolítico.
- Poblado del Portillo. Poblado Argárico.
- Cueva del Portillo. Enterramiento colectivo calcolítico.



Foto 1. Ubicación de la zona de estudio dentro de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

1.1.1.- ANTECEDENTES.

En esta sierra existen actualmente varias canteras en explotación y otras abandonadas. Existen varias zonas donde se sitúan estas explotaciones, pero la mayoría de ellas están en la zona central de la sierra (Ver la situación de las canteras en la cartografía 1:25.000, plano 2.4.2.). El material explotado son **calizas masivas de color crema**.



Foto 2. Vista general de la Sierra de la Puerta donde se observan las explotaciones a cielo abierto.

Estas explotaciones están asociadas a una formación geológica, de edad Eoceno Superior (con 36 m.a.). El nombre comercial del material objeto de explotación es **Crema Marfil Sierra de la Puerta** (foto 3).



Foto 3. Muestra pulida de Crema Marfil Sierra de la Puerta.

El método de explotación es en cantera a cielo abierto y con morfología en bancos (**Método Finlandés**), aprovechando la geometría de la capa explotable y de la ladera. En este caso, la capa explotable aflora en el cara SE de la sierra, con una pendiente media de la ladera de unos 50° hacia el SE.

Las zonas que no se han explotado son las que no tienen potencia suficiente de material explotable, las que están muy fracturadas o las que están afectadas por cambios en la tonalidad. Existe una zona de la Sierra donde aparecen bolsadas de material arenoso (de color rojizo) que también influyen de forma negativa en el rendimiento de la cantera.

1.1.2.- ANTECEDENTES GEOLÓGICOS (Según Paquet, 1969).

*La Sierra de la Puerta está situada geológicamente en las Zonas Intermedias de las Cordilleras Béticas, con características intermedias entre el Subbético y el Prebético. Paquet, clasifica la serie de esta Sierra dentro de lo que él llama *Prebético Meridional*, pero en este estudio se ha considerado esta zona como perteneciente a las *Unidades Intermedias*.

El *Prebético Meridional* * está situado inmediatamente sobre el Triásico cabalgante Subbético. En esta parte, está plegado en un vasto sinclinal con el flanco meridional invertido, desapareciendo debajo del Triás Subbético.

Los términos Cretácicos de la Serie de la Puerta afloran en dos regiones bien distintas:

Entre las elevaciones de la propia Sierra de la Puerta y el frente de cabalgamiento Subbético, y un poco más al Norte, al NO de Calasparra y al Sur del río Benamor, entre los llanos de la Carrasca y la Serie de San Miguel.

No hay ningún contacto anormal de importancia que separe el Prebético interno del dominio Prebético s.s.. Al NO de esta unidad, se extiende el vasto sinclinal de Moratalla, relleno de margas Burdigalienses.

La pendiente de las capas, hace aflorar el Cretácico Prebético, caracterizado por facies continentales en el Cretácico Inferior y dolomítica en el Cretácico Superior. Veremos en detalle que, al contrario, en el borde meridional de este sinclinal, el Cretácico de la Puerta es uniformemente marino, del Albiense al Maastrichtense.

Los términos Pre-Albienses no son conocidos porque desaparecen al Sur bajo el Triás Subbético. Las facies del Cretácico son neríticas y muy frecuentemente cargadas de minerales detríticos. Por sus características mixtas, la serie de la Puerta se sitúa en la transición entre el Prebético y el Subbético.

P. Fallot (1943, 1945 p 85-90) reconoció la naturaleza Prebética de los terrenos aflorantes inmediatamente bajo el frente de cabalgamiento del Subbético, desde Moratalla a Calasparra. Puso en evidencia, además de los términos Nummulíticos, los componentes principales de la serie Cretácica, a saber:

- 1.- Los niveles margo-arenosos del Aptiense con *Orbitolina concoidea-discoidea* (parte meridional de la Sierra de la Puerta).
- 2.- Las margas con *Turrilites bergeri* BRONG et t. *Costatus* LMK, del Albiense (entre las sierras de la Puerta y San Miguel).
- 3.- El Senoniense con *Parapachydiscus gollevillensis* D'ORB.

P. Fallot incorpora, pues, la serie de la Puerta al Prebético, que se opone al nivel del Cretácico por sus facies zoógenas, neríticas o continentales, al Subbético cuyas facies son pelágicas y marinas (1945, p. 92). Sin calificar la serie de la Puerta de serie intermedia, él la coloca en una posición paleogeográfica intermedia entre el Prebético al N y el Subbético al S.

CRETÁCICO.

Cretácico Inferior. En la Sierra de la Puerta, el primer término que aparece bajo las margas del Keuper Subbético está datado del Albiense. Hay dos cortes descritos en esta Sierra, al S y al N de la Sierra.

a) **Corte de la Casa de Sillen.** El barranco del Moro, que desciende de las montañas situadas al N de Caravaca, está cortado por la carretera de Calasparra a la altura del kilómetro 4,5. Éste discurre por margas azules piritosas, con niveles endurecidos más calcáreos. Las capas están invertidas (Fig. 1A):

- a) Margas arenosas, micáceas, ocres por alteración (probablemente Albienses).
- b) Calizas margo arcillosas gris-crema con numerosos erizos y orbitolinas; la microfacies de este nivel es muy detrítica. Se han reconocido numerosos cuarzos angulosos, algunos oolitos, equinodermos y orbitolinas.
- c) Margas más o menos arenosas, azules, piritosas, conteniendo numerosos nódulos de limonita.

La base de estas margas están provistas de la siguiente asociación: *Hedbergella washitensis* (CARSEY), *Globigerina Infracretacea* GLAESS, *G. Planispira* TAPPAN, *Gavelinella berthelini*, *G. Flandrini*, *G. sp.*, *Patellina subcretacea* CUSH. et ALEX., *Epistomina colomi* SIGAL, *Valvulammina sp.*, *Marssonella Oxycona* (Rss), *Trochammina sp.*, *Reophax sp.*, *Ammobaculites sp.*, *Ostracodes*. Esta es una asociación característica del Albiense.

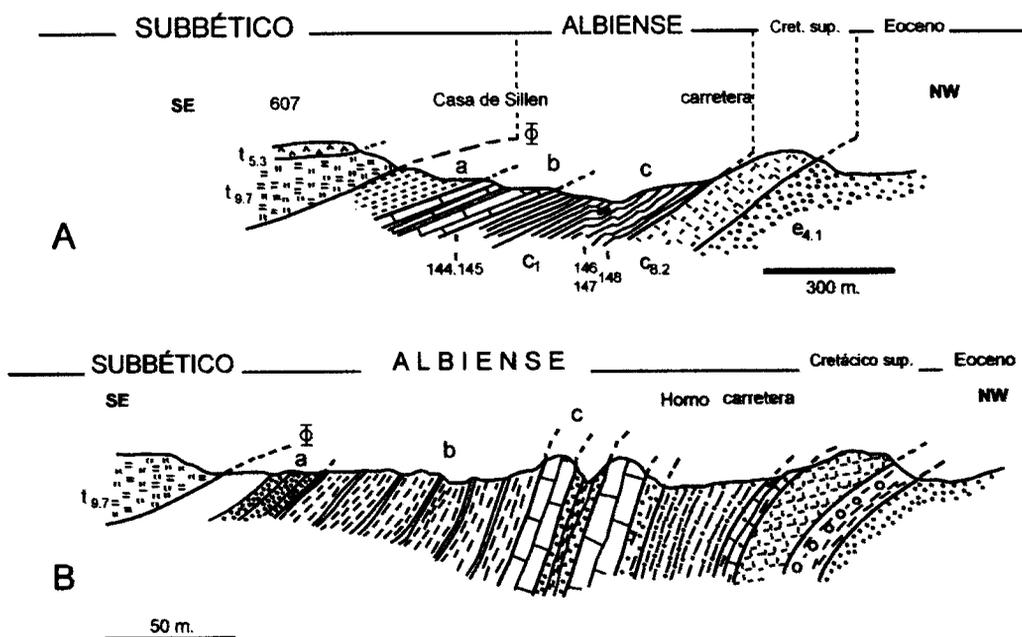


Fig. 1.- El Cretácico Inferior de la Sierra de la Puerta. A. Corte de la Casa de Sillen. Leyenda: t_{9.7}: Keuper Subbético; c₂: Cretácico Superior. B: Corte del Horno. Leyenda: t_{9.7}: Keuper Subbético; c₂: Cenomaniense; c₃: Cretácico Superior; e₄: Paleoceno Superior; e_{4.1}: Eoceno Inferior.

Se estudiarán en detalle las formaciones que rodean al Albiense Medio en el corte del Horno, algunos metros más al Norte. Las calizas margosas con orbitolinas (b) pasan en esta distancia a calizas de facies urgonianas que son las que determinan el paisaje en crestas.

b) **Corte del Horno.** Al nivel del Km. 9 de la carretera Caravaca-Calasparra, un barranco comienza cerca del Horno de la casa de los Peones y se dirige hacia Este para terminar en el Km. 9 de la carretera que va desde Cehegín hacia Valentín. La serie está invertida y está formada de abajo a arriba por (Fig. 1B):

Margas arenosas (b) que vienen estratigráficamente a partir de las arenas azoicas (a). Están compuestas de: *Hedbergella washitensis* (CARSEY), *Globigerina infracretácea* GLAESS., cf. *Planispira* TAPPAN, *Gabelinella* cf. *Intermedia* (BERTHELIN), *G. sp.*, *Patellina subcretácea* CUSH. et ALEX, *Conorboides sp.*, *Lenticulina sp.*, *Ammobaculites sp.*, *Ostracodes* (éch. n^{os} 226-227-228). Los niveles de base de este corte pertenecen pues al Albiense, estando formados por la presencia de *Hedbergella washitensis* de los primeros niveles de margas (b). Sólo las areniscas azoicas (a) pueden eventualmente ser asociados al Aptiense.

Por el aumento del contenido en carbonato, pasamos progresivamente de las margas arenosas (b) a calizas compactas con *Orbitolinas* (c). Estas capas de transición, bajo forma de calizas margo-arenosas micáceas están compuestas, además de *Orbitolinas*, de: *Coskilonina sp.*, *Hedbergella washitensis* (CARSEY), *Globigerina sp.*, *Gavelinella Flandrini*, *G. sp.*, *Patellina subcretacea* CUSH. et ALEX, *lenticulina sp.*, *Ostracodes* (éch. N^o 229);

Margas arenosas (d) alternando con areniscas en capas. Éstas están compuestas por una asociación de foraminíferos bentónicos, que es característica del Albiense.

Una veintena de metros de calizas con *Orbitolinas* (e), erizos y Terebrátulas. La microfacies es, típica: entre los muy numerosos oolitos bien desarrollados, nos encontramos las arenas con equinodermos, de lamelibránquios, gasterópodos y de *Orbitolinas* (*Orbitolina concoidea-discoidea* A. GRASS), de los cuales algunos son finamente arenosos.

Margas y calizas arenosas (f) con Terebrátulas y restos de Ammonites. Las margas están formadas por una asociación de microfósiles (foraminíferos), que sitúan estas margas en el Albiense medio.

Una serie de margas y margocalizas arenosas (g) que se desarrollan en la depresión recorrida por la carretera Caravaca-Calasparra, pasando progresivamente a una alternancia de calizas margo-arcillosas y de margas, base de la serie del Cretácico Superior. Esta serie ha sido examinada anteriormente en el corte de la Casa de Sillen.

En este corte, los afloramientos corresponden a un cerro de margas (g) situadas al NO de la carretera nutridas de la misma microfauna que las margas (f). Esta forma es conocida en el Albiense superior y en el Cenomaniense basal.

Conclusiones. Del estudio micropaleontológico del Cretácico Inferior de la serie de la Sierra de la Puerta, se desprende que solo el Albiense con *Hedbergella washitensis* está representado. Diferentes niveles del Albiense han sido determinados y parece que hay una continuidad en la sedimentación durante esta etapa.

CRETÁCICO SUPERIOR.

En serie continua, el Cretácico Superior está a continuación del Cretácico Inferior. Los afloramientos están localizados al NO de la carretera de Calasparra. Se pueden efectuar un par de buenos cortes en el Cretácico Superior en numerosos puntos, éste es uno de ellos:

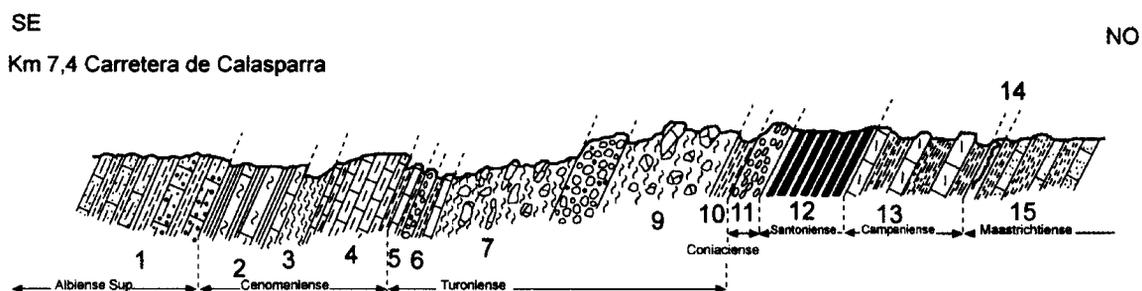


Fig. 2.- El Cretácico Superior del Prebético Meridional: corte de la Sierra de la Puerta. Comentarios en el texto.

Si seguimos la carretera de Calasparra 500 metros al N del mojón 7, al nivel de un puente, nos encontramos un pequeño barranco que se dirige hacia el NO. Las paredes de este barranco permiten el reconocimiento de los horizontes aflorantes, que de abajo a arriba son:

1) 20 metros de margas grises, a veces amarillentas, alternando con margocalizas grises. Este nivel está a continuación de las margas y margocalizas arenosas del Albiense.

2) 15 metros de una alternancia de margas amarillentas y de margocalizas grises. Esta serie pertenece al Cenomaniense.

3) 3 metros de margas y margocalizas grises-azuladas con ammonites desenrollados.

4) 15 metros de margas y margocalizas grises, amarillas por alteración.

Los niveles 3 y 4, netamente menos arenosos que los precedentes, están caracterizados por una microfauna del Cenomaniense.

5) Algunos metros de calizas compactas blanco-amarillentas y de margas blancas, seguido de un banco de un conglomerado monogénico intraformacional. Este nivel está provisto abundante microfauna del Cenomaniense Inferior.

6) 1 metro de calizas compactas y de margas blancas.

7) 20 metros de margas blancas amarillentas conteniendo enormes bloques de calizas compactas. Esta formación margosa conglomerática data estos elementos de edad Cenomaniense Inferior.

8) 5 metros de conglomerados calcáreos, monogénicos, intraformacionales.

9) 20 metros de margas conglomeráticas blancas, muy parecidas a las del nivel 7, conteniendo bloques de calizas blancas compactas con Rosalinas.

10) 1 metro de margas blancas.

11) 5 metros de conglomerados monogénicos bien consolidados, formados por cantos de pequeño tamaño.

12) 10 metros de "capas rojas". Este nivel es característico por su color. Se ha encontrado en todo el dominio Subbético.

13) 20 ó 25 metros de margas grises alternando con calizas margosas grises. Este nivel, directamente superpuesto al Santoniense, pertenece, como mínimo al Campaniense superior.

14) 40 cm. de margas endurecidas, ferruginosas, presentando algunos cantos redondeados y pequeños fenómenos de "slumpings".

15) 25 metros de calizas arcillosas micáceas, en plaquetas, alternando con margas grises o verdes. La fauna encontrada data este nivel en el Maastrichtiense.

En la mayor parte de la Sierra de la Puerta, la serie del Cretácico Superior se acaba en este nivel del Maastrichtiense Superior.

EOCENO.

Corte del Barranco de la Puerta. No se puede levantar un corte estratigráfico de forma continua del Eoceno Inferior al Eoceno Superior. La sucesión más clara se observa al Oeste del Km. 7 al 9 de la carretera Caravaca-Calasparra, en los diferentes barrancos que transcurren del NO al SE (Fig 3).

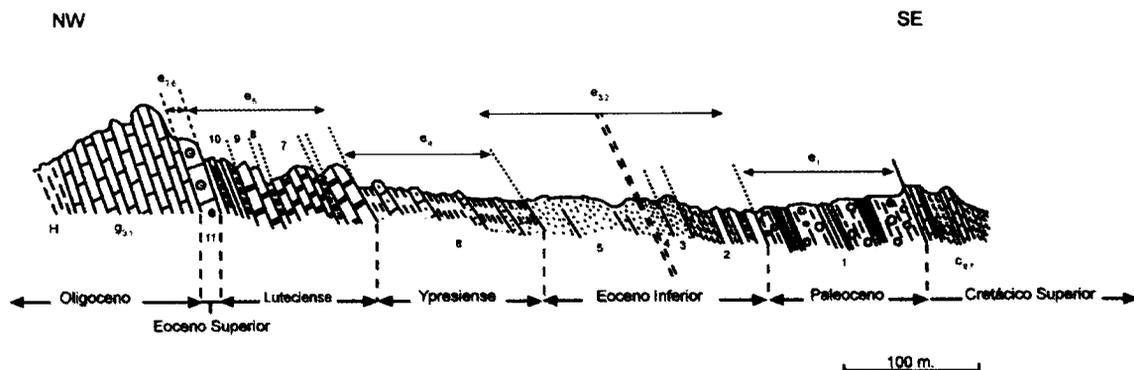


Fig. 3.- Corte del Eoceno del Prebético Meridional: corte de la Sierra de la Puerta.

A la sucesión de calizas ligeramente margo-arcillosas, rojas, desconchadas, alternando con margas arenosas verdosas del Daniense, vienen los siguientes niveles:

- 1) Margas verdes, con cantos calizos ligeramente arenosos maastrichtienses, alternantes con arenas rojizas con intercalaciones más duras. Los elementos Maastrichtienses pueden alcanzar varios metros cúbicos. Las margas presentan una microfauna del Paleoceno Superior.
- 2) 4 metros de una alternancia de conglomerados mal consolidados y de margas verdes.
- 3) 1 metro de arenas ferruginosas consolidadas.

- 4) Una alternancia de arenas consolidadas y de margas verdes más o menos micáceas; la parte inferior de las margas verdes de este nivel tienen abundante microfauna del Paleoceno.
- 5) 100 metros, al menos, de margas blancas o amarillentas, más o menos consolidadas del Ypresiense.
- 6) de 20 a 30 metros de una alternancia de margas arenosas micáceas y de calizas grises arenosas, que contienen cantos cuarzosos.
- 7) Serie de calizas con grandes Nummulites, a la cual le preceden 2 metros de margas grises, luego 10 m. de calizas arenosas grises, más o menos nodulosas.
- 8) Algunos metros de arenas y cantos amarillos, así como margas blancas.
- 9) De 5 a 6 metros de calizas compactas con Nummulites.
- 10) Algunos metros de una alternancia de margas blancas y calizas grises.
- 11) De 4 a 5 metros de calizas blancas con algas, conteniendo erizos.

Sobre estas calizas, están las calizas Oligocenas. Esta serie Eocena (del 1 al 11) es desigualmente rica en fauna. En efecto, los niveles arenosos y detríticos son más frecuentes. Sin embargo, se puede sospechar de la existencia de una sedimentación continua del Eoceno Inferior al Superior.

OLIGOCENO.

En el transcurso del Eoceno, la sedimentación en la parte interna del Prebético, es continua pero esencialmente detrítica. Esta sedimentación se continúa probablemente en el Oligoceno. En la Sierra de la Puerta, se encuentra en concordancia sobre calizas blancas Bathonienses (Crema Marfil).

1) 40 a 50 metros de calizas en pequeños bancos ligeramente arenosas (nivel "g" en la Fig. 2); estas calizas presentan unos pocos fragmentos de lepidociclinas.

2) Alternancia de margas blancas y calizas molásicas arenosas (nivel "h" en la Fig. 3). Son muy potentes, ocupando el vasto sinclinal de Moratalla, relleno de terrenos de edad Burdigaliense.

1.1.3.- INVENTARIO DE INDICIOS.

Se ha realizado un recorrido con detalle de toda la zona en busca de indicios mineros y de afloramientos potencialmente productivos. El resultado en esta zona es la elaboración de 4 fichas de inventario (ver anexo 2.1), en la que se recogen los datos más importantes de estos afloramientos.

1.2.- GEOLOGÍA REGIONAL.

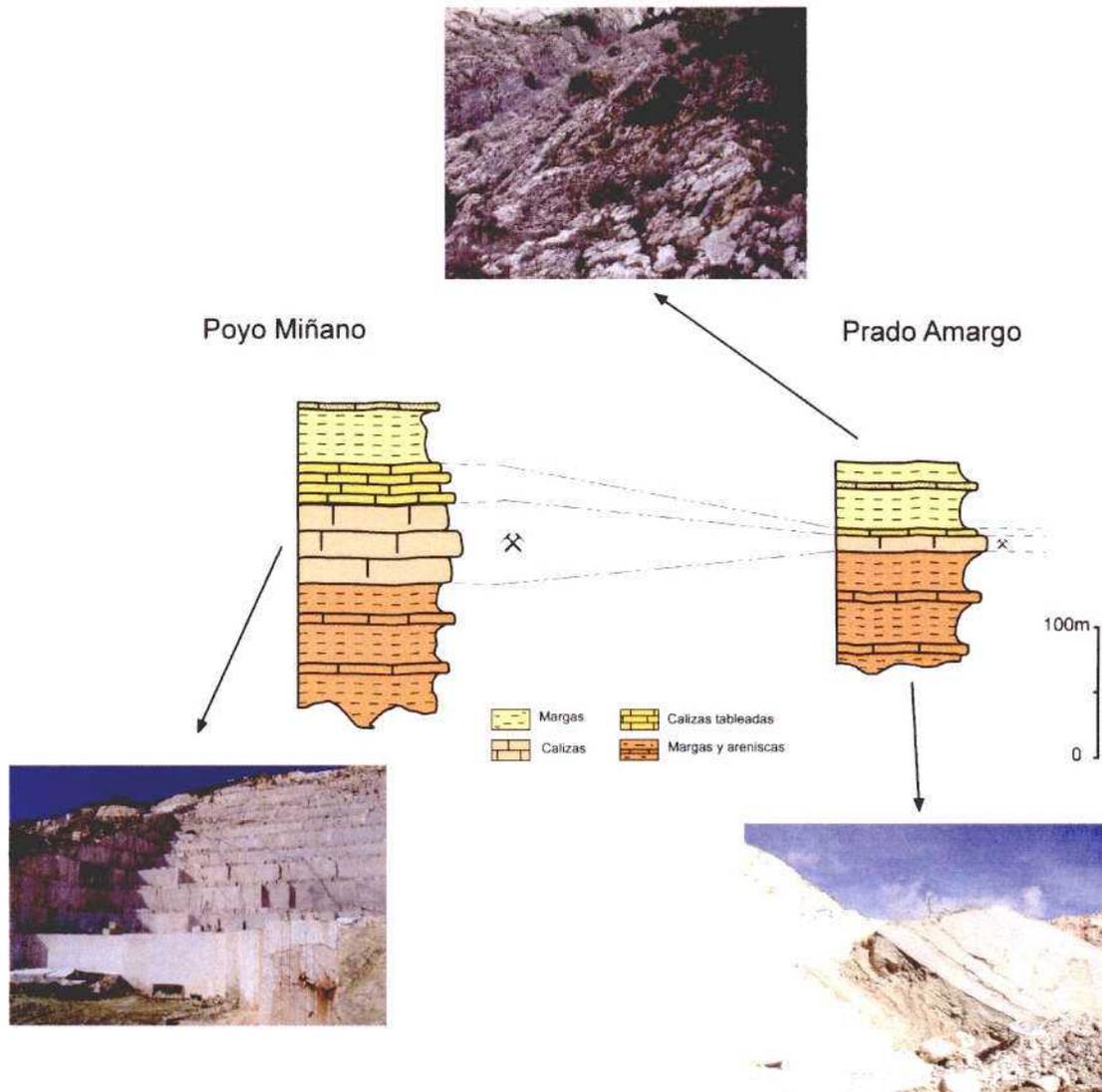


Fig.4.- Diferentes columnas estratigráficas donde se representan las litologías existentes en la Sierra de la Puerta.

La geología regional de la zona es relativamente complicada, debido a que está situada entre las zonas Subbética y Prebética de las Cordilleras Béticas, formando un dominio intermedio. Afloran en esta zona rocas sedimentarias del Mesozoico (Cretácico) y del Cenozoico (Terciario), plegadas y fracturadas por la orogenia alpina, además de sedimentos del Neógeno y del Cuaternario, que no están tan afectados por la misma.

En esta serie hay numerosos niveles, todos ellos de pequeña potencia, no llegando a superar los 20 metros, a excepción de algunas capas (como la explotable), que llega a superar los 50 metros.

A continuación se describe la capa explotable y las capas que están por encima y por debajo de esta, para poder diferenciar unas de otras (Fig. 4).

Eoceno Medio. Está compuesto por una alternancia de margas blancas, que al corte fresco son grises, y calizas areniscosas. En esta capa se pueden observar fenómenos de slumping. El contacto entre esta capa y la siguiente es un contacto

neto, que se aprecia perfectamente debido a la diferencia de color y de competencia entre las dos capas.



Foto 4. Detalle de la capa del Eoceno medio, de carácter margoso que reposa directamente debajo (capas invertidas) del miembro de calizas crema.

Eoceno Superior. Calizas color crema, masivas con algas, numerosos restos de erizos y otros microfósiles como discociclinas, actinociclinas, heterostegina, etc. Este es el miembro explotable en la Sierra de la Puerta.

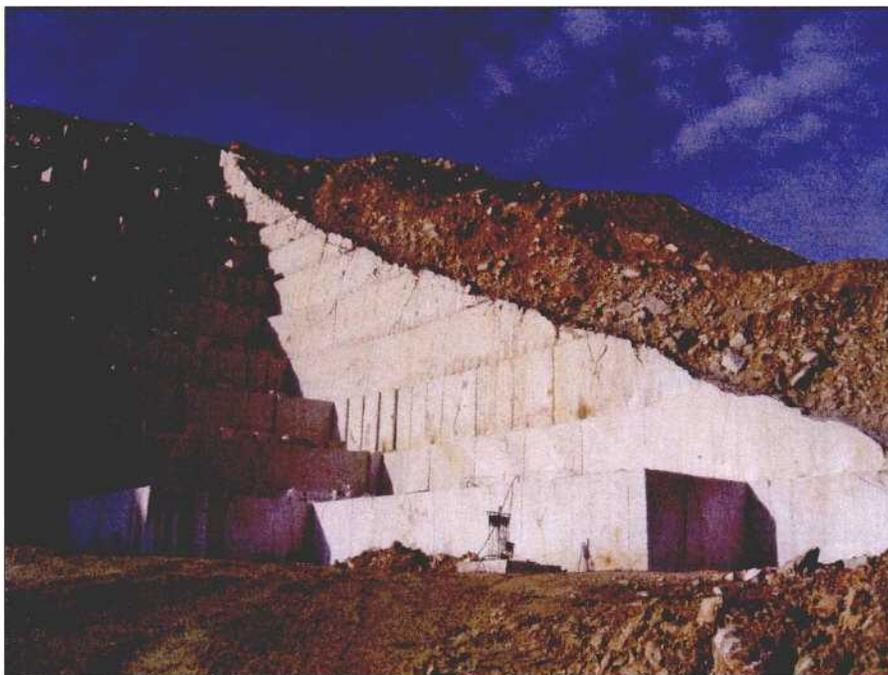


Foto 5. Vista general de una cantera en la Sierra de la Puerta donde se aprecia el miembro explotable, del Eoceno superior, con su color crema característico, que resalta entre las otras litologías.

Oligoceno. Calizas blancas en pequeños bancos (20-25 cm) con restos de lepidociclinas (Foto 6).



Foto 6. Detalle de las calizas del Oligoceno en la Sierra de la Puerta, donde se aprecian las capas de la que está compuesta.

1.2.1.- GEOLOGÍA LOCAL.

La geología local de esta sierra es relativamente sencilla. A simple vista, se trata de una serie monoclinal con un buzamiento acusado hacia el SE. Existen dos miembros competentes que resaltan entre miembros de naturaleza más blanda. Los miembros competentes son las calizas (bioesparitas) color crema de edad Eoceno Superior y las calizas tableadas del Oligoceno. Al SO aparecen las margas del Eoceno medio y al NE las margas Miocenas, siendo ambos los miembros incompetentes.

Hacia el NE entramos dentro de los dominios del "Sinclinal de Moratalla", cuyo núcleo está formado por margas Miocenas. Hacia el SO, a partir de las margas del Eoceno Medio encontramos numerosos niveles, que pertenecen tanto al Paleógeno como al Cretácico, hasta alcanzar el Trías Subbético.

La prospección se ha centrado en las formaciones donde hay o han habido explotaciones de roca ornamental, es decir en las *Calizas de color crema* del Eoceno Superior.

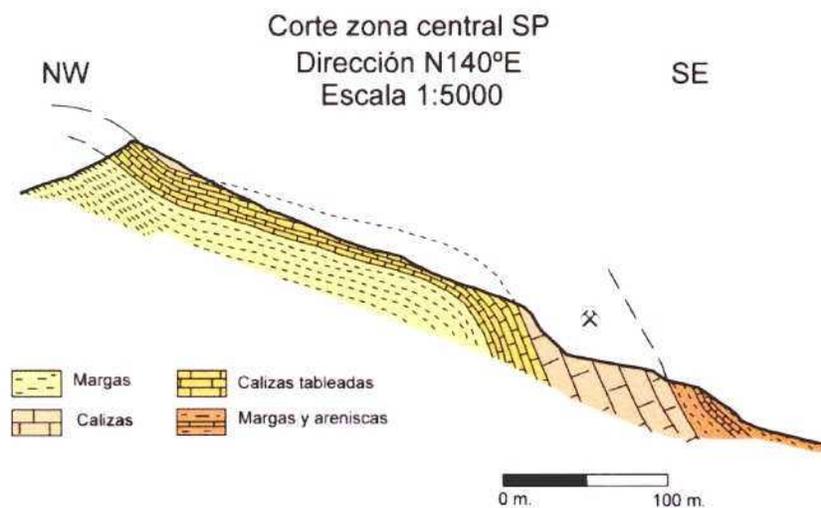


Fig. 5.- Corte Geológico en la Zona Central de la Sierra de la Puerta. Con los martillos se simboliza la capa explotable. En este corte se observa la geometría de las capas y su potencia.

1.2.2.- TECTÓNICA.

La Sierra de la Puerta, orientada de Suroeste a Noreste, es paralela durante más de 8 kilómetros a la carretera Caravaca – Calasparra. Por el Sureste, a 1 kilómetro de la carretera, se observa el frente de cabalgamiento del Triás Subbético.

La sierra presenta una estructura bastante homogénea. Está formada por una serie de naturaleza invertida, con una pendiente de 40° hacia el SE, empezando en el Albiense, que está situado sobre las margas con yeso triásicas cabalgantes, y acabando en el Burdigaliense, al NO de la Sierra. Éste forma el borde sureste de la cuenca de Moratalla. No se observa ninguna discontinuidad tectónica entre el Prebético y esta serie. La posición invertida de las capas es debida al cabalgamiento del Subbético situado más al Sur.

La cresta de calizas eocenas y oligocenas que forma el eje orográfico de la Sierra de la Puerta se interrumpe bruscamente hacia el Noreste, a unos 12 kilómetros de la carretera de Caravaca – Calasparra.

En la zona Nororiental, esta sierra acaba en una falla, que desplaza 5 kilómetros hacia el Norte (llanos de la Carrasca) los afloramientos de la unidad. (Fig. 6).

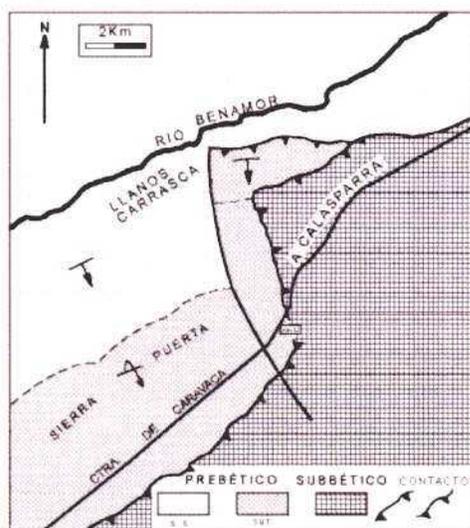


Fig. 6.- Posición esquemática de las Unidades Intermedias (SUD) y del cabalgamiento sobre el Subbético. (Tomado de Paquet, 1969).

En general, la Sierra de la Puerta está constituida por una serie monoclinual de naturaleza invertida. Existen varias fallas normales importantes con dirección NE-SO que dividen la sierra, y desplazan varios metros los contactos dibujados. El buzamiento de la capa oscila según la zona entre los 20 y los 50 grados, siendo en la zona central donde se obtienen los buzamientos más importantes. Normalmente, el buzamiento decrece conforme subimos topográficamente (ver corte geológico, Fig. 5)

Cabe destacar una fractura que actúa en la zona central de la Sierra de la Puerta, con una dirección aproximada de N30° y que tiene una especial incidencia en el desarrollo de las explotaciones situadas en esa zona. Por la dirección que lleva, condiciona de forma directa las labores de extracción de la roca. Al Oeste de esta falla, encontramos la capa explotable (las calizas de color crema), y al Este de la misma, encontramos "bolos" sueltos de diferente tamaño (hasta 10m de ancho) que no son explotables, puesto que no forman un nivel continuo.

Se ha realizado un estudio de las diaclasas y fracturas encontradas en la Sierra de la Puerta, tomando 45 medidas de dirección y buzamiento de estas fracturas en la zona donde están ubicadas la mayoría de las canteras (zona central) para obtener una mayor representatividad, obteniéndose los siguientes resultados, representados en la *falsilla de Wulf* con *contornos de variación del 2%* (Fig. 7 arriba), *rosa de los vientos* (Fig. 7 medio) y *diagrama de frecuencias* (Fig. 7 abajo).

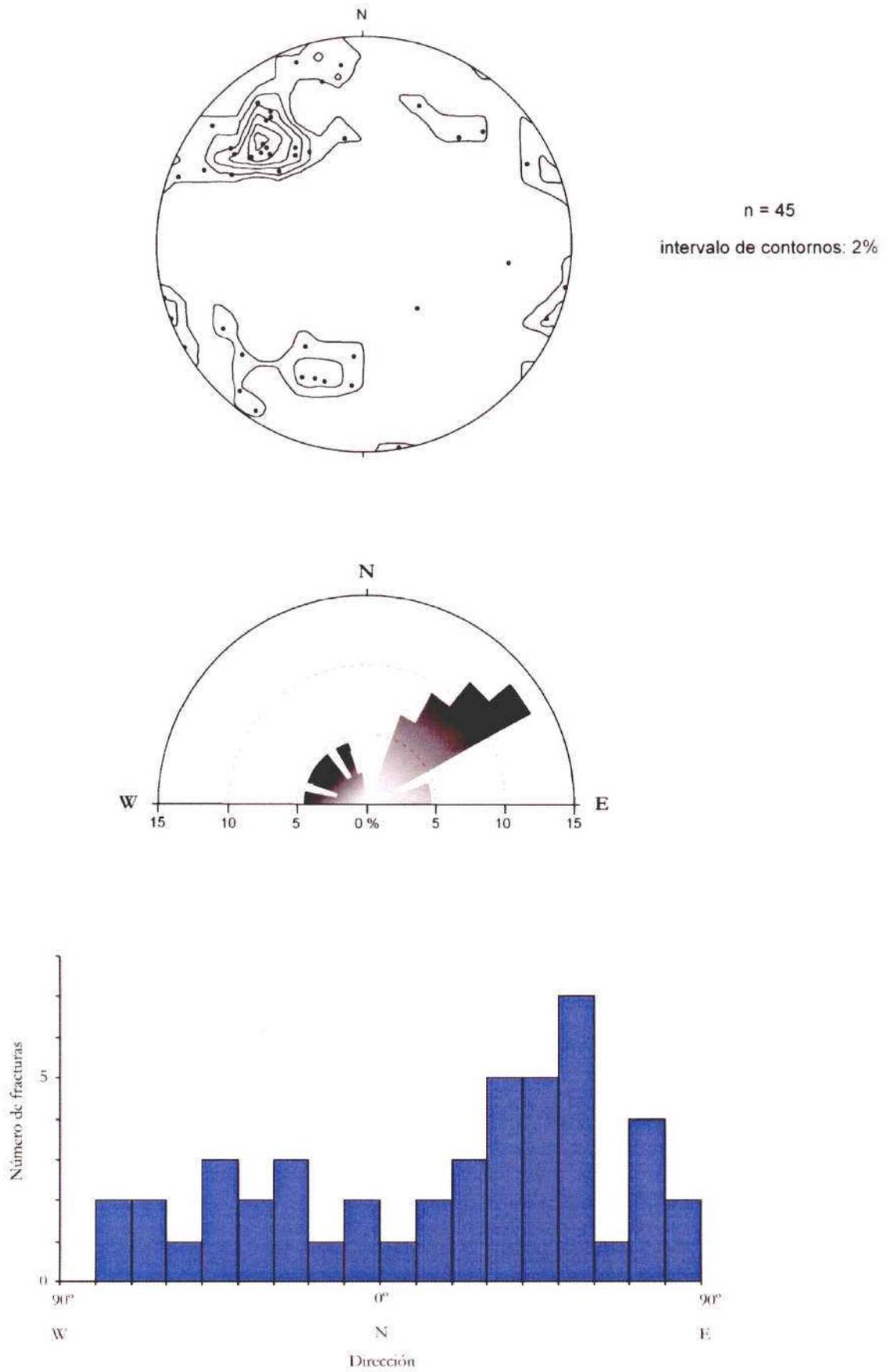


Fig. 7. Análisis de la fracturación en la Sierra de la Puerta, representado en Falsilla de Wulf (arriba), Rosa de los vientos (medio) y Diagrama de Frecuencias (abajo).

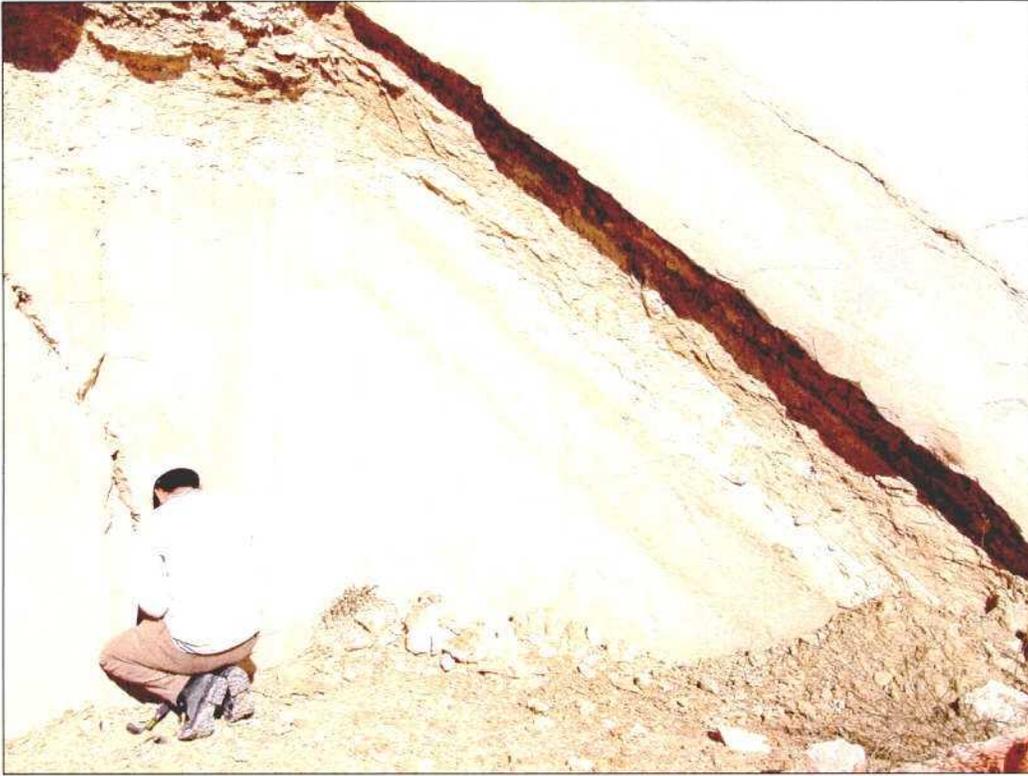


Foto 7. - En esta fotografía se observan los planos de buzamiento (a la derecha más marcado) y un técnico tomando una medición de uno de los planos de fractura encontrados en la Sierra de la Puerta

A la vista de los datos se observa unas direcciones preferente sobre todas las demás, esto es, entre 40° y 60° E, con buzamientos bastante verticalizados; y otra agrupación de medidas, que son casi perpendiculares en la dirección.

En cuanto al número absoluto de fracturas y al tamaño, se observa que éstas son numerosas y de tamaño bastante grande. La mayoría de las mismas están abiertas y rellenas de material rojizo arcilloso o verde margoso, formándose, a veces pequeñas cuevas, como consecuencia de la disolución de la roca por efecto del agua; las otras son fracturas cerradas, sin apenas movimiento. Además, estas fracturas son bastante continuas (se pueden recorrer con la vista por todo el frente de explotación) (Foto 8).

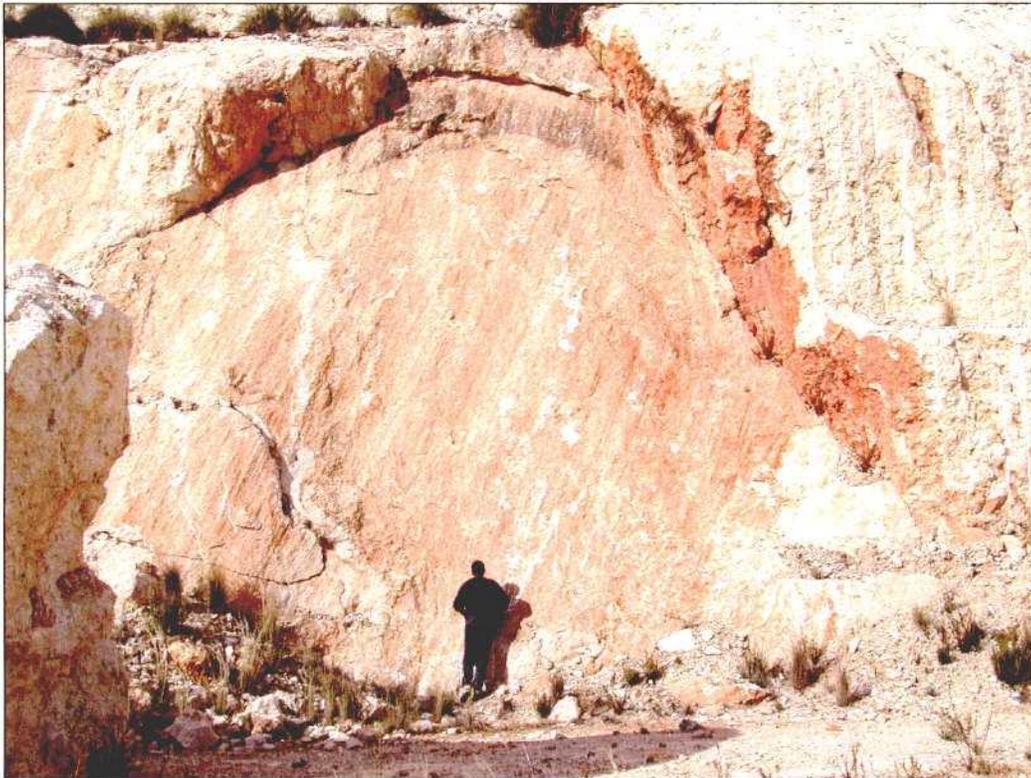


Foto 8. Detalle de un plano de falla en la Sierra de la Puerta. Este plano de falla está presente en toda la Sierra.

1.2.3.- UNIDADES POTENCIALMENTE PRODUCTIVAS.

Calizas crema del Eoceno Superior. Esta capa aflora casi en la totalidad de la Sierra de la Puerta, en las zonas topográficamente más altas de la misma. Constituye un resalte rocoso sobre las zonas adyacentes, más bajas, constituidas en su mayoría por materiales de carácter margoso arenisco, más blandos. La continuidad de la capa se ve alterada por varias fallas normales perpendiculares a la dirección de la misma que desplazan partes de la capa explotable (ver plano 2.4.2.) en la dirección NO-SE. Esta capa está dispuesta con una orientación aproximada N45°E y con un buzamiento medio de 40° al SE (el valor máximo del buzamiento es 73° y el menor 15°). Generalmente los buzamientos son menores en las zonas más altas de la sierra. La potencia media es de 40 metros, siendo la zona de mayor potencia, la zona central de la sierra.

Este afloramiento tiene una geometría elíptica en planta, es decir, tiene una zona central donde la potencia es mayor, y unas zonas laterales donde se adelgaza la capa, llegando a desaparecer. En la zona central es donde la anchura del material es mayor, debido a que en la parte más alta, la capa está más tendida (ver planos 2.4.3. y 2.4.5.).

La continuidad de la capa en profundidad es un dato que no se conoce hasta el momento, aunque se tiene constancia, por un sondeo realizado, que al menos a 200 metros se encuentra todavía.

Las canteras ubicadas en las partes más bajas de la sierra ya tienen que hacer movimientos de tierras para extraer el material, cosa que, en un futuro cercano será indispensable si se quiere continuar la explotación de esta capa bajo el nivel del suelo.

En cuanto a la calidad del material, vemos que este es bastante homogéneo en el color y bastante masivo, pero con algunas variaciones: cuando nos aproximamos a techo de la capa, es decir, a las calizas del Oligoceno, vemos que el color crema de la roca tiene algunas "manchas" verdosas, más o menos grandes, que devalúan la calidad del material (Foto 9). Estas manchas son debidas al relleno de huecos y pequeñas fracturas por materiales margoso-arcillosos de color verdoso.



Foto 9. Detalle del techo de las calizas crema, mostrando ese color verdoso característico en la Sierra de la Puerta.

En la zona más oriental de la sierra existen pequeñas bolsadas rellenas de arenas versicolores con algunos cantos redondeados (Fotos 10 y 11), procedentes de formaciones superiores, que también hacen esa zona menos rentable para su explotación.

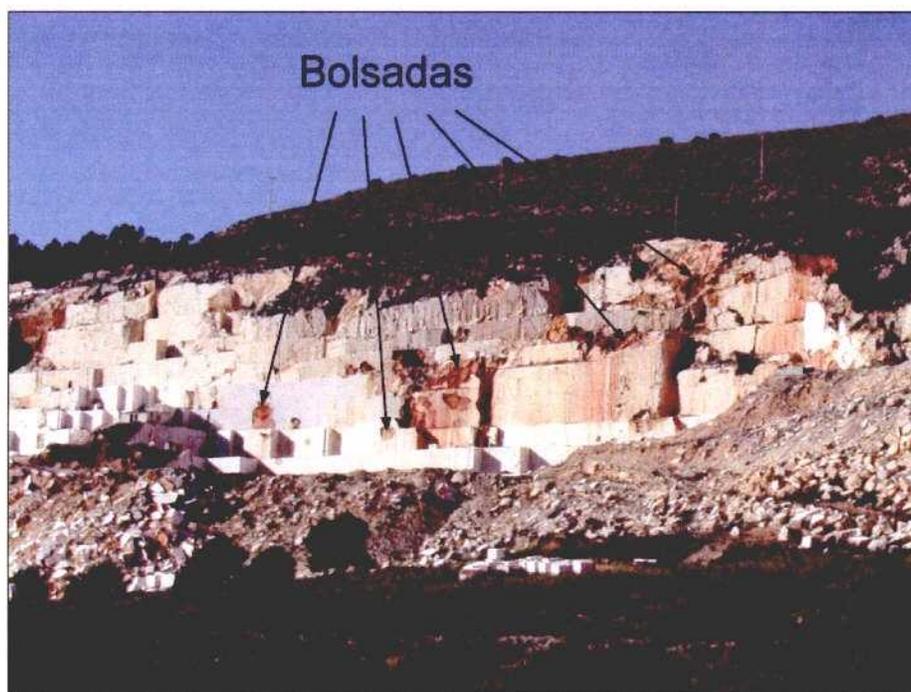


Foto 10. Vista general de algunas de las bolsadas que aparecen en las calizas crema Eocenas en la Sierra de la Puerta.

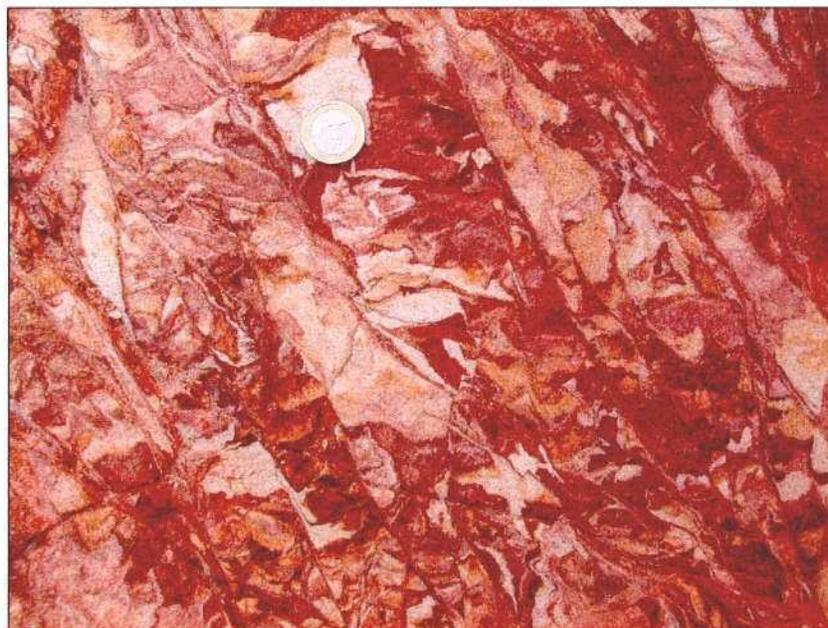


Foto 11. Detalle del relleno de bolsadas en la zona oriental de la Sierra de la Puerta.

En la zona central (ver plano 2.4.2.) existe una falla de dirección N30°E, a partir de la cual, al Este de la misma no se encuentra la Caliza Crema, sino que encontramos cantos de diferente tamaño (hasta de 10 m de ancho) en una matriz arenoso-arcillosa. Esta zona tiene una superficie considerable (ver plano 2.4.2.), y en ella no existe ninguna explotación de roca ornamental. Entre los diferentes "bolos" de roca es donde se localizan algunos de los yacimientos arqueológicos (ver plano 2.4.4.).



Foto 12. Vista de alguno de los cantos que aparecen en la Sierra de la Puerta.

1.2.4.- ESTUDIO GEOFÍSICO ELÉCTRICO EN LA SIERRA DE LA PUERTA

1.2.4.1.- INTRODUCCIÓN

El presente estudio se ha realizado como control Geofísico del área de la Sierra de la Puerta en Cehegín, con una fuerte actividad minera en la extracción de las calizas color crema Eocenas, también denominadas comercialmente, Crema Marfil Sierra de la Puerta. La Sierra presenta numerosas canteras en todo su cara Sureste por debajo del cual ha sido realizada esta investigación (Fig. 12b).

Dicha investigación del terreno ha sido encargada por el Centro Tecnológico del Mármol en Cehegín y desarrollada por la empresa Geytex S.L.

Objetivos.

Uno de los objetivos ha consistido en realizar una investigación geofísica de superficie, que nos permita adquirir información del subsuelo a través de los valores reales de resistividad eléctrica a partir de los cuales podamos obtener diferentes secciones del terreno que podamos relacionar con el nivel productivo de caliza blanca explotada en la zona.

También se ha pretendido determinar la estructura geológica existente en profundidad para la planificación en el futuro de las distintas explotaciones.

Materiales aflorantes.

El conjunto de materiales objeto de este estudio lo constituyen tanto materiales detríticos como carbonatados del Terciario en un flanco invertido con fuerte buzamiento, entorno a 50° hacia el SE y que anteriormente han sido descritos pormenorizadamente.

Investigación Geofísica.

La investigación geofísica a consistido en la realización de 13 Sondeos Eléctricos Verticales (SEV) de AB = 1000, siempre que fue posible su apertura; suficiente para obtener la información de resistividad que se pretende. La disposición ha sido en 3 líneas de 5 SEV, establecidas previamente por el Centro Tecnológico del Mármol, (Fig 1.), mediante tecnología GPS.

Justificación.

La presente investigación aporta datos concretos sobre la evolución de la resistividad eléctrica en profundidad del conjunto de materiales que se encuentran geométricamente por encima del nivel de calizas blancas del Eoceno (Crema Marfil), teniendo en cuenta que la aplicación de esta técnica nos ha permitido obtener una aproximación en detalle.

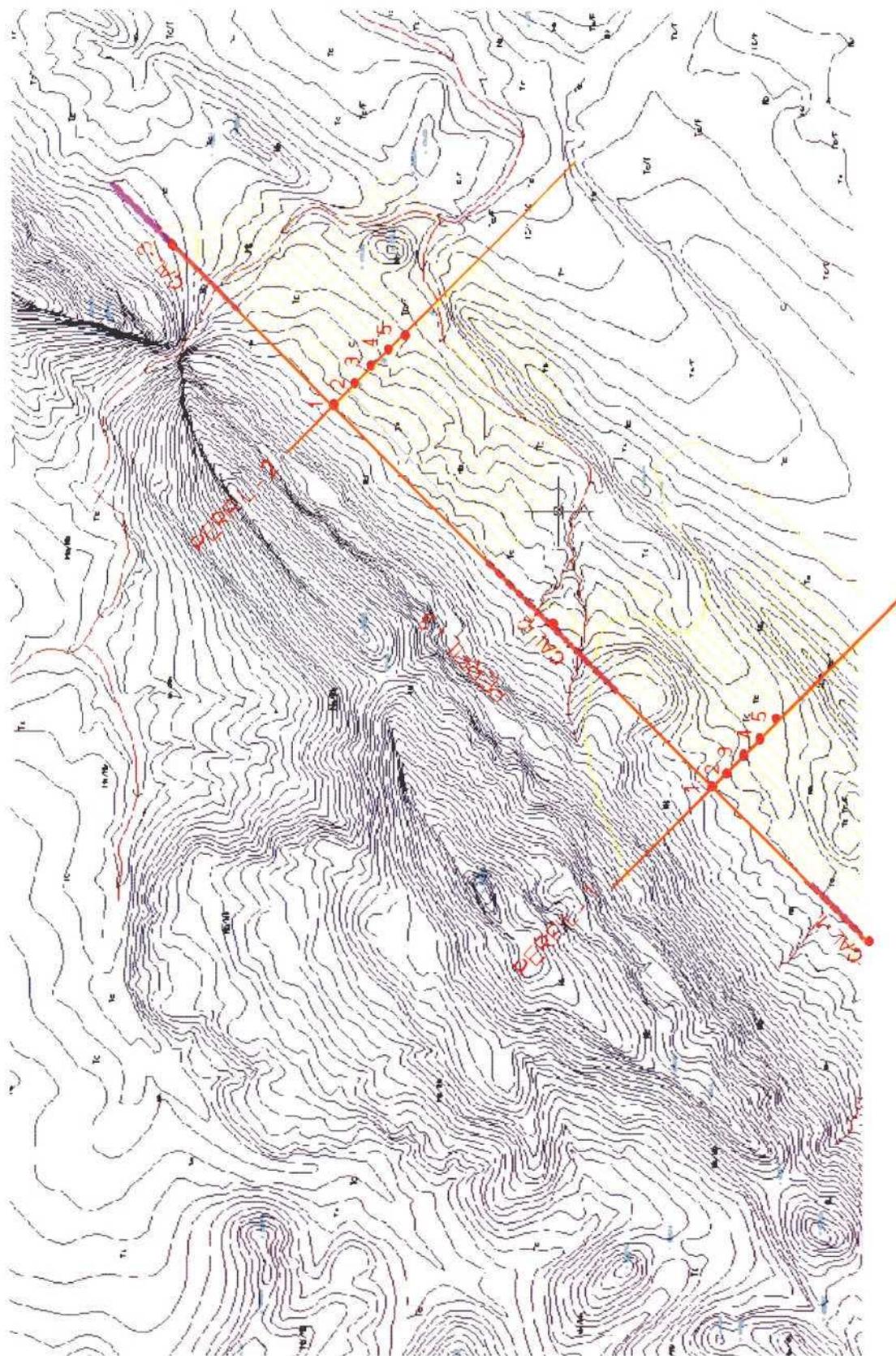


Fig. 12b Situación Geográfica de los S.E.V. realizados.

1.2.4.2.- RESULTADOS ELÉCTRICOS

Los resultados de este estudio se componen tanto de los datos de campo como de su interpretación. La interpretación ha sido realizada a partir del cálculo sobre la curva de campo, así como de las distintas observaciones de superficie realizadas en la zona.

Cada SEP está constituido por un gráfico de interpretación donde se relaciona la resistividad, litología y espesor, en un sistema de ejes de coordenadas de tipo logarítmico. La interpretación ha tratado en este caso de diferenciar variaciones de resistividad eléctrica con la profundidad.

Los datos medidos y calculados, se encuentran representados por dos gráficos. El superior, representa las medidas de campo mientras que el inferior, utilizando los parámetros que se originan tras el ajuste de la curva teórica, representa la columna geo-resistiva. El gráfico de interpretación o inferior consta de un eje de ordenadas normal donde se representa la profundidad, y un eje de abscisas de tipo logarítmico en el que la resistividad se mide en Ωm .

La correlación aplicada entre la resistividad eléctrica y las litologías observadas son las siguientes:

> 500 Ωm	Caliza o arenisca
100 – 400 Ωm	Margocaliza o arenisca más cementada.
30 - 100 Ωm	Margocaliza o arenisca.
20 – 30 Ωm	Marga con algo de arena o carbonato.
7 - 10 Ωm	Marga arcillosa.
< 7 Ωm	Arcilla húmeda

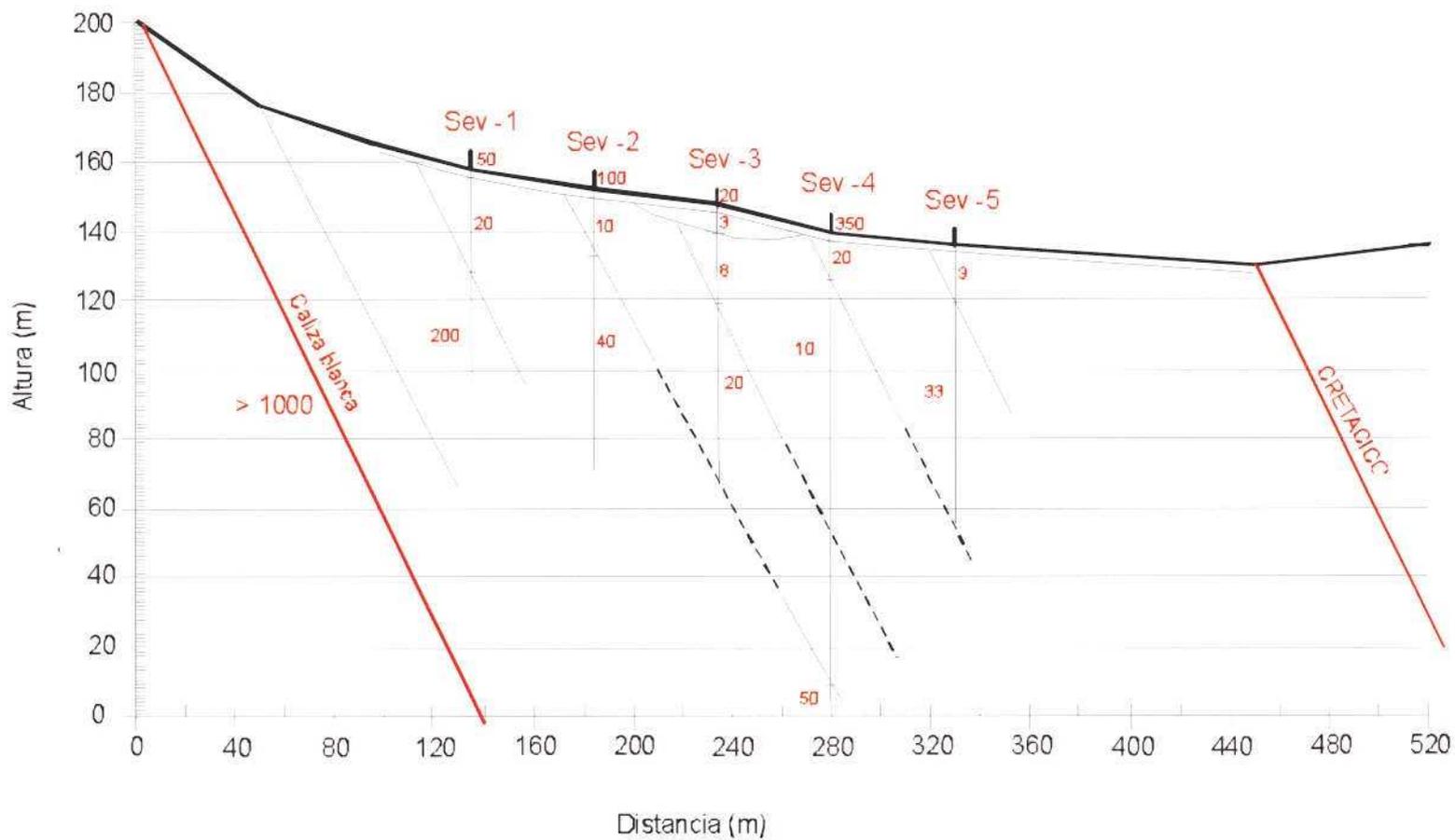
A la vista de los resultados obtenidos se observan ciertas variaciones de resistividad eléctrica sobre las que han influido negativamente dos aspectos como son: existencia de niveles de arenisca y/o carbonato de espesor variable que generan un aumento de resistividad eléctrica próxima al del valor real siempre que el espesor de dicha capa sea suficiente y por otro lado el fuerte buzamiento de las capas y aunque los extendimientos se han realizado paralelos a la estructura geológica han influido negativamente las heterogeneidades que de ello se deriva, generando una mayor dispersión de las medidas de campo.

Hay que destacar la no detección clara de las calizas crema debido a diferentes razones:

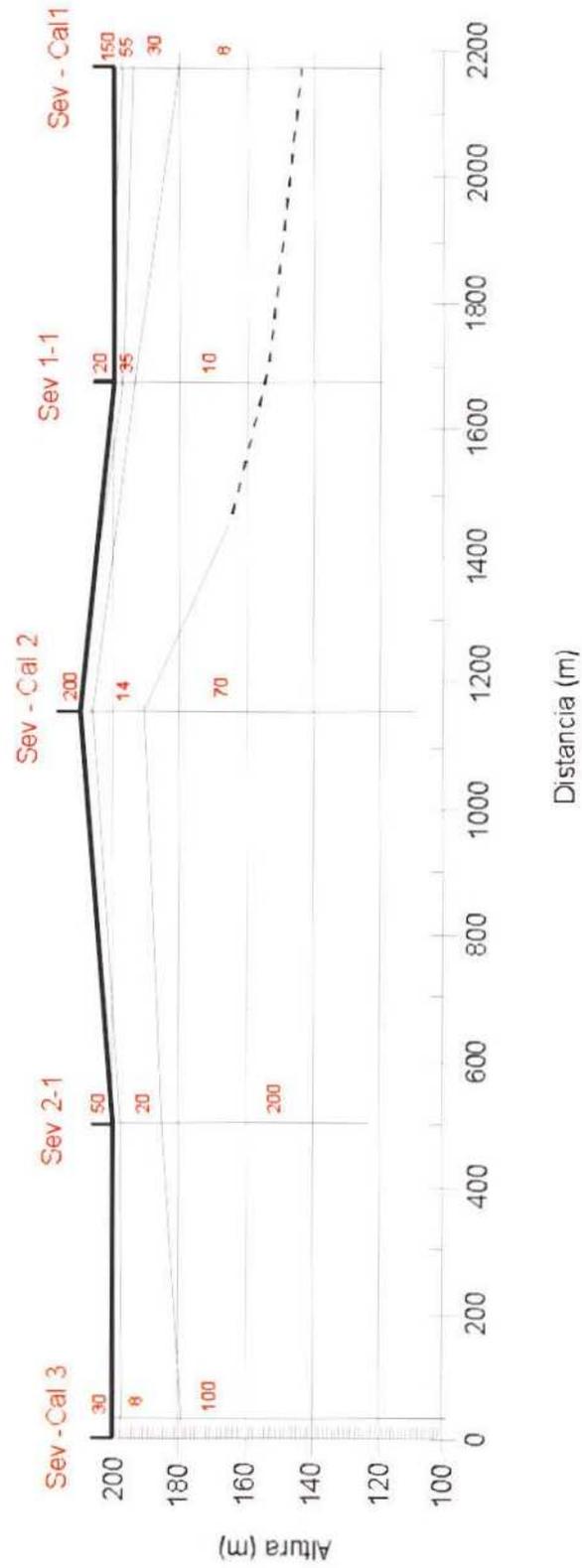
- El buzamiento de las capas de unos 50° ha producido que aunque la apertura de alas ha llegado en algunos casos a 1000 m y la profundidad de exploración ha superado los 300 m en algunos SEP, no se han detectado claramente.
- La imposibilidad de realizar la apertura de alas debido a la presencia de escombreras y actividad permanente de cantera.
- El espesor de las capas presentes por encima de las calizas es insuficiente para su correcta detección en profundidad junto con procesos de slumping observados en estas capas pueden haber favorecido la dispersión observada en las curvas.

Las gráficas que han servido como soporte a las distintas determinaciones son expuestas con todo detalle y de forma individual en el siguiente apartado , mientras que

PERFIL GEOELECTRICO - 2



PERFIL GEOELECTRICO - 3



1.2.4.3.- CONCLUSIONES Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

A partir de los datos anteriores se han obtenido los siguientes resultados :

a) No se ha podido detectar un nivel Resistivo claro con la profundidad, aunque si se ha hecho teóricamente siguiendo la tendencia general de las curvas. La capa de caliza blanca puede fácilmente tener más de 1000 Ω m de resistividad eléctrica.

b) Dificultad para realizar una correlación congruente de los niveles eléctricamente detectados. El fuerte buzamiento de las capas y la alternancia de niveles de arenisca y caliza han podido influir negativamente.

c) Las curvas eléctricas obtenidas presentan en ocasiones dispersiones excesivas como es el caso del sev 1-3, 2-1, 2-2, donde la interpretación de la curva podría ser significativamente distinta, fenómenos de apantallamiento como ocurre en el sev 1-4, donde existe un tramo de la curva que no se puede ajustar y buen ajuste en los sev 2-3, 2-4, 1-5 ó 2-5 donde en ninguno de ellos se observa resistivo alguno de importancia.

d) La profundidad de investigación obtenida cuando aplicamos esta técnica de exploración no es realmente la observada en la columna geo-resistiva es normalmente muy superior. La columna muestra cual ha sido el último cambio eléctrico detectado lo cual no supone que el fondo de investigación tenga que coincidir con dicho nivel, en cada uno de los S.E.V se ha especificado la profundidad de explotación.

e) Por último hay que decir que los extendimientos han sido realizados en toda su longitud hasta la existencia de algún obstáculo.

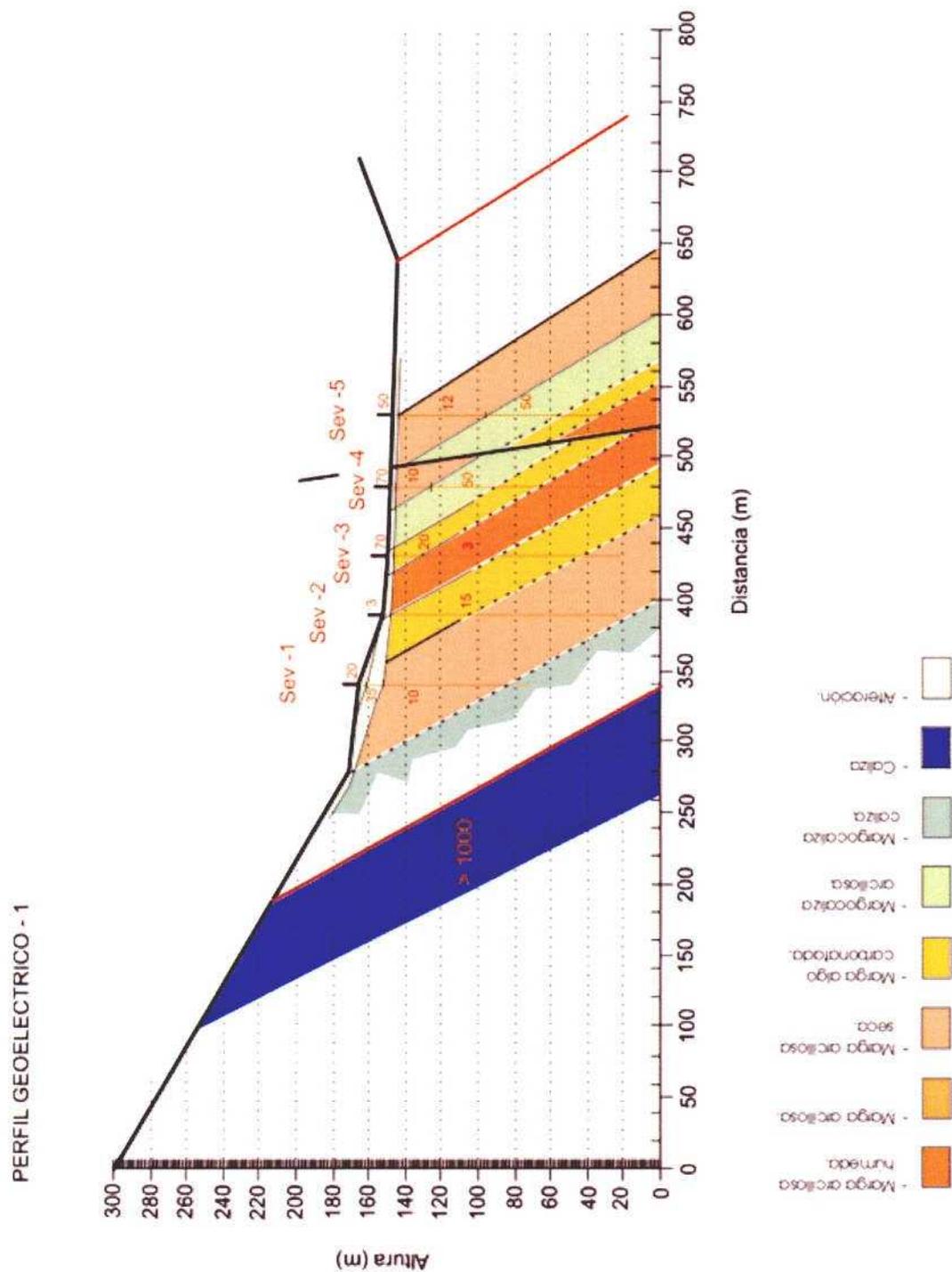
f) Analizando los datos obtenidos desde el punto de vista minero sobre las calizas color crema eocenas y con la distribución de los S.E.V realizada, hemos podido confeccionar distintos Perfiles Geoeléctricos, representados a continuación, donde podemos apreciar la disposición de los distintos materiales detectados mediante su resistividad. Tenemos dos perfiles perpendiculares a las capas (1 y 2) y uno longitudinal (3) a lo largo de la sierra.

Podemos apreciar en los tres perfiles la disposición de las capas concordantes con las observaciones de superficie en dirección y buzamiento, no existiendo ninguna anomalía hasta la máxima profundidad estudiada, exceptuando la posición de una falla prácticamente vertical en el perfil 1, siendo este uno de los principales objetivos del presente estudio, la detección de posibles cambios en la estructura de la Sierra de la Puerta.

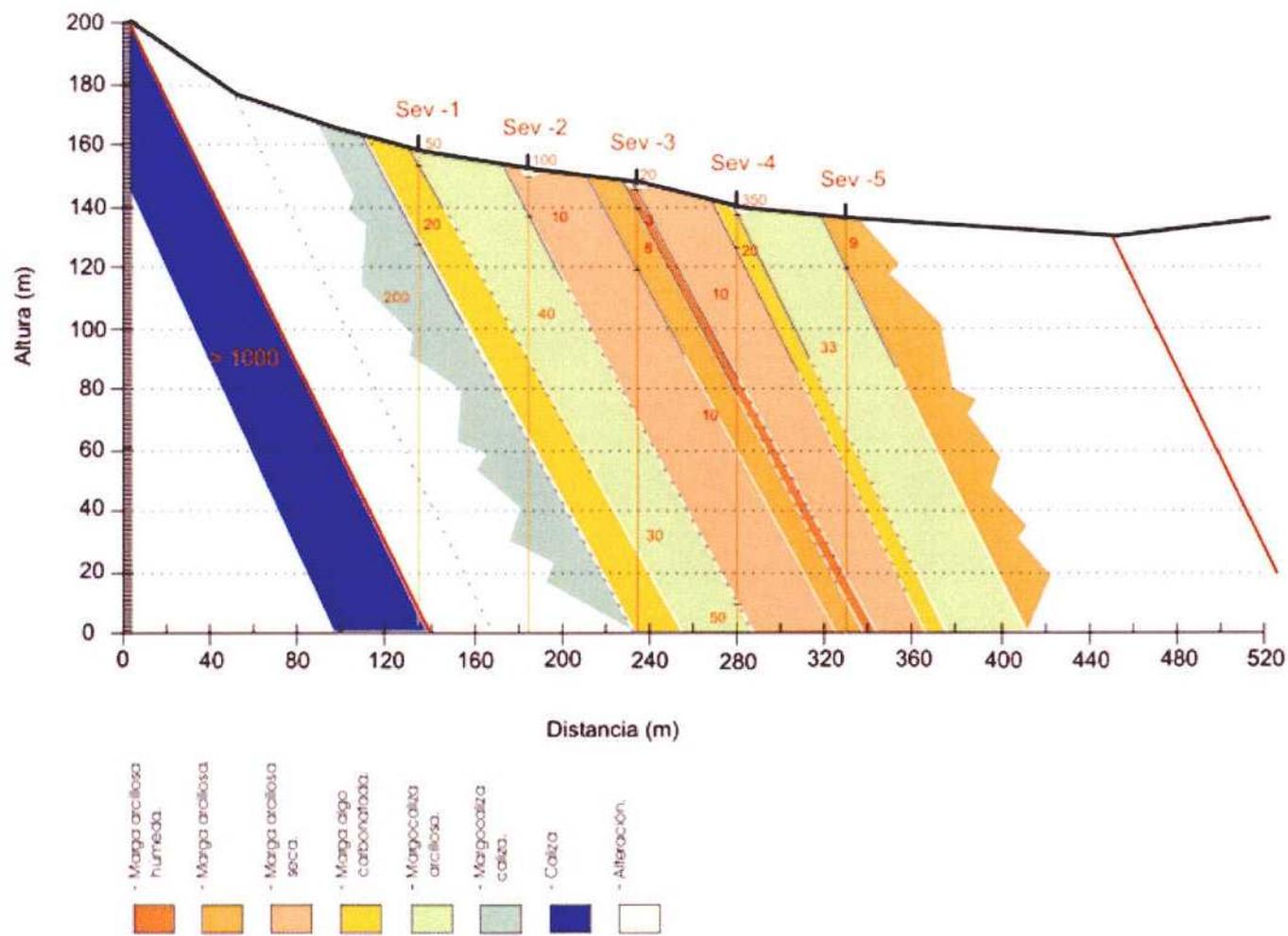
Se ha realizado un calculo teórico de la resistividad y posición de la capa de crema marfil en profundidad basándonos en la tendencia observada en los diferentes SEV y se han obtenido diferentes profundidades para esta capa definidas en el apartado siguiente, todo esto se ha realizado desde la premisa de que no existe ningún dato que nos haga sospechar cambio alguno en la estructura general de la sierra por lo que el espesor de materiales estudiados es mas que suficiente para realizar una evaluación de reservas y planificación en el futuro de las diferentes explotaciones presentes en la Sierra de la Puerta. Todos estos datos recogidos van a poder servir para la realización de planes de explotación, restauración y productividad de las explotaciones.

Con los datos obtenidos pueden realizar diferentes estudios entre ellos el de viabilidad sabiendo que el ratio entre el precio de mercado del crema y el movimiento de estériles para obtenerlo, esté desequilibrado a favor del predio de mercado, será viable su explotación a cielo abierto teniendo que pasar a explotación subterránea cuando se rompa el desequilibrio si se mantienen las condiciones venta del Crema Marfil.

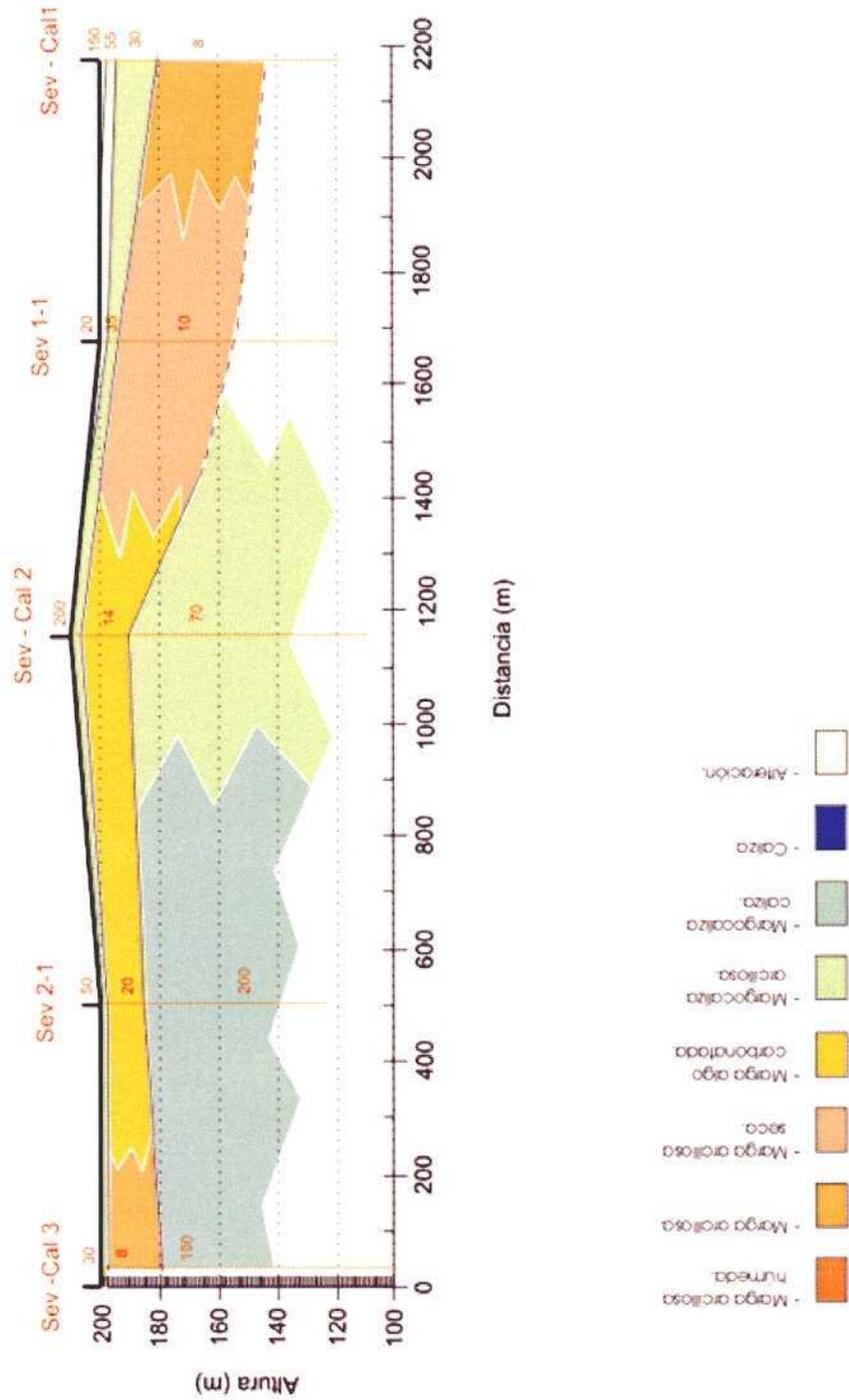
También cabe destacar que para una mayor fiabilidad de los resultados obtenidos habría que complementar esta campaña de geofísica eléctrica con otros métodos de estudio para un mejor ajuste de los resultados.



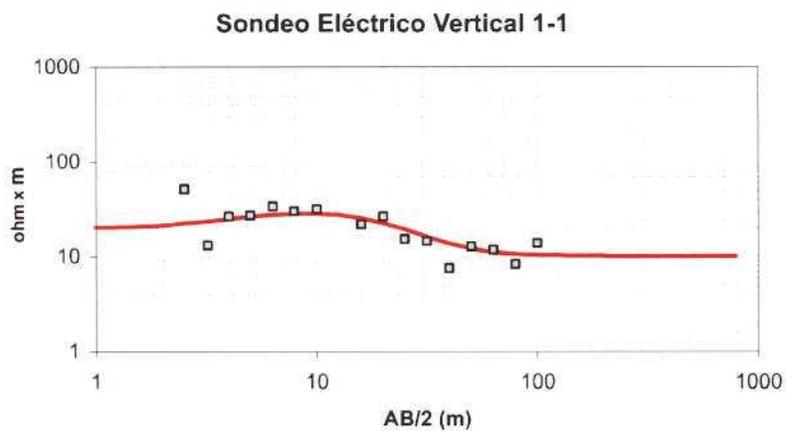
PERFIL GEOELECTRICO - 2



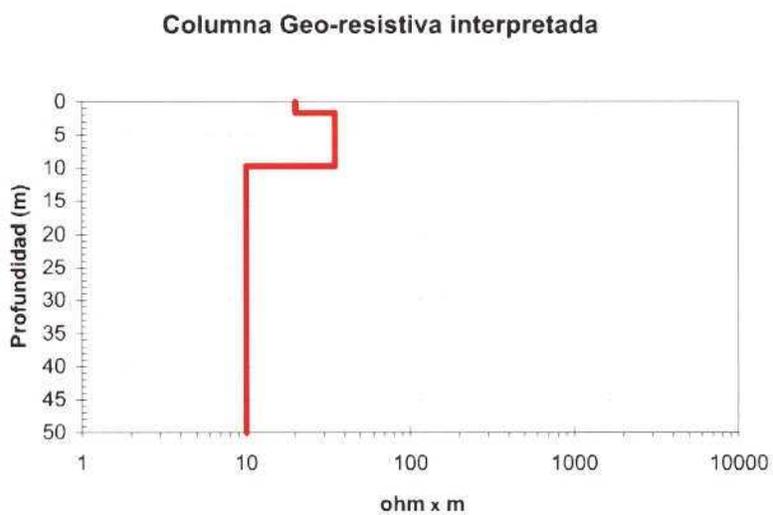
PERFIL GEOELECTRICO - 3



1.2.4.4.- COLUMNA GEO-RESISTIVA, CURVA TEÓRICA Y TABLAS.



Legenda: □ Campo — Teórica



Litologías probables:

- Capa 1 - Eluvial y suelo.
- Capa 2 - Marga con arena o carbonato.
- Capa 3 - Marga arcillosa.

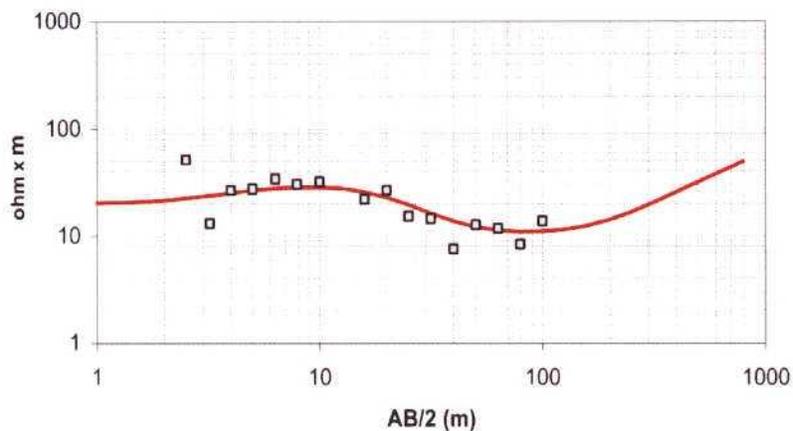
Localización:

Junto a la estaca correspondiente



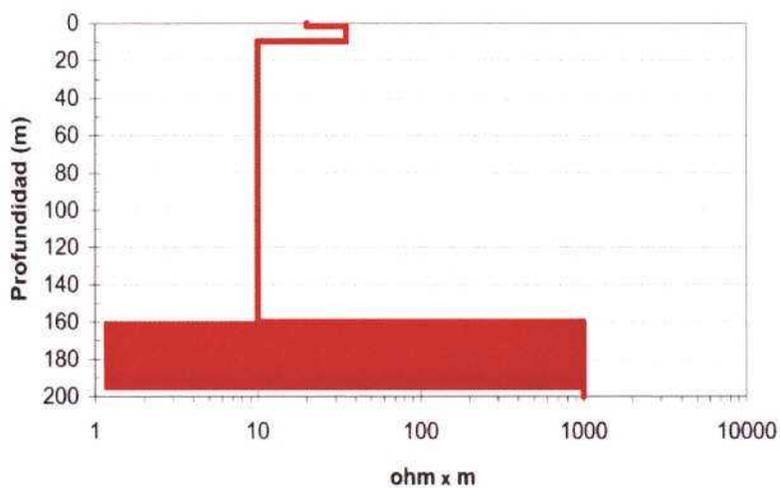
RELACIÓN ENTRE LA CURVA TEORICA DE UN RESISTIVO DADO Y VALORES MEDIDOS.

Sondeo Eléctrico Vertical 1-1



Leyenda: □ Campo — Teórica

Columna Geo-resistiva interpretada

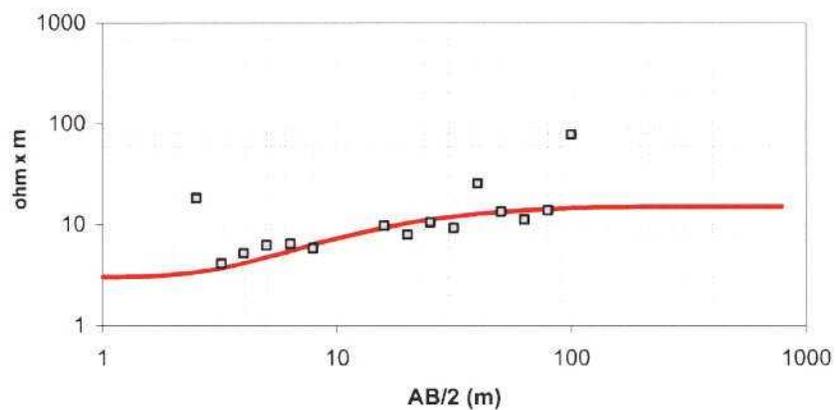


Litologías probables:

- Capa 1 - Eluvial y suelo.
- Capa 2 - Marga con arena o carbonato.
- Capa 3 - Marga arcillosa.
- Capa 4 - CALIZA BLANCA (posición teórica). No detectada.

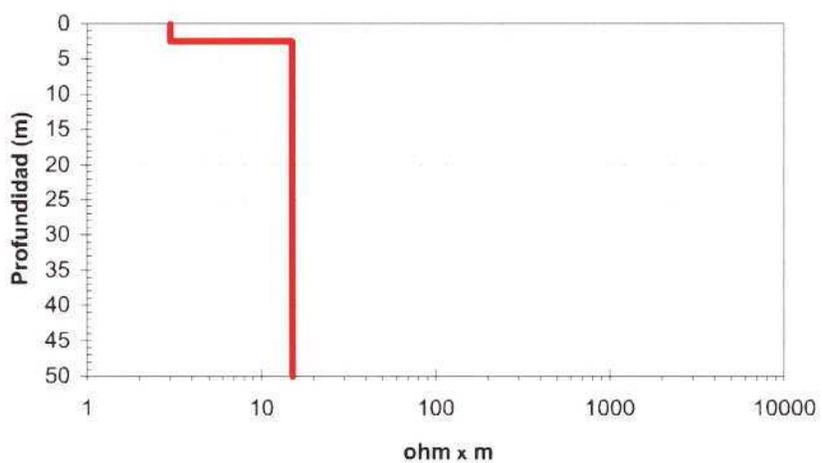
Profundidad Teórica de Investigación entorno a 110 m.

Sondeo Eléctrico Vertical 1-2



Leyenda: □ Campo — Teórica

Columna Geo-resistiva interpretada



Litologías probables:

- Capa 1 - Marga arcillosa h meda.
- Capa 2 - Marga arcillosa.

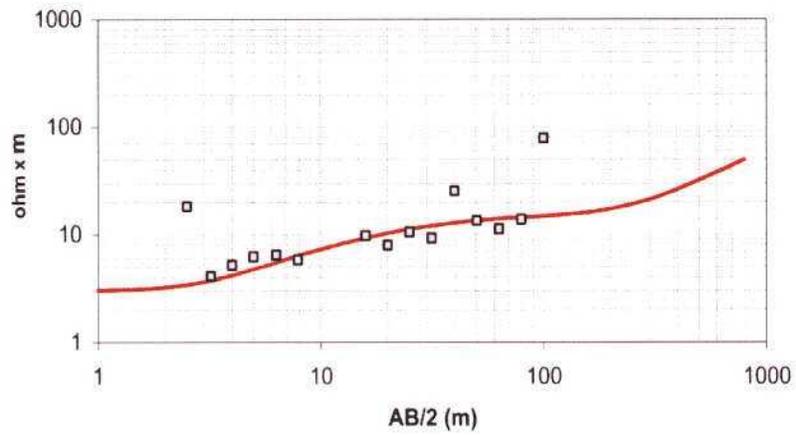
Localización:

Junto a la estaca correspondiente



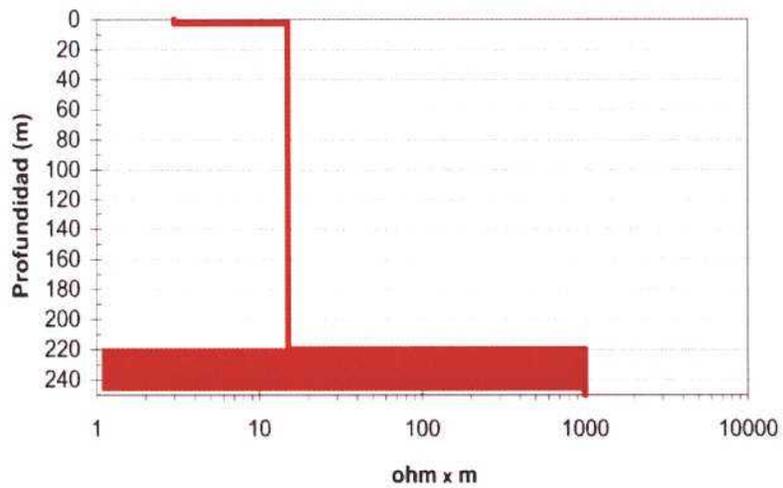
RELACIÓN ENTRE LA CURVA TEORICA DE UN RESISTIVO DADO Y VALORES MEDIDOS.

Sondeo Eléctrico Vertical 1-2



Leyenda: □ Campo — Teórica

Columna Geo-resistiva interpretada



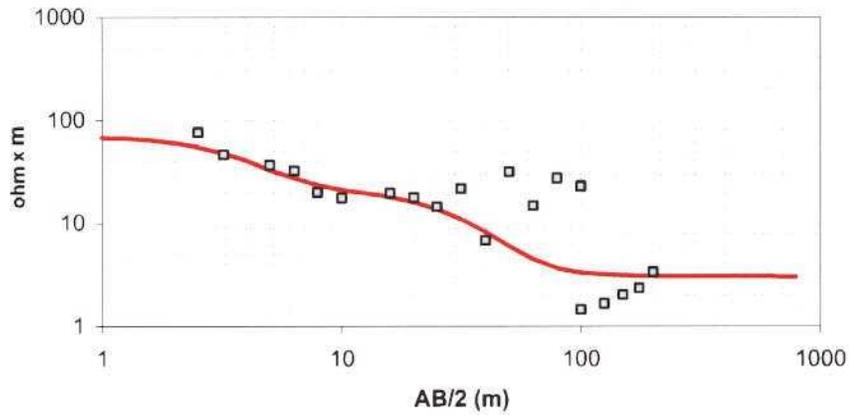
Litologías probables:

Capa 2 - Marga arcillosa.

Capa 3 - CALIZA BLANCA (posición teórica). No detectada.

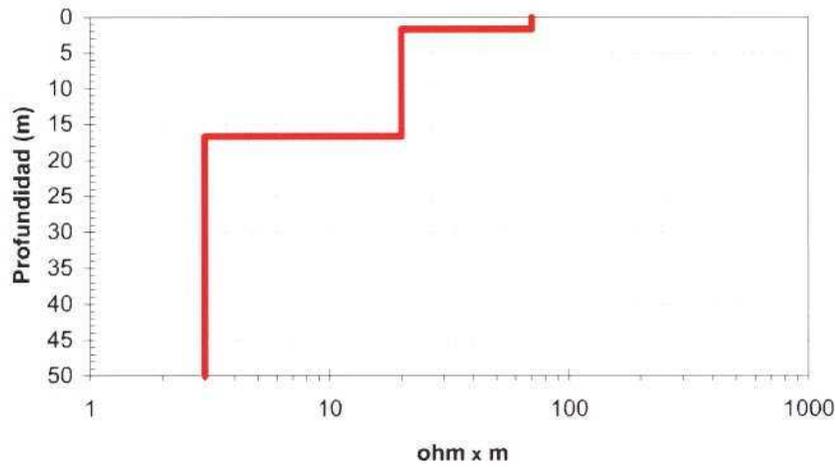
Profundidad Teórica de Investigación entorno a 110 m.

Sondeo Eléctrico Vertical 1-3



Leyenda: □ Campo — Teórica

Columna Geo-resistiva interpretada



Litologías probables:

- Capa 1 - Eluvial y suelo.
- Capa 2 - Marga con algo de arena o carbonato.
- Capa 3 - Marga arcillosa h meda.

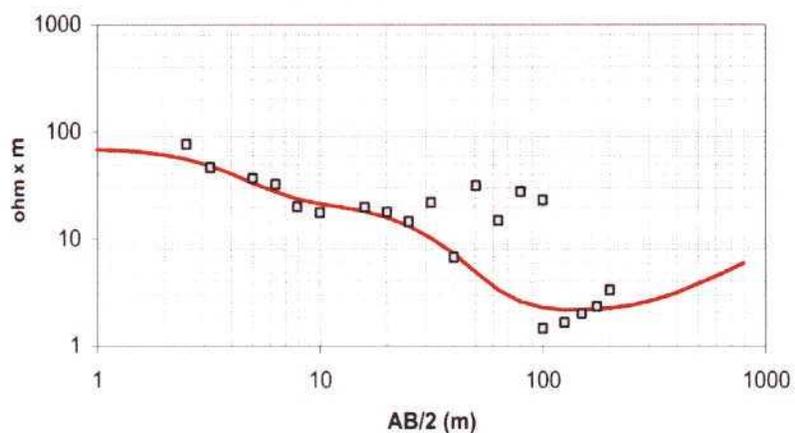
Localización:

Junto a la estaca correspondiente



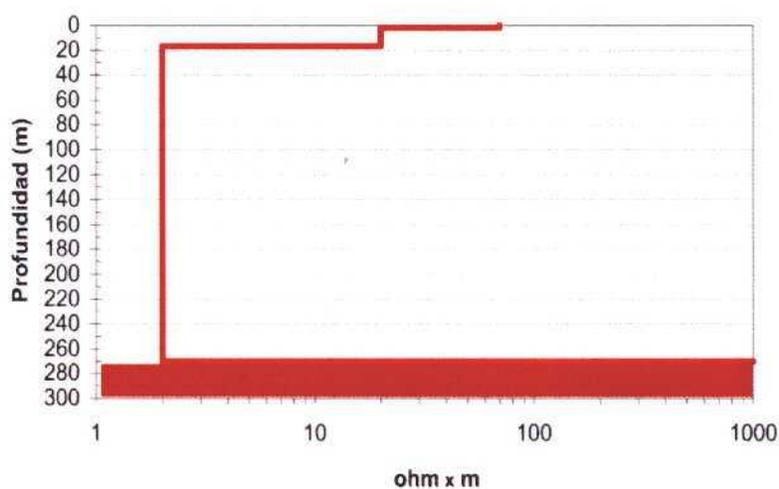
RELACIÓN ENTRE LA CURVA TEORICA DE UN RESISTIVO DADO Y VALORES MEDIDOS.

Sondeo Eléctrico Vertical 1-3



Leyenda: □ Campo — Teórica

Columna Geo-resistiva interpretada

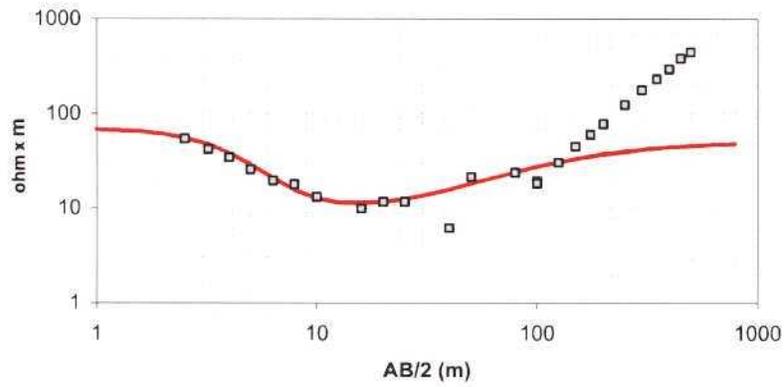


Litologías probables:

- Capa 1 - Eluvial y suelo.
- Capa 2 - Marga con algo de arena o carbonato.
- Capa 3 - Marga arcillosa húmeda.
- Capa 4 - CALIZA BLANCA (posición teórica). **No detectada.**

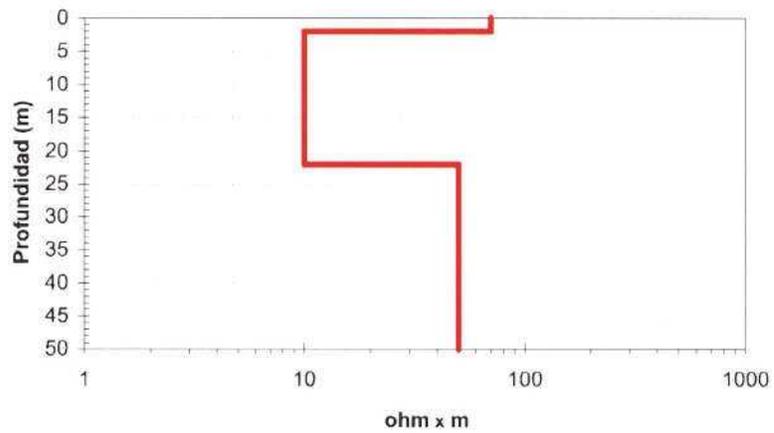
Profundidad Teórica de Investigación entorno a 170 m.

Sondeo Eléctrico Vertical 1-4



Leyenda: □ Campo — Teórica

Columna Geo-resistiva interpretada



Litologías probables:

- Capa 1 - Arenisca.
- Capa 2 - Marga arcillosa.
- Capa 3 - Margocaliza o arenisca.

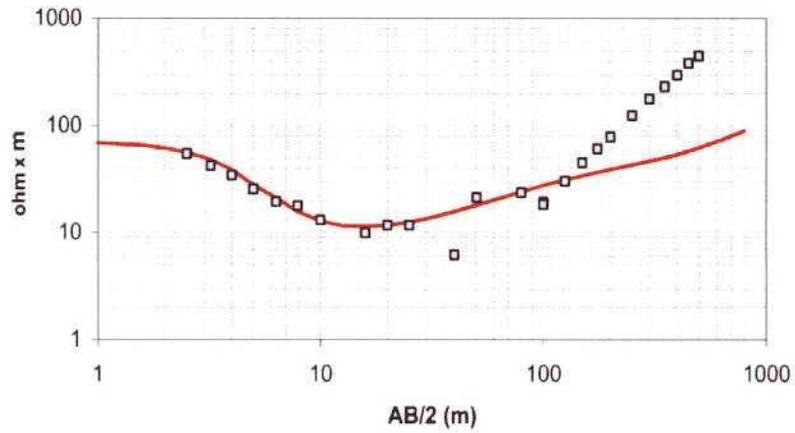
Localización:

A 7 m de la estaca correspondiente



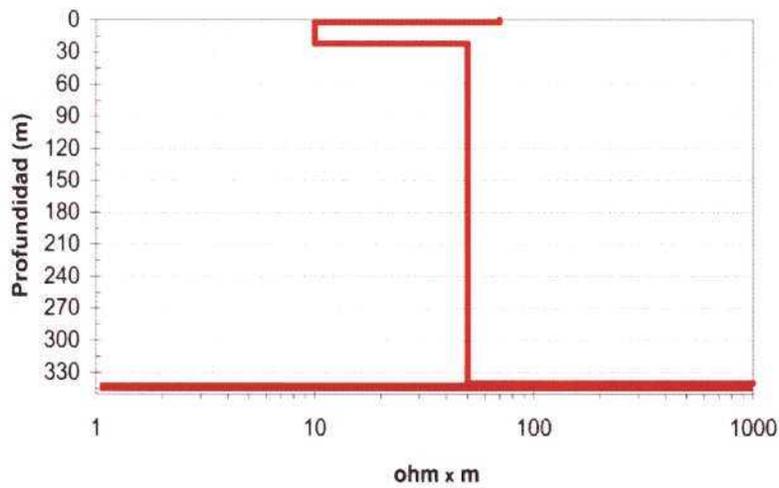
RELACIÓN ENTRE LA CURVA TEORICA DE UN RESISTIVO DADO Y VALORES MEDIDOS.

Sondeo Eléctrico Vertical 1-4



Leyenda: □ Campo — Teórica

Columna Geo-resistiva interpretada

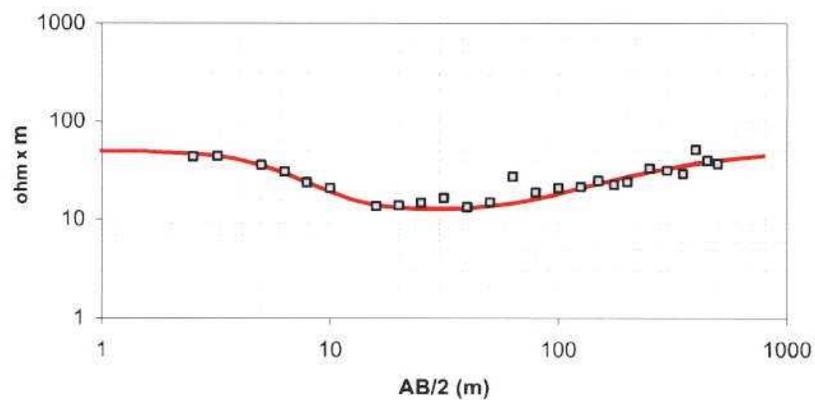


Litologías probables:

- Capa 1 - Arenisca.
- Capa 2 - Marga arcillosa.
- Capa 3 - Margocaliza o arenisca.
- Capa 4 - CALIZA BLANCA (posición teórica). **Indeterminada.**

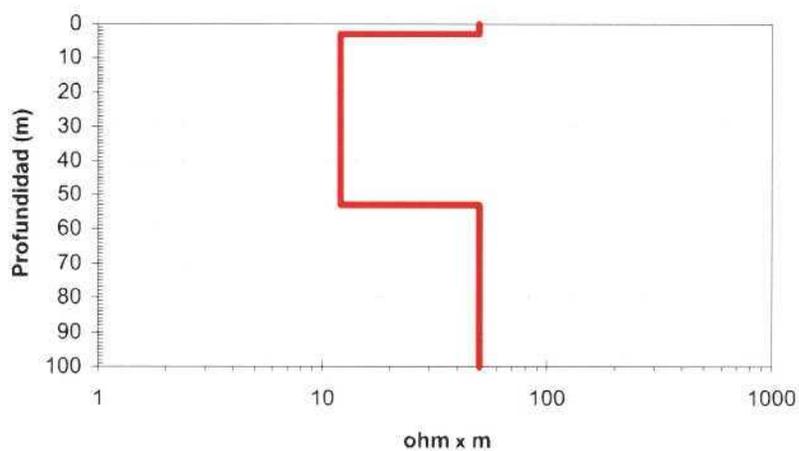
Profundidad Teórica de Investigación entorno a 120 m.

Sondeo Eléctrico Vertical 1-5



Leyenda: □ Campo — Teórica

Columna Geo-resistiva interpretada



Litologías probables:

Capa 1 - Margocaliza o arenisca.

Capa 2 - Marga arcillosa.

Capa 3 - Margocaliza o arenisca.

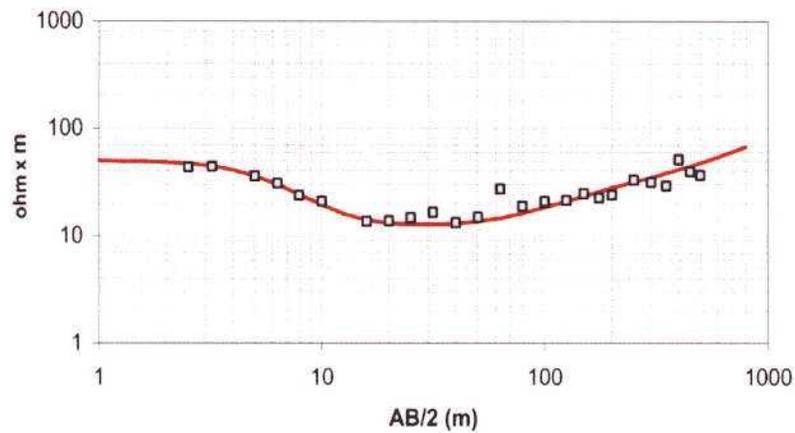
Localización:

Junto a la estaca correspondiente



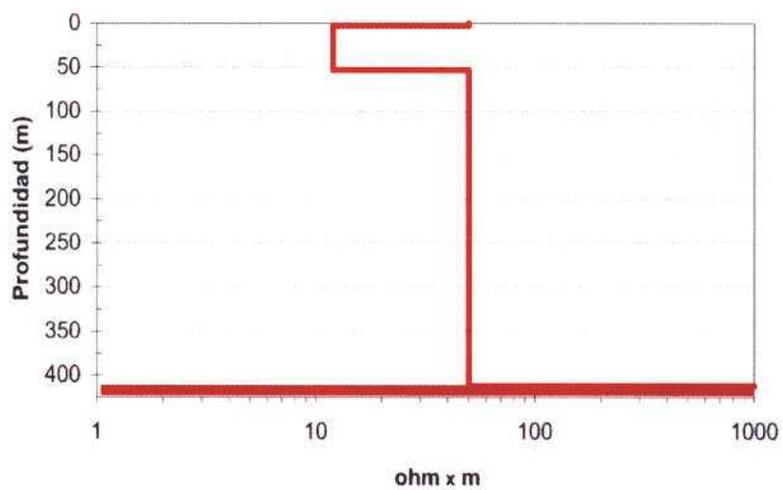
RELACIÓN ENTRE LA CURVA TEORICA DE UN RESISTIVO DADO Y VALORES MEDIDOS.

Sondeo Eléctrico Vertical 1-5



Leyenda: □ —

Columna Geo-resistiva interpretada

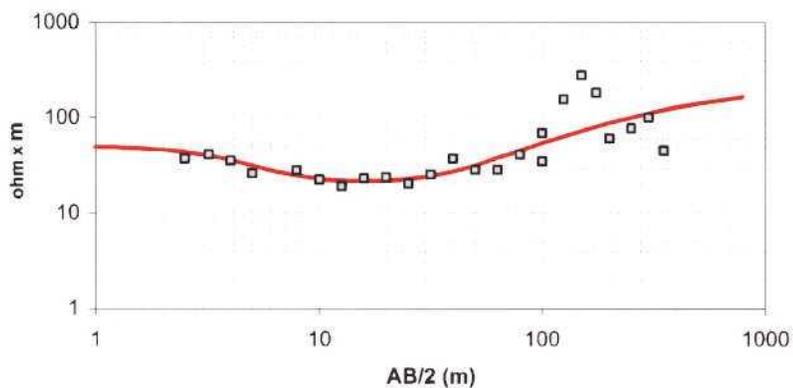


Litologías probables:

- Capa 1 - Margocaliza o arenisca.
- Capa 2 - Marga arcillosa.
- Capa 3 - Margocaliza o arenisca.
- Capa 4 - CALIZA BLANCA (posición teórica). **Indeterminada.**

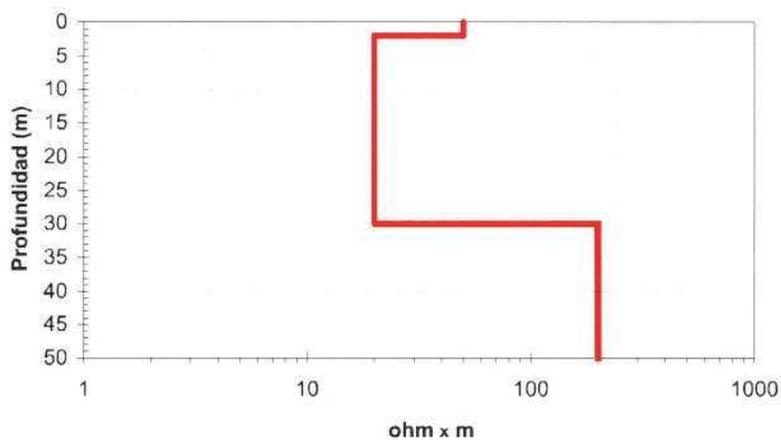
Profundidad Teórica de Investigación entorno a 450 m.

Sondeo Eléctrico Vertical 2-1



Leyenda: □ Campo — Teórica

Columna Geo-resistiva interpretada



Litologías probables:

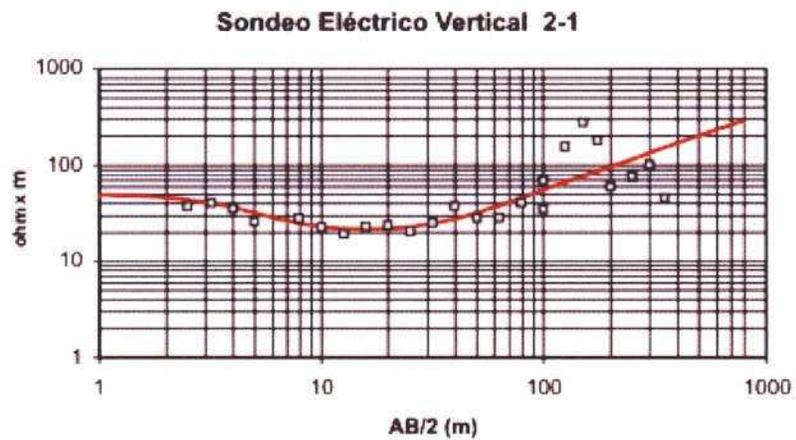
- Capa 1 - Eluvial y suelo.
- Capa 2 - Marga con algo de arena o carbonato.
- Capa 3 - Margocaliza o arenisca.

Localización:

Junto a la estaca correspondiente

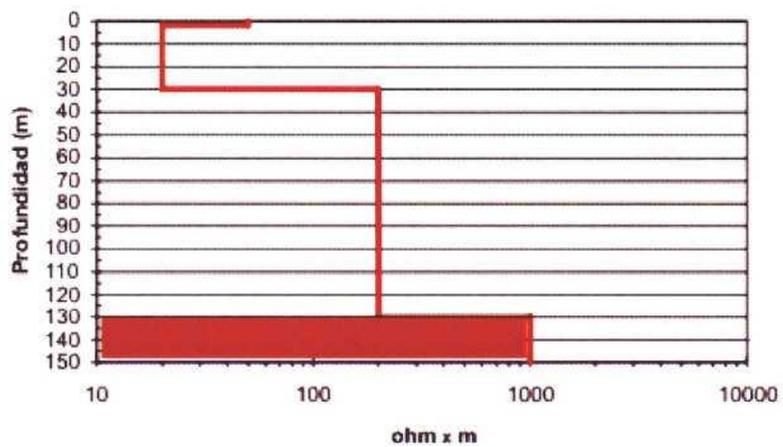


RELACIÓN ENTRE LA CURVA TEORICA DE UN RESISTIVO DADO Y VALORES MEDIDOS.



Leyenda: □ Campo — Teórica

Columna Geo-resistiva interpretada

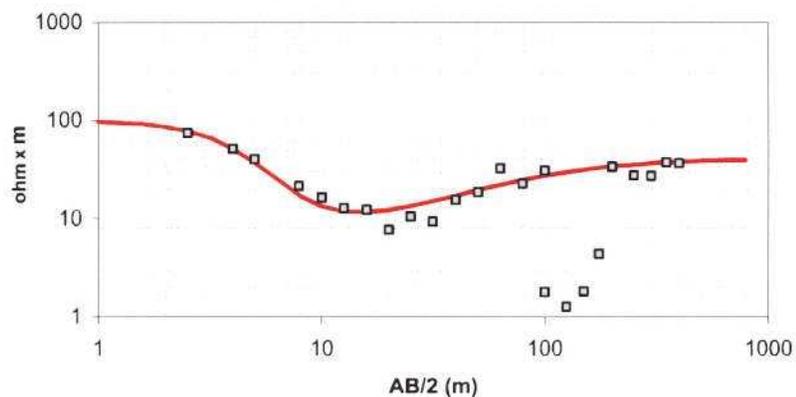


Litologías probables:

- Capa 1 - Eluvial y suelo.
- Capa 2 - Marga con algo de arena o carbonato.
- Capa 3 - Margocaliza o arenisca.
- Capa 4 - CALIZA BLANCA (posición teórica) **Indeterminada.**

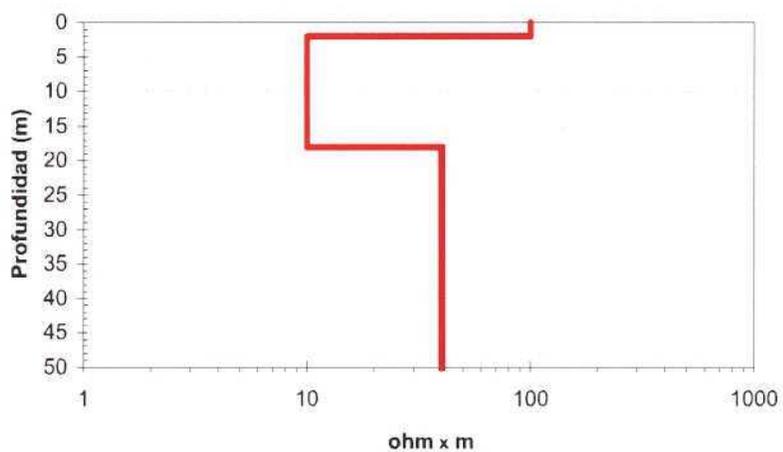
Profundidad Teórica de Investigación entorno a 150 m.

Sondeo Eléctrico Vertical 2-2



Leyenda: □ Campo — Teórica

Columna Geo-resistiva interpretada



Litologías probables:

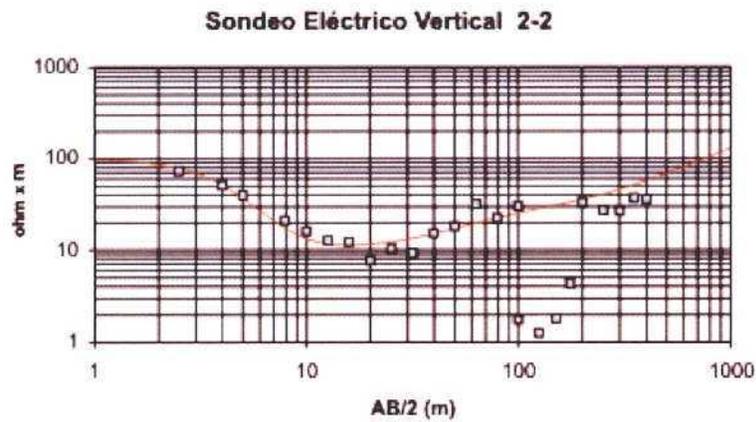
- Capa 1 - Eluvial y suelo.
- Capa 2 - Marga arcillosa.
- Capa 3 - Margocaliza o arenisca.

Localización:

Junto a la estaca correspondiente

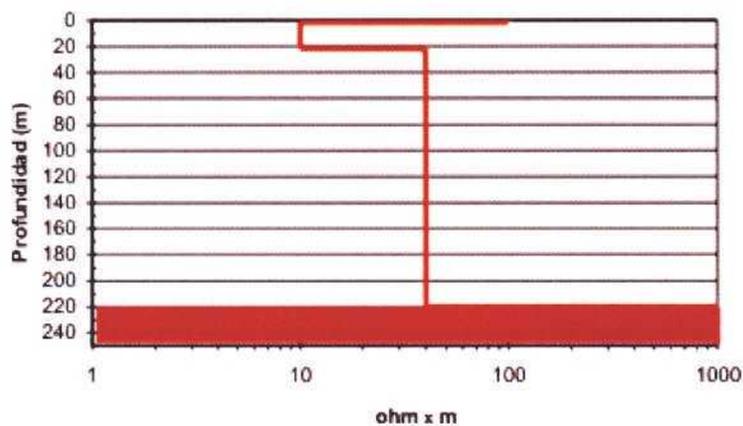


RELACIÓN ENTRE LA CURVA TEORICA DE UN RESISTIVO DADO Y VALORES MEDIDOS.



Leyenda: □ Campo — Teórica

Columna Geo-resistiva interpretada

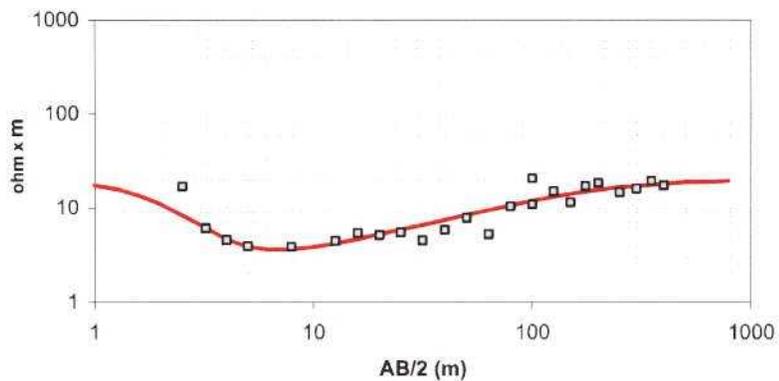


Litologías probables:

- Capa 1 - Eluvial y suelo.
- Capa 2 - Marga arcillosa.
- Capa 3 - Margocaliza o arenisca.
- Capa 4 - CALIZA BLANCA (posición teórica) **No detectada.**

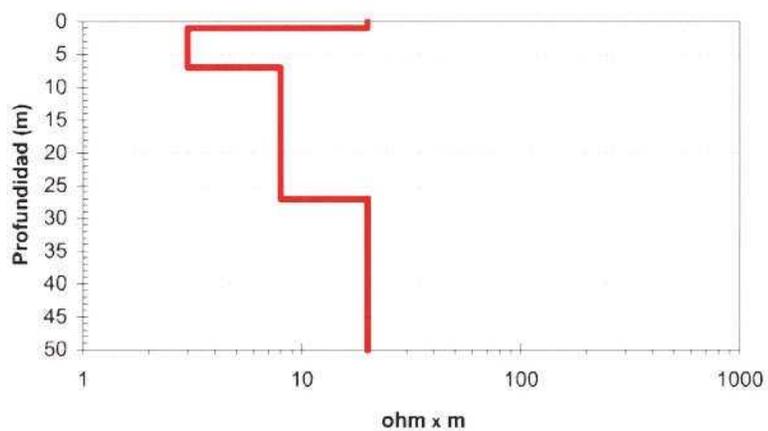
Profundidad Teórica de Investigación entorno a 320 m.

Sondeo Eléctrico Vertical 2-3



Leyenda: □ Campo — Teórica

Columna Geo-resistiva interpretada



Litologías probables:

- Capa 1 - Eluvial y suelo.
- Capa 2 - Marga arcillosa h meda.
- Capa 3 - Marga arcillosa.
- Capa 4 - Marga con algo de arena o carbonato.

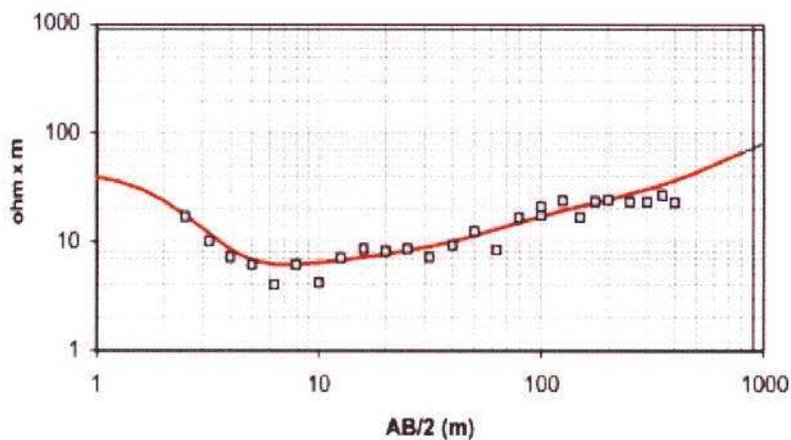
Localización:

Junto a la estaca correspondiente



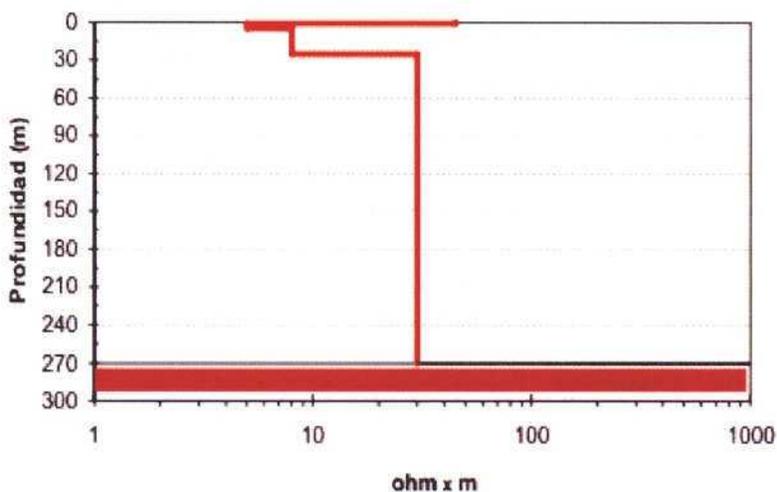
RELACIÓN ENTRE LA CURVA TEORICA DE UN RESISTIVO DADO Y VALORES MEDIDOS.

Sondeo Eléctrico Vertical 2-3



Leyenda: □ . —

Columna Geo-resistiva interpretada



Litologías probables:

Capa 1 - Eluvial y suelo.

Capa 2 - Marga arcillosa húmeda.

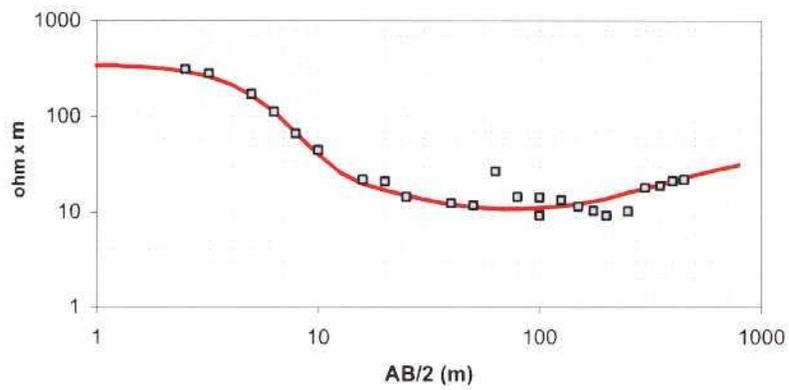
Capa 3 - Marga arcillosa.

Capa 4 - Marga con algo de arena o carbonato.

Capa 5 - CALIZA BLANCA (posición teórica) **No detectada.**

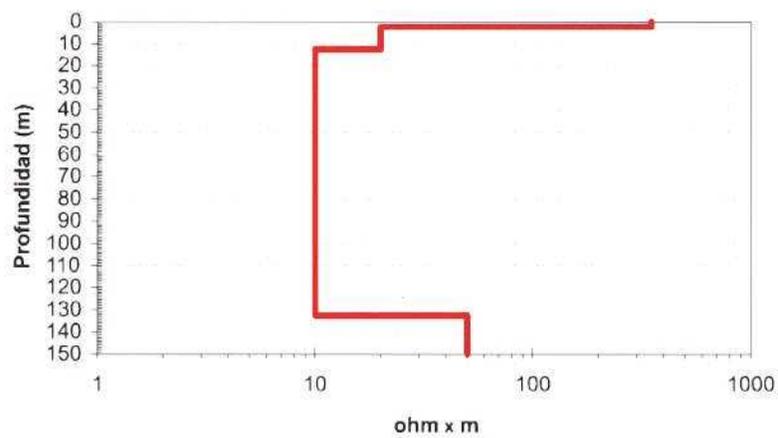
Profundidad Teórica de Investigación entorno a 380 m.

Sondeo Eléctrico Vertical 2-4



Leyenda: □ Campo — Teórica

Columna Geo-resistiva interpretada



Litologías probables:

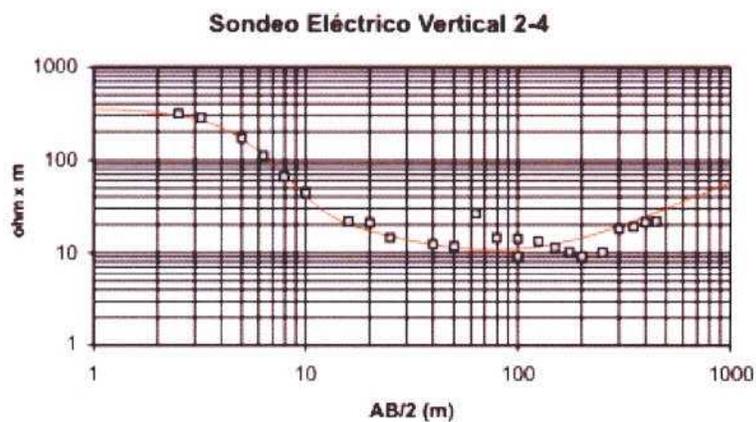
- Capa 1 - Arenisca.
- Capa 2 - Marga alterada.
- Capa 3 - Marga arcillosa.
- Capa 4 - Marga con arena o carbonato.

Localización:

A 10 m de la estaca correspondiente

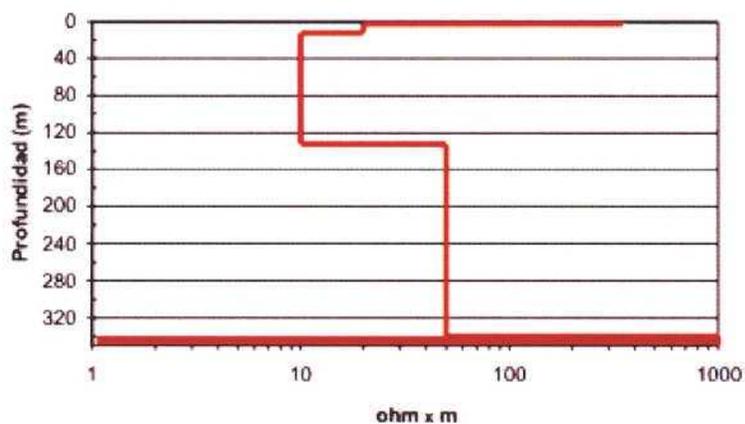


RELACIÓN ENTRE LA CURVA TEORICA DE UN RESISTIVO DADO Y VALORES MEDIDOS.



Leyenda: □ Campo — Teórica

Columna Geo-resistiva interpretada

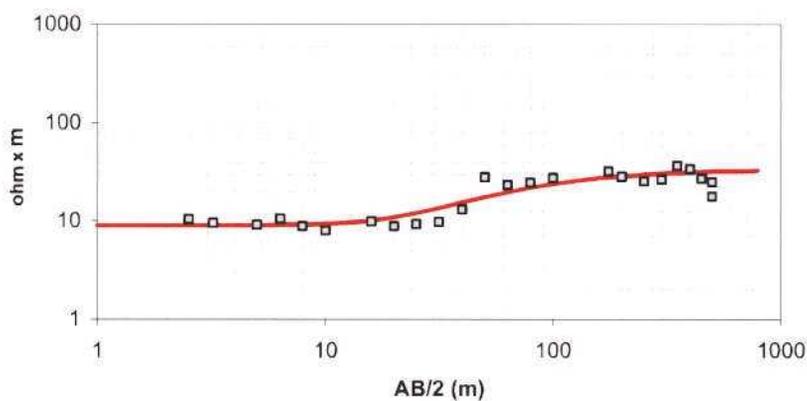


Litologías probables:

- Capa 1 - Arenisca.
- Capa 2 - Marga alterada.
- Capa 3 - Marga arcillosa.
- Capa 4 - Marga con arena o carbonato.
- Capa 5 - CALIZA BLANCA (posición teórica). **Indeterminada.**

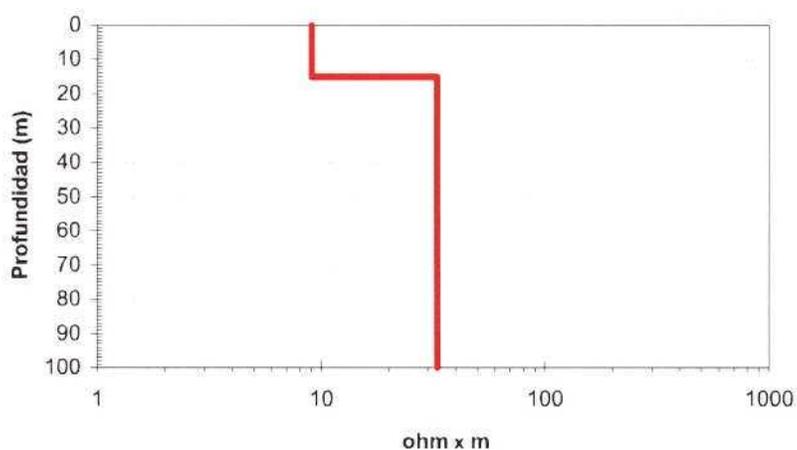
Profundidad Teórica de Investigación entorno a 430 m.

Sondeo Eléctrico Vertical 2-5



Leyenda: □ Campo — Teórica

Columna Geo-resistiva interpretada



Litologías probables:

- Capa 1 - Marga arcillosa.
- Capa 2 - Marga con arena o carbonato.

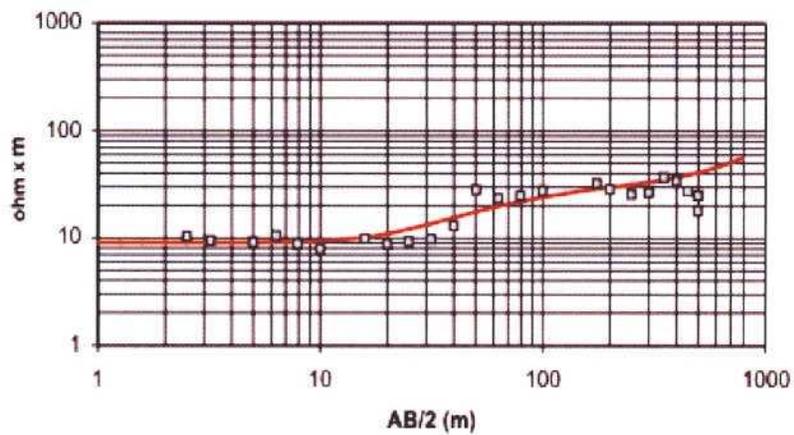
Localización:

A 5 m de la estaca correspondiente



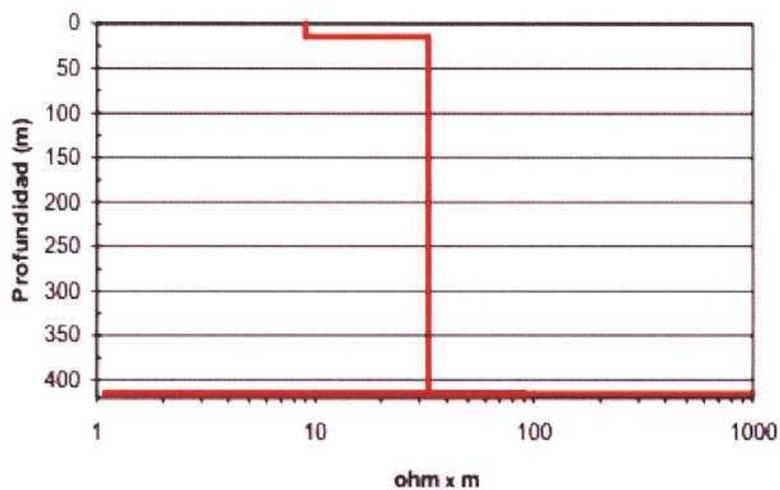
RELACIÓN ENTRE LA CURVA TEORICA DE UN RESISTIVO DADO Y VALORES MEDIDOS.

Sondeo Eléctrico Vertical 2-5



Leyenda: □ Campo — Teórica

Columna Geo-resistiva interpretada

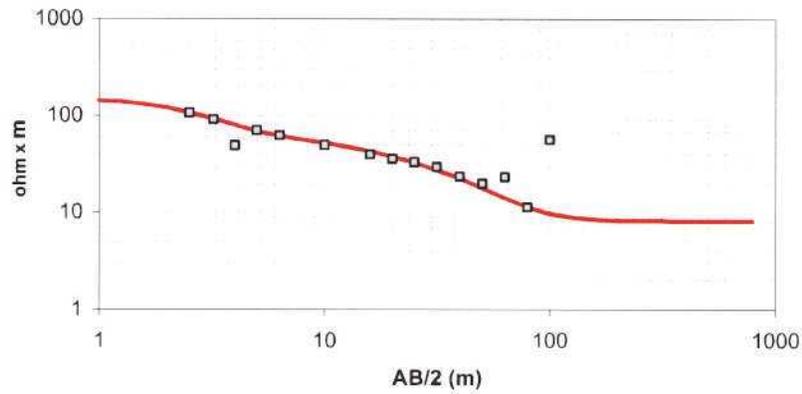


Litologías probables:

- Capa 1 - Marga arcillosa.
- Capa 2 - Marga con arena o carbonato.
- Capa 3 - CALIZA BLANCA (posición teórica) **No detectada.**

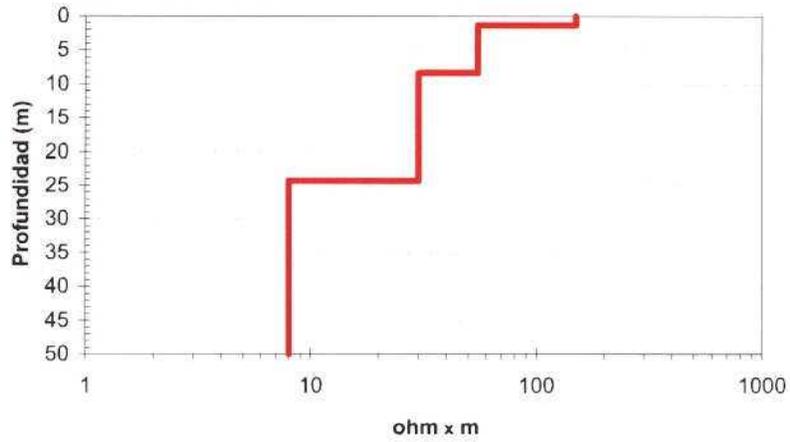
Profundidad Teórica de Investigación entorno a 310 m.

Sondeo Eléctrico Vertical - CAL1



Leyenda: □ Campo — Teórica

Columna Geo-resistiva interpretada



Litologías probables:

- Capa 1 - Margocaliza o arenisca alterada.
- Capa 2 - Margocaliza o arenisca.
- Capa 3 - Margocaliza o arenisca.
- Capa 4 - Marga arcillosa.

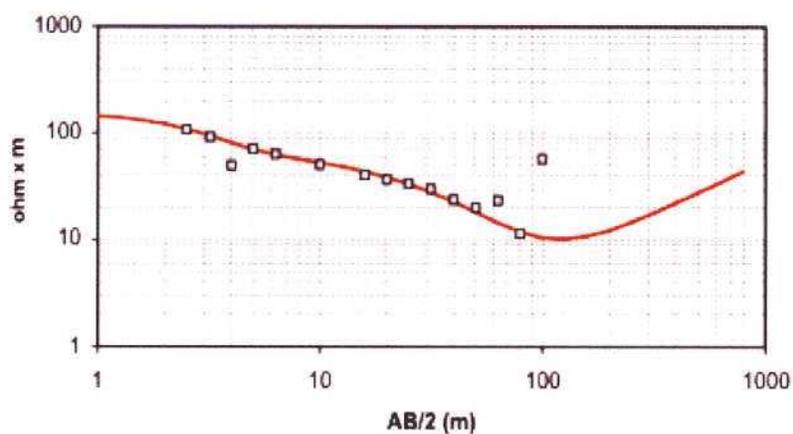
Localización:

Junto a la estaca correspondiente



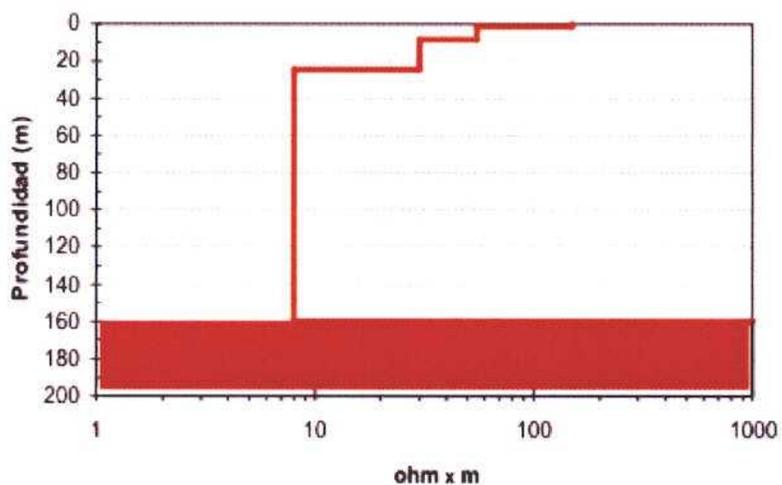
RELACIÓN ENTRE LA CURVA TEORICA DE UN RESISTIVO DADO Y VALORES MEDIDOS.

Sondeo Eléctrico Vertical - CAL1



Leyenda: □ Campo — Teórica

Columna Geo-resistiva interpretada

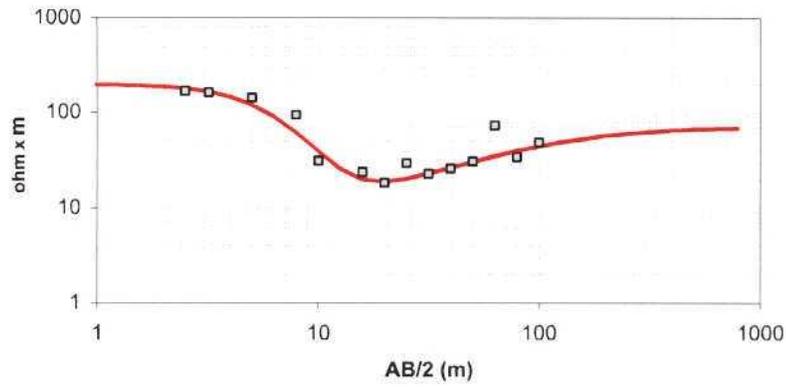


Litologías probables:

- Capa 1 - Margocaliza o arenisca alterada.
- Capa 2 - Margocaliza o arenisca.
- Capa 3 - Margocaliza o arenisca.
- Capa 4 - Marga arcillosa.
- Capa 5 - CALIZA BLANCA (posición teórica). No detectada.

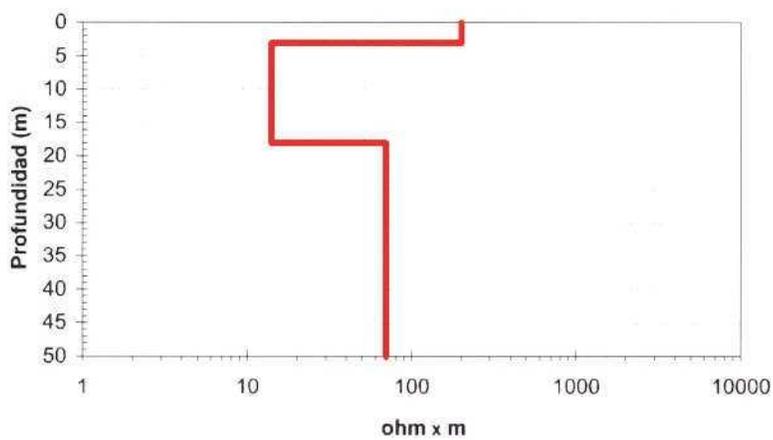
Profundidad Teórica de Investigación entorno a 125 m.

Sondeo Eléctrico Vertical - CAL2



Leyenda: □ Campo — Teórica

Columna Geo-resistiva interpretada



Litologías probables:

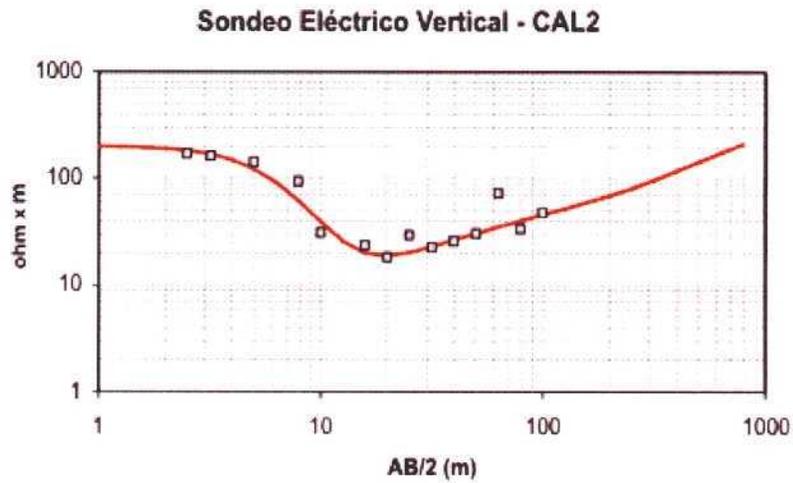
- Capa 1 - Margocaliza o arenisca.
- Capa 2 - Marga arcillosa.
- Capa 3 - Margocaliza o arenisca.

Localización:

A 4 m de la estaca correspondiente

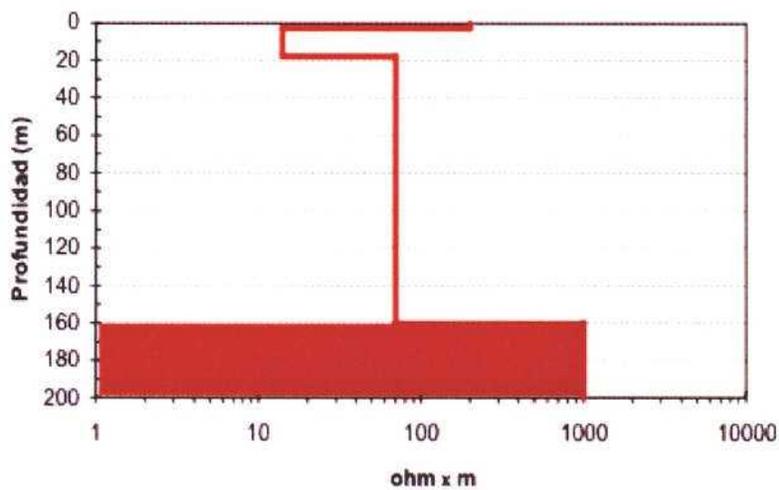


RELACIÓN ENTRE LA CURVA TEORICA DE UN RESISTIVO DADO Y VALORES MEDIDOS.



Leyenda: □ Campo — Teórica

Columna Geo-resistiva interpretada



Litologías probables:

Capa 1 - Margocaliza o arenisca.

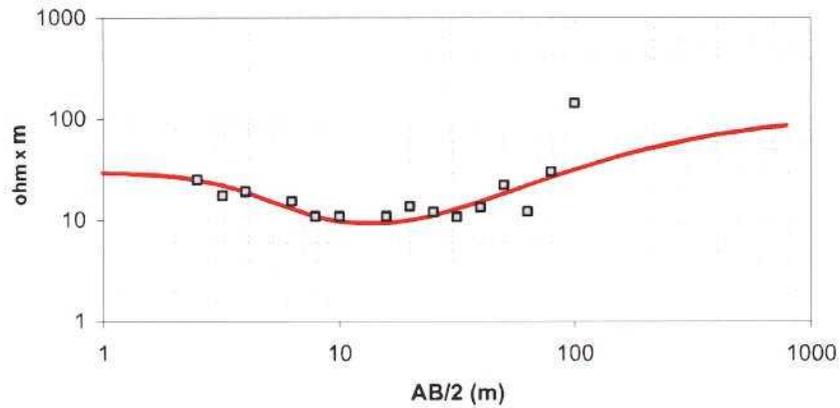
Capa 2 - Marga arcillosa.

Capa 3 - Margocaliza o arenisca.

Capa 4 - CALIZA BLANCA (posición teórica). **No detectada.**

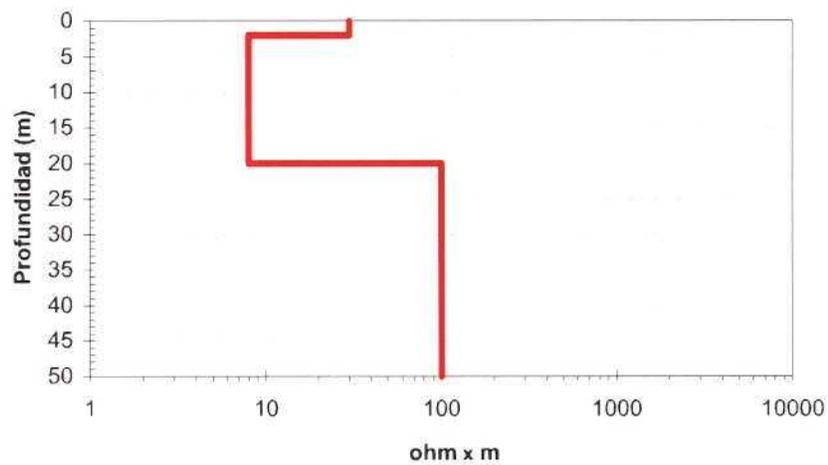
Profundidad Teórica de Investigación entorno a 120 m.

Sondeo Eléctrico Vertical - CAL3



Leyenda: □ Campo — Teórica

Columna Geo-resistiva interpretada



Litologías probables:

- Capa 1 - Eluvial y suelo.
- Capa 2 - Marga arcillosa.
- Capa 3 - Margocaliza o arenisca.

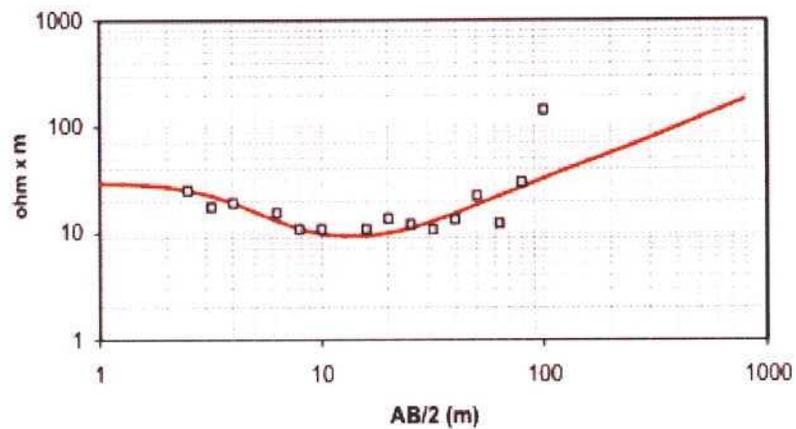
Localización:

Junto a la estaca correspondiente



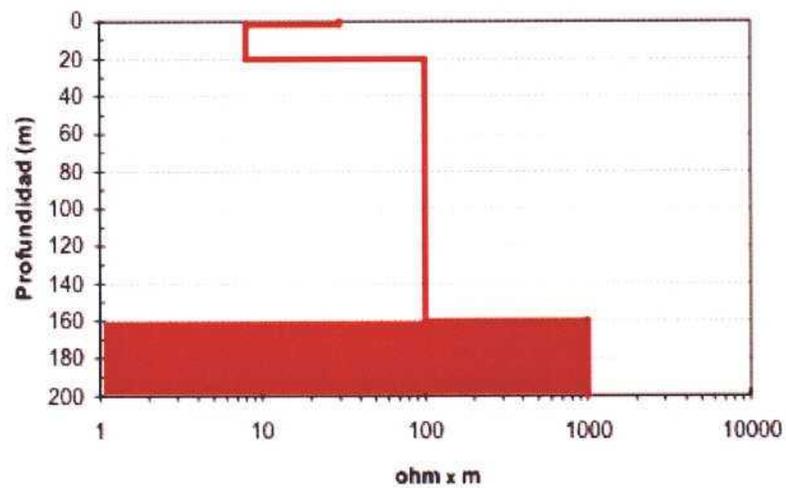
RELACIÓN ENTRE LA CURVA TEORICA DE UN RESISTIVO DADO Y VALORES MEDIDOS.

Sondeo Eléctrico Vertical - CAL3



Leyenda: □ Campo — Teórica

Columna Geo-resistiva interpretada



Litologías probables:

Capa 1 - Eluvial y suelo.

Capa 2 - Marga arcillosa.

Capa 3 - Margocaliza o arenisca.

Capa 4 - CALIZA BLANCA (posición teórica) **Indeterminada.**

Profundidad Teórica de Investigación entorno a 80 m.

Estudio Geológico-Minero de las Rocas existentes en la Sierra de la Puerta (Murcia)

SEV 21

AB/2	MN	K	Voltaje 1	Voltaje 2	Intensidad	Resistencia	Resistividad a β	Resistividad teo.
1	1	1						49.42
1.26	1	1						48.9
1.58	1	1						47.98
2	1	11.7809724						46.42
2.5	1	18.8495559	54.2	69.1	7.5	1.98666667	37.4	43.99
3.2	1	31.3845106	43.8	51.5	5.9	1.30508475	41.0	40.59
4	1	49.4800842	45.5	48.3	3.9	0.71794872	35.5	36.38
5	1	77.7544181	45.5	45.9	1.2	0.33333333	25.9	31.93
6.3	1	123.904414	45	46	4.6	0.2173913	26.9	27.93
7.9	1	195.281399	44	47.7	25.6	0.14453125	28.2	24.9
10	1	313.373867	44.5	47.2	37.3	0.07238606	22.7	22.96
12.6	1	497.973851	44.6	46.6	52	0.03846154	19.2	21.95
15.9	1	793.44064	44.5	46.1	55.1	0.02903811	23.0	21.63
20	1	1255.85166	44.3	45.1	42.3	0.01891253	23.8	21.89
25.1	1	1978.44939	44.3	44.7	38.7	0.01033592	20.4	22.8
31.6	1	3136.28336	44.1	44.8	86.2	0.00812065	25.5	24.58
39.8	1	4975.62302	44.1	45.2	146	0.00753425	37.5	27.55
50.1	1	7884.64357	43.9	44.8	250	0.0036	28.4	31.98
63.1	1	12507.8113	43.8	44.3	220	0.00227273	28.4	38.03
79.4	1	19804.9456	43.3	43.9	290	0.00206897	41.0	45.74
100	1	31415.1411	43.4	43.6	91.1	0.00219539	69.0	55.13
100	1	31415.1411	46.2	46.5	270	0.00111111	34.9	66.36
125	1	49086.5998	42.8	43	63	0.0031746	155.8	79.75
150	1	70685.0492	45.5	45.8	76.4	0.0039267	277.6	95.82
175	1	96210.4895	41.7	41.92	116.5	0.00188841	181.7	115.27
200	1	125662.921	41.34	41.45	230	0.00047826	60.1	138.94
250	1	196348.755	42.6	42.78	460	0.0003913	76.8	167.65
300	1	282742.553	41.77	41.88	310	0.00035484	100.3	202.04
350	1	384844.314	42.3	42.32	170	0.00011765	45.3	242.52

SEV 22

AB/2	MN	K	Voltaje 1	Voltaje 2	Intensidad	Resistencia	Resistividad a β	Resistividad teo.
1	1	1						97.87
1.26	1	1						95.98
1.58	1	1						92.62
2	1	11.7809724				#iDIV/0!	#iDIV/0!	86.98
2.5	1	18.8495559	16.5	25.2	2.2	3.95454545	74.5	78.29
3.2	1	31.3845106	16.5	26	5	1.9	59.6	66.28
4	1	49.4800842	17	22.8	5.6	1.03571429	51.2	51.88
5	1	77.7544181	16.9	20	6	0.51666667	40.2	37.34
6.3	1	123.904414	17	20	12.4	0.24193548	30.0	25.3
7.9	1	195.281399	17	17.8	7.3	0.10958904	21.4	17.33
10	1	313.373867	17	18.8	34.8	0.05172414	16.2	13.21
12.6	1	497.973851	17	18	38.9	0.02570694	12.8	11.61
15.9	1	793.44064	16.9	17.4	32.2	0.01552795	12.3	11.25
20	1	1255.85166	17	17.2	32.6	0.00613497	7.7	11.49
25.1	1	1978.44939	16.9	17.2	56.3	0.0053286	10.5	12.19
31.6	1	3136.28336	16.9	17.2	101.4	0.00295858	9.3	13.37
39.8	1	4975.62302	16.9	17.3	128.8	0.00310559	15.5	15.04
50.1	1	7884.64357	16.9	17.1	86.2	0.00232019	18.3	17.16
63.1	1	12507.8113	16.9	17	38.9	0.00257069	32.2	19.62
79.4	1	19804.9456	16.9	17.1	175.5	0.0011396	22.6	22.33
100	1	31415.1411	16.9	16.98	81.9	0.0009768	30.7	25.23
100	10	3133.73867	16.8	17.09	510	0.00056863	1.8	28.34
125	10	4900.88453	16.7	16.75	195	0.00025641	1.3	31.76
150	10	7060.72948	16.7	16.74	155	0.00025806	1.8	35.75
175	10	9613.27351	16.33	16.38	110	0.00045455	4.4	40.77
200	10	12558.5166	46.56	46.96	150	0.00266667	33.5	47.44
250	10	19627.1001	51.96	53.04	780	0.00138462	27.2	56.5
300	10	28266.4799	52.54	52.99	475	0.00094737	26.8	68.6
350	10	38476.656	51.7	51.97	280	0.00096429	37.1	84.18
400	10	50257.6284	49.47	49.97	690	0.00072464	36.4	103.61

Estudio Geológico-Minero de las Rocas existentes en la Sierra de la Puerta (Murcia)

AB/2	SEV 23 MN	K	Voltaje 1	Voltaje 2	Intensidad	Resistencia	Resistividad a	Resistividad tr
1	1	1						39.23
1.26	1	1						35.38
1.58	1	1						30.07
2	1	11.7809724				#iDIV/0!	#jDIV/0!	23.71
2.5	1	18.8495559	26.9	28.8	2.1	0.9047619	17.1	17.29
3.2	1	31.3845106	26.9	27.8	2.8	0.32142857	10.1	11.99
4	1	49.4800842	26.8	27.6	5.5	0.14545455	7.2	8.5
5	1	77.7544181	26.9	27.2	3.8	0.07894737	6.1	6.75
6.3	1	123.904414	26.8	27.6	24.8	0.03225806	4.0	6.15
7.9	1	195.281399	26.7	28	41.6	0.03125	6.1	6.13
10	1	313.373867	26.7	26.9	15	0.01333333	4.2	6.36
12.6	1	497.973851	26.6	27.3	49.1	0.01425662	7.1	6.71
15.9	1	793.44064	26.5	27.6	101.5	0.01083744	8.6	7.13
20	1	1255.85166	26.5	27	77.4	0.00645995	8.1	7.61
25.1	1	1978.44939	26.4	26.9	115	0.00434783	8.6	8.22
31.6	1	3136.28336	26.3	26.5	87.8	0.0022779	7.1	9.01
39.8	1	4975.62302	26.2	26.7	270	0.00185185	9.2	10.06
50.1	1	7884.64357	26	26.3	190	0.00157895	12.4	11.41
63.1	1	12507.8113	26	26.1	150	0.00066667	8.3	13.05
79.4	1	19804.9456	25.9	26.05	180	0.00083333	16.5	14.92
100	1	31415.1411	25.8	25.9	180	0.00055556	17.5	16.97
100	10	3133.73867	118.69	120.15	220	0.00663636	20.8	19.16
125	10	4900.88453	116.4	117.22	170	0.00482353	23.6	21.51
150	10	7060.72948	116.52	116.85	140	0.00235714	16.6	24.12
175	10	9613.27351	116.14	116.43	120	0.00241667	23.2	27.19
200	10	12558.5166	115.78	116.7	480	0.00191667	24.1	31.09
250	10	19627.1001	115.33	116.01	580	0.00117241	23.0	36.32
300	10	28266.4799	114.8	115.47	820	0.00081707	23.1	43.45
350	10	38476.656	114.43	114.65	320	0.0006875	26.5	53
400	10	50257.6284	114.05	114.09	88.4	0.00045249	22.7	65.33

SEV 24

Distancias	AB/2	MN	K	Voltaje 1	Voltaje 2	Intensidad	Resistencia	Resistividad a
1	1	1	1					
1.26	1.26	1	1					
1.58	1.58	1	1					
2	2	1	11.7809724				#iDIV/0!	#jDIV/0!
2.5	2.5	1	18.8495559	37.8	57.7	1.2	16.5833333	312.6
3.2	3.2	1	31.3845106	37.5	57.3	2.2	9	282.5
4	4	1	49.4800842	37.5	60	5	4.5	222.7
5	5	1	77.7544181	36.9	56.8	9	2.21111111	171.9
6.3	6.3	1	123.904414	36.6	52.2	17.3	0.9017341	111.7
7.9	7.9	1	195.281399	36.4	41.7	15.6	0.33974359	66.3
10	10	1	313.373867	36.1	38.5	16.9	0.14201183	44.5
12.6	12.6	1	497.973851	35.8	36.5	11.6	0.06034483	30.1
15.9	15.9	1	793.44064	35.6	36.7	40	0.0275	21.8
20	20	1	1255.85166	35.4	35.9	29.6	0.01689189	21.2
25.1	25.1	1	1978.44939	35.2	35.5	40.9	0.00733496	14.5
31.6	31.6	1	3136.28336	35.1	35.16	14.5	0.00413793	13.0
39.8	39.8	1	4975.62302	34.9	35.1	80.3	0.00249066	12.4
50.1	50.1	1	7884.64357	34.7	34.8	66.8	0.00149701	11.8
63.1	63.1	1	12507.8113	34.2	34.4	94.6	0.00211416	26.4
79.4	79.4	1	19804.9456	33.9	34	136	0.00073529	14.6
100	100	1	31415.1411	33.8	33.9	340	0.00029412	9.2
125.89	100	10	3133.73867	-97	-94.4	570	0.0045614	14.3
158.49	125	10	4900.88453	-107	-106.1	330	0.00272727	13.4
199.53	150	10	7060.72948	-110.66	-110.22	270	0.00162963	11.5
251.19	175	10	9613.27351	-114.9	-114.77	120	0.00108333	10.4
316.23	200	10	12558.5166	-117.43	-117.32	150	0.00073333	9.2
398.11	250	10	19627.1001	-119.89	-119.83	115	0.00052174	10.2
501.19	300	10	28266.4799	-122.29	-121.88	640	0.00064063	18.1
630.96	350	10	38476.656	-123.42	-123.13	590	0.00049153	18.9
794.33	400	10	50257.6284	-124.21	-124.07	330	0.00042424	21.3

Estudio Geológico-Minero de las Rocas existentes en la Sierra de la Puerta (Murcia)

SEV 25

AB/2	MN	K	Voltaje 1	Voltaje 2	Intensidad	Resistencia	Resistividad a
1	1	1					
1.26	1	1					
1.58	1	1					
2	1	11.7809724				#jDIV/0!	#jDIV/0!
2.5	1	18.8495559	-4.8	-2.1	4.9	0.55102041	10.4
3.2	1	31.3845106	-4.1	-1	10.2	0.30392157	9.5
4	1	49.4800842	-3.6	-1	13.8	0.1884058	9.3
5	1	77.7544181	-3.3	-2.2	9.4	0.11702128	9.1
6.3	1	123.904414	-3.1	-2.5	7.1	0.08450704	10.5
7.9	1	195.281399	-2.7	-1.4	28.8	0.04513889	8.8
10	1	313.373867	-2.5	-0.9	63.4	0.02523659	7.9
12.6	1	497.973851	-2.3	-1.5	46.9	0.01705757	8.5
15.9	1	793.44064	-2.2	-1.7	40.1	0.01246883	9.9
20	1	1255.85166	-2	-1.6	56.9	0.00702988	8.8
25.1	1	1978.44939	-1.9	-1.5	85.4	0.00468384	9.3
31.6	1	3136.28336	-1.8	-1.5	97.1	0.0030896	9.7
39.8	1	4975.62302	-1.7	-1.48	83.1	0.00264741	13.2
50.1	1	7884.64357	-1.57	-1.33	68	0.00352941	27.8
63.1	1	12507.8113	-1.42	-1.15	144.9	0.00186335	23.3
79.4	1	19804.9456	-1.26	-0.96	240	0.00125	24.8
100	1	31415.1411	-1.03	-0.81	250	0.00088	27.6
175	10	9613.27351	-3.6	-2.56	310	0.00335484	32.3
200	10	12558.5166	-0.7	-0.05	288	0.00225694	28.3
250	10	19627.1001	0.46	0.58	91.6	0.00131004	25.7
300	10	28266.4799	1.52	1.86	362	0.00093923	26.5
350	10	38476.656	3.061	3.1	41	0.00095122	36.6
400	10	50257.6284	3.55	3.69	207	0.00067633	34.0
450	10	63609.3972	4.04	4.12	187	0.00042781	27.2
500	10	78531.9623	4.43	4.48	220	0.00022727	17.8
500	10	78531.9623	4.65	4.72	220	0.00031818	25.0
500	10	78531.9623	4.6	4.67	220	0.00031818	25.0

SEV 11

AB/2	MN	K	Voltaje 1	Voltaje 2	Intensidad	Resistencia	Resistividad a
1	1	1					
1.26	1	1					
1.58	1	1					
2	1	11.7809724				#jDIV/0!	#jDIV/0!
2.5	1	18.8495559	-48.8	-45	1.4	2.71428571	51.2
3.2	1	31.3845106	-49.2	-48.4	1.92	0.41666667	13.1
4	1	49.4800842	-51.1	-50.1	1.87	0.53475936	26.5
5	1	77.7544181	-51.3	-50.7	1.7	0.35294118	27.4
6.3	1	123.904414	-51.5	-51.2	1.1	0.27272727	33.8
7.9	1	195.281399	-51.8	-49.3	16.1	0.1552795	30.3
10	1	313.373867	-52.1	-50.5	15.8	0.10126582	31.7
12.6	1	497.973851	-52.3	-51	24.9	0.05220884	26.0
15.9	1	793.44064	-52.3	-52	10.9	0.02752294	21.8
20	1	1255.85166	-52.5	-52.4	4.7	0.0212766	26.7
25.1	1	1978.44939	-52.62	-52.37	32.4	0.00771605	15.3
31.6	1	3136.28336	-52.71	-52.66	10.8	0.00462963	14.5
39.8	1	4975.62302	-52.81	-52.78	19.9	0.00150754	7.5
50.1	1	7884.64357	-53.25	-53.11	87	0.0016092	12.7
63.1	1	12507.8113	-53.29	-53.2	95.6	0.00094142	11.8
79.4	1	19804.9456	-53.32	-53.29	71.3	0.00042076	8.3
100	1	31415.1411	-53.38	-53.33	114.6	0.0004363	13.7

Estudio Geológico-Minero de las Rocas existentes en la Sierra de la Puerta (Murcia)

SEV 12

AB/2	MN	K	Voltaje 1	Voltaje 2	Intensidad	Resistencia	Resistividad a	
1		1						
1.26		1						
1.58		1						
2		1	11.7809724			#iDIV/0!	#iDIV/0!	
2.5		1	18.8495559	-3.16	5.17	8.6	0.96860465	18.3
3.2		1	31.3845106	3.2	4.4	9.1	0.13186813	4.1
4		1	49.4800842	3.1	4.4	12.4	0.10483871	5.2
5		1	77.7544181	3.1	3.9	10	0.08	6.2
6.3		1	123.904414	3.1	3.6	9.6	0.05208333	6.5
7.9		1	195.281399	3	3.2	6.7	0.02985075	5.8
10		1	313.373867	3	4	45	0.02222222	7.0
12.6		1	497.973851	3.5	4.1	36.4	0.01648352	8.2
15.9		1	793.44064	2.7	3.2	40.5	0.01234568	9.8
20		1	1255.85166	2.8	3.4	95.2	0.00630252	7.9
25.1		1	1978.44939	2.7	3	56.5	0.00530973	10.5
31.6		1	3136.28336	2.7	3.2	170	0.00294118	9.2
39.8		1	4975.62302	2.7	2.8	19.5	0.00512821	25.5
50.1		1	7884.64357	2.7	2.8	58.8	0.00170068	13.4
63.1		1	12507.8113	2.47	2.52	55.8	0.00089606	11.2
79.4		1	19804.9456	2.44	2.47	42.8	0.00070093	13.9
100		1	31415.1411	2.33	2.4	27.9	0.00250896	78.8

SEV 13

AB/2	MN	K	Voltaje 1	Voltaje 2	Intensidad	Resistencia	Resistividad ap.	
1		1						
1.26		1						
1.58		1						
2		1	11.7809724					
2.5		1	18.8495559	-23.2	-21.4	0.446	4.03587444	76.1
3.2		1	31.3845106	-22.9	-20.3	1.76	1.47727273	46.4
4		1	49.4800842	-22.3	-16	7.8	0.80769231	40.0
5		1	77.7544181	-21.2	-20.54	1.4	0.47142857	36.7
6.3		1	123.904414	-20.7	-18.8	7.3	0.26027397	32.2
7.9		1	195.281399	-19.8	-17.5	22.3	0.10313901	20.1
10		1	313.373867	-19.3	-17.9	24.8	0.05645161	17.7
12.6		1	497.973851	-19.2	-18	33.2	0.03614458	18.0
15.9		1	793.44064	-18.6	-18.3	12	0.025	19.8
20		1	1255.85166	-18.3	-18	21	0.01428571	17.9
25.1		1	1978.44939	-17.6	-17.3	41	0.00731707	14.5
31.6		1	3136.28336	-17.4	-17.1	43	0.00697674	21.9
39.8		1	4975.62302	-17	-16.9	73	0.00136986	6.8
50.1		1	7884.64357	-16.3	-16.2	25	0.004	31.5
63.1		1	12507.8113	-15.9	-15.7	168	0.00119048	14.9
79.4		1	19804.9456	-15.4	-15.2	144	0.00138889	27.5
100		1	31415.1411	-15	-14.9	136	0.00073529	23.1
100		10	3133.73867	-13.11	-13.05	129	0.00046512	1.5
125		10	4900.88453	-10.16	-10.01	448	0.00033482	1.6
150		10	7060.72948	-7.51	-7.44	248	0.00028226	2.0
175		10	9613.27351	-4.75	-4.7	206.7	0.0002419	2.3
200		10	12558.5166	-2.27	-2.22	188.6	0.00026511	3.3

Estudio Geológico-Minero de las Rocas existentes en la Sierra de la Puerta (Murcia)

SEV 14

AB/2	MN	K	Voltaje 1	Voltaje 2	Intensidad	Resistencia	Resistividad ap.	
1		1						
1.26		1						
1.58		1						
2		1	11.7809724					
2.5		1	18.8495559	47.8	51.59	1.3	2.91538462	55.0
3.2		1	31.3845106	47.94	50.01	1.53	1.35294118	42.5
4		1	49.4800842	47.96	50.06	3.02	0.69536424	34.4
5		1	77.7544181	48.1	48.82	2.2	0.32727273	25.4
6.3		1	123.904414	48.09	48.75	4.2	0.15714286	19.5
7.9		1	195.281399	48.2	48.54	3.7	0.09189189	17.9
10		1	313.373867	48.36	48.5	3.37	0.04154303	13.0
12.6		1	497.973851	49.2	52.1	122.4	0.02369281	11.8
15.9		1	793.44064	48.4	49.65	100.1	0.01248751	9.9
20		1	1255.85166	48.43	48.99	60.31	0.00928536	11.7
25.1		1	1978.44939	48.52	49.16	109.1	0.00586618	11.6
31.6		1	3136.28336	48.9	49.2	104.5	0.00287081	9.0
39.8		1	4975.62302	48.74	48.82	64.68	0.00123686	6.2
50.1		1	7884.64357	48.69	48.87	66.6	0.0027027	21.3
63.1		1	12507.8113	49.1	49.35	142.1	0.00175932	22.0
79.4		1	19804.9456	49.22	49.28	50.1	0.0011976	23.7
100		1	31415.1411	49.3	49.38	130	0.00061538	19.3
100		10	3133.73867	-9.5	-9	85.78	0.00582886	18.3
125		10	4900.88453	-12.18	-11.65	85.5	0.00619883	30.4
150		10	7060.72948	-11.4	-10.85	86	0.00639535	45.2
175		10	9613.27351	-10.76	-10.22	86.1	0.00627178	60.3
200		10	12558.5166	-10.32	-9.78	86.46	0.00624566	78.4
250		10	19627.1001	-10.13	-9.58	86.7	0.00634371	124.5
300		10	28266.4799	-10.13	-9.58	86.8	0.00633641	179.1
350		10	38476.656	-10.33	-9.8	87	0.00609195	234.4
400		10	50257.6284	-11.35	-10.83	87.4	0.00594966	299.0
450		10	63609.3972	-11.97	-11.44	87.5	0.00605714	385.3
500		10	78531.9623	-12.22	-11.72	87.41	0.00572017	449.2

SEV 15

AB/2	MN	K	Voltaje 1	Voltaje 2	Intensidad	Resistencia	Resistividad ap.	
1		1						
1.26		1						
1.58		1						
2		1	11.7809724					
2.5		1	18.8495559	-38.7	-22.7	7	2.28571429	43.1
3.2		1	31.3845106	-38.7	-28.6	7.2	1.40277778	44.0
4		1	49.4800842	-38.6	-20.1	22.9	0.80786026	40.0
5		1	77.7544181	-38.6	-35.6	6.5	0.46153846	35.9
6.3		1	123.904414	-38.6	-36.7	7.7	0.24675325	30.6
7.9		1	195.281399	-38.4	-37.6	6.6	0.12121212	23.7
10		1	313.373867	-38.3	-37.9	6	0.06666667	20.9
12.6		1	497.973851	-38.3	-37	40.5	0.03209877	16.0
15.9		1	793.44064	-38.2	-36.4	104.9	0.0171592	13.6
20		1	1255.85166	-38.2	-37.1	99.7	0.0110331	13.9
25.1		1	1978.44939	-38.1	-37.3	108	0.00740741	14.7
31.6		1	3136.28336	-37.99	-37.51	91.4	0.00525164	16.5
39.8		1	4975.62302	-37.9	-37.6	112.1	0.00267618	13.3
50.1		1	7884.64357	-37.81	-37.68	69.1	0.00188133	14.8
63.1		1	12507.8113	-37.8	-37.6	91.6	0.00218341	27.3
79.4		1	19804.9456	-37.66	-37.49	180.1	0.00094392	18.7
100		1	31415.1411	-37.58	-37.53	76	0.00065789	20.7
100		10	3133.73867	18.64	19.9	190	0.00663158	20.8
125		10	4900.88453	18.34	19.24	207	0.00434783	21.3
150		10	7060.72948	17.97	18.31	98	0.00346939	24.5
175		10	9613.27351	17.93	18.09	68.4	0.00233918	22.5
200		10	12558.5166	17.84	18.07	120.01	0.00191651	24.1
250		10	19627.1001	17.63	17.88	148.2	0.00168691	33.1
300		10	28266.4799	17.85	18.15	270	0.00111111	31.4
350		10	38476.656	17.79	18.15	476.2	0.00075598	29.1
400		10	50257.6284	17.97	18.16	187.5	0.00101333	50.9
450		10	63609.3972	18.13	18.15	32.05	0.00062402	39.7
500		10	78531.9623	18.36	18.51	320	0.00046875	36.8

Estudio Geológico-Minero de las Rocas existentes en la Sierra de la Puerta (Murcia)

SEV CAL 1

AB/2	MN	K	Voltaje 1	Voltaje 2	Intensidad	Resistencia	Resistividad ap.	
1		1						
1.26		1						
1.58		1						
2		1	11.7809724					
2.5		1	18.8495559		134.1	24.7	5.67206478	106.9
3.2		1	31.3845106	-5.8	41.7	16.4	2.89634146	90.9
4		1	49.4800842	-5.8	-1.3	4.5	1	49.5
5		1	77.7544181	-5.9	4.6	11.6	0.90517241	70.4
6.3		1	123.904414	-6	1.7	15.1	0.50993377	63.2
7.9		1	195.281399	-6	-1	17.8	0.28089888	54.9
10		1	313.373867	-6	-4.8	7.5	0.16	50.1
12.6		1	497.973851	-6	-4.5	16.6	0.09036145	45.0
15.9		1	793.44064	-6.1	-4.5	31.5	0.05079365	40.3
20		1	1255.85166	-6	-5.2	27.6	0.02898551	36.4
25.1		1	1978.44939	-6	-5.4	35.4	0.01694915	33.5
31.6		1	3136.28336	-6	-5.7	31.7	0.00946372	29.7
39.8		1	4975.62302	-6	-5.8	42.3	0.00472813	23.5
50.1		1	7884.64357	-6	-5.8	78.3	0.00255428	20.1
63.1		1	12507.8113	-6	-5.9	53.4	0.00187266	23.4
79.4		1	19804.9456	-6	-5.9	174	0.00057471	11.4
100		1	31415.1411	-6.1	-6	55.1	0.00181488	57.0

SEV CAL 2

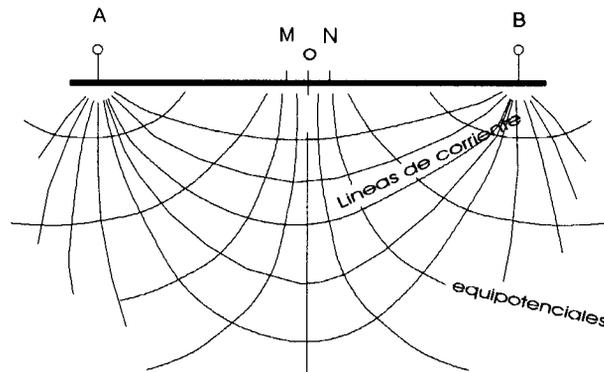
AB/2	MN	K	Voltaje 1	Voltaje 2	Intensidad	Resistencia	Resistividad a	
1		1						
1.26		1						
1.58		1						
2		1	11.7809724			#iDIV/0!	#iDIV/0!	
2.5		1	18.8495559	-4.9	7.6	1.4	8.92857143	168.3
3.2		1	31.3845106	-3.5	33	7.1	5.14084507	161.3
4		1	49.4800842	-3.5	-1.2	0.76	3.02631579	149.7
5		1	77.7544181	-3.3	12.8	8.8	1.82954545	142.3
6.3		1	123.904414	-3.3	-0.5	3.02	0.92715232	114.9
7.9		1	195.281399	-3.1	4.6	16	0.48125	94.0
10		1	313.373867	-3	-1.6	14.1	0.09929078	31.1
12.6		1	497.973851	-3.1	-2	19.6	0.05612245	27.9
15.9		1	793.44064	-2.7	-2.4	10.1	0.02970297	23.6
20		1	1255.85166	-2.6	-2.2	27.6	0.01449275	18.2
25.1		1	1978.44939	-2.5	-2.1	27	0.01481481	29.3
31.6		1	3136.28336	-2.5	-2.1	55.4	0.00722022	22.6
39.8		1	4975.62302	-2.4	-2.3	19.1	0.0052356	26.1
50.1		1	7884.64357	3.1	3.5	103.5	0.00386473	30.5
63.1		1	12507.8113	3.3	3.7	68.7	0.00582242	72.8
79.4		1	19804.9456	3.5	3.8	173.9	0.00172513	34.2
100		1	31415.1411	-1.8	-1.5	196.5	0.00152672	48.0

SEV CAL 3

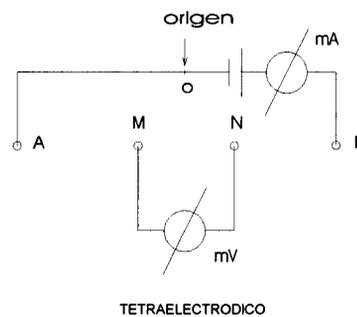
AB/2	MN	K	Voltaje 1	Voltaje 2	Intensidad	Resistencia	Resistividad a	
1		1						
1.26		1						
1.58		1						
2		1	11.7809724			#iDIV/0!	#iDIV/0!	
2.5		1	18.8495559	-28.2	-24.2	3	1.33333333	25.1
3.2		1	31.3845106	-24.2	-22.8	2.5	0.56	17.6
4		1	49.4800842	-23.7	-22	4.4	0.38636364	19.1
5		1	77.7544181	-23.7	-15	39.8	0.21859296	17.0
6.3		1	123.904414	-23.1	-22.6	4	0.125	15.5
7.9		1	195.281399	-22.9	-20.7	39.6	0.05555556	10.8
10		1	313.373867	-22.8	-21.7	31.6	0.03481013	10.9
12.6		1	497.973851	-22.5	-20.5	90.5	0.02209945	11.0
15.9		1	793.44064	-22.7	-22	50.8	0.01377953	10.9
20		1	1255.85166	-22.7	-22.3	36.5	0.0109589	13.8
25.1		1	1978.44939	-22.4	-22	65.1	0.00614439	12.2
31.6		1	3136.28336	-22.1	-21.8	87.7	0.00342075	10.7
39.8		1	4975.62302	-22	-21.5	185.3	0.00269833	13.4
50.1		1	7884.64357	-21.8	-21.7	35.1	0.002849	22.5
63.1		1	12507.8113	-21.7	-21.6	101.9	0.00098135	12.3
79.4		1	19804.9456	-21.8	-21.7	65.8	0.00151976	30.1
100		1	31415.1411	-21.9	-21.8	21.7	0.00460829	144.8

1.2.4.5.- FUNDAMENTOS DEL MÉTODO ELÉCTRICO APLICADO.

Mediante 2 electrodos o tomas de tierra A B, se introduce una corriente eléctrica en el terreno, y con otros denominados M N, se investiga el campo eléctrico creado por aquellos. Este conjunto de 4 electrodos AMNB, con ayuda de los cuales se originan y estudian campos eléctricos artificiales, se denomina dispositivo electródico y aunque en general pueden adoptar una forma geométrica cualquiera, nosotros hemos utilizado en este estudio, dispositivos electródicos lineales simétricos.



Las partes de dispositivo que incluyen los electrodos A B pertenecientes al circuito de corriente, son también llamadas líneas de emisión, mientras que los electrodos M N pertenecen al circuito de potencial. El dispositivo utilizado tanto en SEV como en CE es del tipo, SCHLUMBERGUER, TETRAELECTRODICO SIMPLE. Las configuraciones o geometrías que adoptan son las siguientes.



El fundamento físico en que se basa este método es la Ley de Ohm, la cual podemos recordar : $\Omega = V / I$, siendo por tanto el valor de resistividad, ρ , de las rocas igual a la siguiente expresión:

$$\rho = k V / I$$

donde:

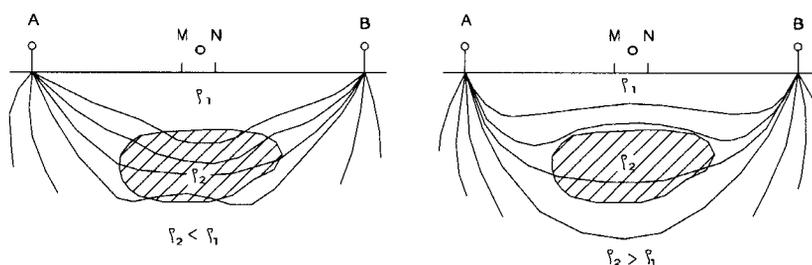
V, se mide en el circuito de potencial y está dado en milivoltios.

I, se mide en el circuito de corriente y está expresado en miliamperios.

k, es una constante que depende de la geometría del dispositivo empleado y se mide en metros .

Por lo tanto la resistividad, ρ , viene expresada en Ω por m.

Debido a que los medios geológicos reales son inhomogéneos y anisótropos, solo se puede hablar de resistividad aparente, parámetro que representa la resistividad verdadera de un medio homogéneo e isotrópico ficticio, en el cual, conservando las separaciones interelectródicas y la intensidad de corriente I , se obtendría la misma diferencia de potencial V , que para el medio real. Esta resistividad aparente es función de la resistividad verdadera de las rocas y de la geometría del dispositivo



Líneas de corriente en terrenos no homogéneos.

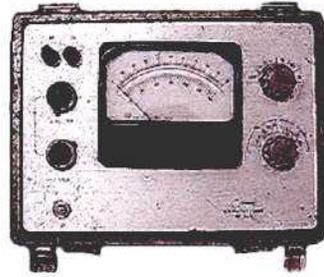
PROSPECCIÓN CON S.E.V. (sondeos eléctricos verticales).

Este método permite medir directamente la resistividad eléctrica de las rocas, según la vertical de un punto, punto sondeado u origen, que coincide con el centro del dispositivo lineal y simétrico. La interpretación de las curvas de S.E.V. consiste en transformar máximos, mínimos y tramos rectos de que consta dicha curva, en espesores y resistividades reales de capas litoeléctricas, de forma que con ambos parámetros se pueda trazar un corte geoelectrico en profundidad en el que la naturaleza de las rocas del subsuelo es sustituida por su resistividad real.

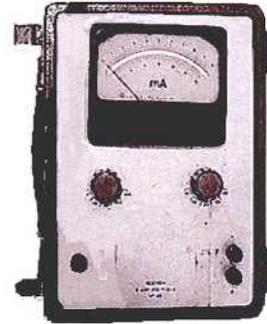
La interpretación se puede realizar manualmente comparando las curvas obtenidas en campo con curvas patrón conocidas. Para el presente estudio se han realizado los cálculos correspondientes con ayuda de un programa informático propio el cual ha permitido conocer tanto gráfica como numéricamente el valor de la curva teórica en cada corte geoelectrico y poniendo de manifiesto las diferencias entre esta y la curva de campo.

EQUIPO DE MEDIDA

- Milivoltímetro electrónico y analógico independiente con resolución de 0.1 mV, adecuado para compensar el potencial espontáneo, marca GEOTRON.



Milivoltímetro



Miliamperímetro

- Miliamperímetro independiente con capacidad de medida hasta 3000 mA, marca GEOTRON.
- 2 electrodos impolarizables para medir potenciales eléctricos.
- 2 electrodos de hierro o inyección para cerrar el circuito con el terreno.
- Carretes de cable suficientes para crear el dispositivo.
- Baterías de corriente que puedan suministrar desde 50 hasta 400 voltios.

1.2.4.6.- FOTOGRAFÍAS.



Explotación sobre un flanco invertido de las Calizas blancas del Eoceno en la Sierra de la Puerta, Cehegin.



Vista general de equipo de medida distintas explotaciones en el borde de la Sierra.



Vista general del equipo de medida junto a un bloque de caliza blanca.

1.3.- DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES.

1.3.1.- DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA.

Calizas Crema del Eoceno Superior.



Foto 13. Detalle de una muestra pulida de Crema Marfil Sierra de la Puerta.

Se trata de una caliza donde el color predominante es el crema, con variaciones al verde y al rosado. Existen varias generaciones de fracturas, unas huecas con desarrollo de diversos espeleotemas, y otras rellenas de materiales margoso - arcillosos. No hay evidencias de alteración. Nota: existen numerosos fósiles de pequeño tamaño (foraminíferos, algas, erizos) que se ven a simple vista.

1.3.2.- DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA.

Se ha realizado el estudio petrográfico de las láminas recogidas en la Sierra de la Puerta, atendiendo a la formación con interés minero y en la que se observan los minerales existentes, las relaciones entre ellos, así como la textura. Los resultados son los siguientes:

Calizas Crema. La textura, según la clasificación de *Dunham (1962)*, corresponde a un *Packstone*, con un 10% de micrita, un 15% de esparita y un 75% de bioclastos.

Las dimensiones de los diferentes componentes de la roca son: **micrita**: < 0.1 mm. a 2,3 mm., **esparita**: > 5 mm. y **bioclastos**: <5 mm.

Los restos orgánicos se clasifican en mayoritarios, siendo *Lepidocyclinas*, *Nummulites* y algas; y minoritarios o accesorios: restos de equinodermos, algas, fragmentos irreconocibles.

Se observan fracturas rellenas de calcita.

La clasificación petrográfica corresponde a una ***Bioesparita con Lepidocyclina y Nummulites.***

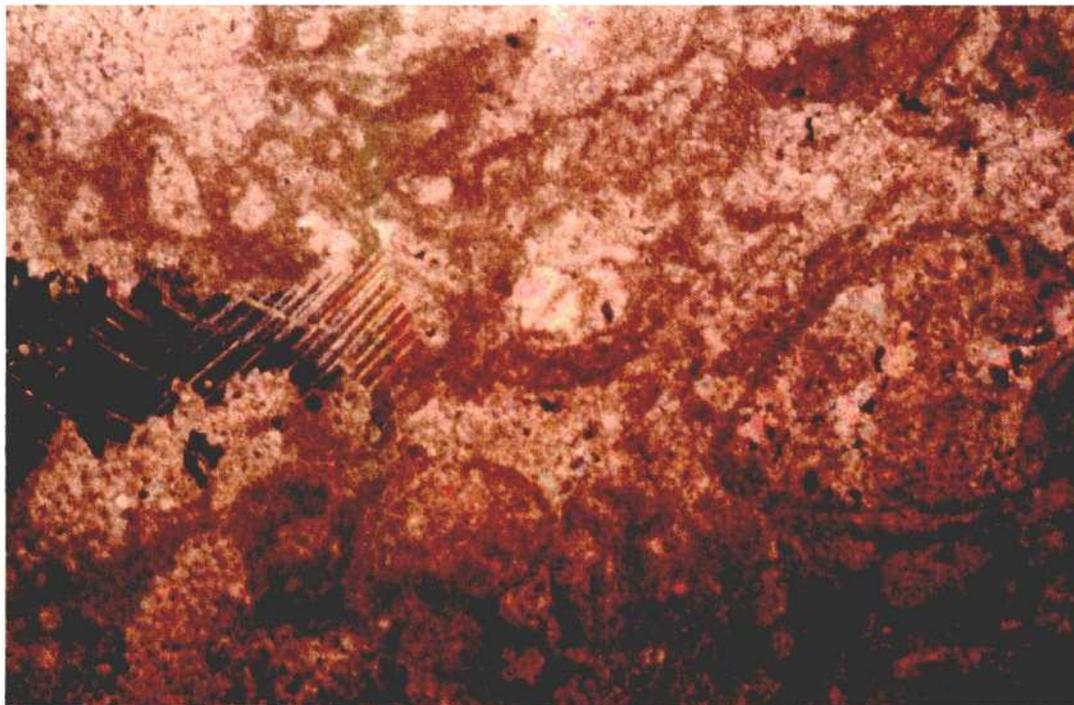


Foto 14.- Fotografía de microscopio con nicoles cruzados de una muestra de Crema Marfil Sierra de la Puerta, en donde se observan la textura y microfósiles presentes en la roca, además de rellenos tardíos, ocupando huecos (izquierda al centro).

1.3.3.- ENSAYOS TECNOLÓGICOS.

DENOMINACIÓN DEL MATERIAL: **CREMA MARFIL SIERRA DE LA PUERTA**

PROCEDENCIA: **Cehegín (Murcia)**

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA: **Bioesparita**

TÍTULO ENSAYO (NORMA):	RESULTADO ENSAYO:	RECEPCIÓN MUESTRAS:	REALIZADO ENSAYO:
Microdureza knoop (UNE 22188)	1470,1 MPa	07-07-1998	22-01-1999
Resistencia a la compresión (prEN 1926)	134,5 MPa	26-05-1999	02-06-1999
Resistencia a la flexión bajo carga concentrada (prEN 12372)	11,0 MPa	26-05-1999	23-06-1999
Resistencia a la abrasión (prEN WI 2460014)	20,6 mm	26-05-1999	30-06-1999

1.4.- SITUACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS.

En la Sierra de la Puerta, la situación de los recursos se localiza en la capa de calizas crema del Eoceno Superior. Esta capa es bastante uniforme. Aparece en la cresta de la alineación montañosa que va desde el Suroeste al Noreste, cuya máxima elevación es el vértice Poyo Miñano, con 745 m.s.n.m.. Está limitada al Sur por las margas verdosas del Eoceno medio, y al Norte por las calizas tableadas del Oligoceno. Existen varias fallas normales, perpendiculares a la dirección de la alineación de la sierra que dividen la sierra en porciones pseudorectangulares, separadas unas de otras pocos metros, hacia el Noroeste y hacia el Sureste. Ninguna de estas fallas desplaza la capa explotable más de 100 metros (ver plano 2.4.2).

Las explotaciones están localizadas donde la potencia y la calidad de la capa explotable son mayores, es decir, en la zona central de la sierra. Cuando nos acercamos al límite con las calizas oligocenas, la calidad del material baja bastante, por eso, cuando la potencia es pequeña, es muy probable que la calidad del material sea baja, puesto que estaremos cerca de ese contacto.

En la zona oriental de la sierra, también hay bastantes explotaciones, aunque algunas están abandonadas por la presencia de bolsadas de arenas versicolores (fotos 10 y 11) y por la presencia de fracturas. En la zona occidental, solamente hay una cantera en un cerro aislado. En esta zona no hay más explotaciones, debido al poco espesor de la capa. Existe otra zona donde se localizan algunas explotaciones; ésta está al noroeste de la Sierra, a un kilómetro de la misma. Se trata de unos pequeños cerros en los que hay alguna labor abandonada no hace mucho tiempo, seguramente por la alta cantidad de fracturas presentes en el material y la poca entidad del yacimiento (foto 15). El material en estos cerros sigue siendo Crema Marfil.

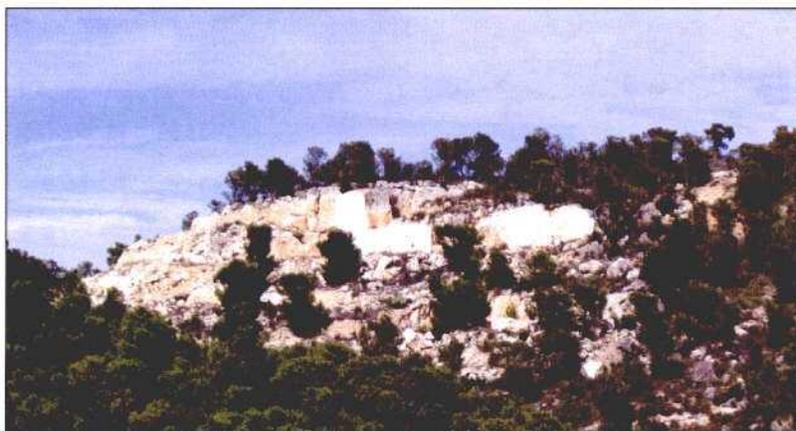


Foto 15. Vista general de una de las canteras abandonadas en los mogotes al NO de la Sierra de la Puerta.

En cuanto a la geometría de las explotaciones, debido a la pendiente de la ladera y de la capa, ocupan una gran extensión en la vertical. Como resultado existen canteras desarrolladas en la vertical, en las que se llegan a observar hasta 20 alturas de 7 metros cada una. Por esto, normalmente, el reparto de las parcelas de explotación para las diferentes empresas se hace desde lo alto de la cresta de la sierra hasta abajo, pudiendo así aprovechar cada empresa la capa explotable en toda su extensión. Tanto es así, que en algunos frentes se pueden observar bancadas hechas con métodos de arranque diferentes (más antiguos) al actual (en las zonas más altas), lo cual sirve para comparar ambas técnicas (Foto 16).



Foto 16. Detalle de una de algunas de las explotaciones en la Sierra de la Puerta, donde se observan los diferentes métodos de explotación de la Roca Ornamental. En la zona superior (parte izquierda de la foto la extracción era mediante hilo helicoidal y barrenos) y en la zona inferior (parte derecha de la foto mediante hilo diamantado).

Cuando se va llegando al nivel del suelo, es preciso retirar parte de la formación de margas para acceder al nivel explotable (Foto 17). Este hecho está ocurriendo ya en algunas de las explotaciones, aunque por el momento es poca la cantidad de margas que hay que retirar.

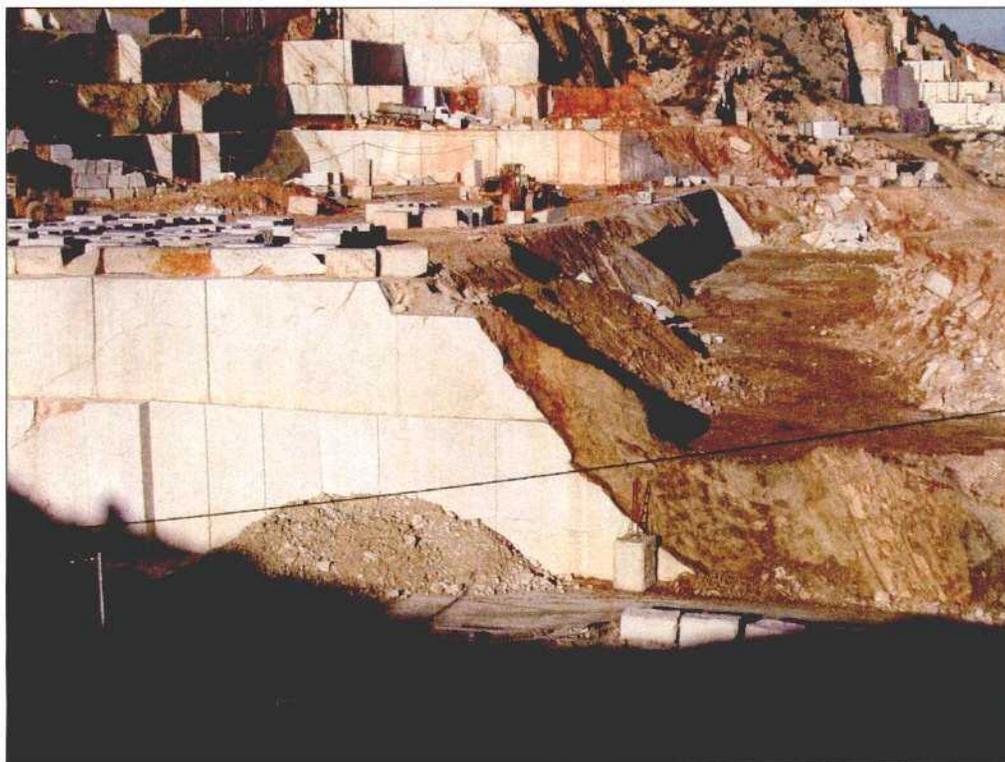


Foto 17. Vista de una explotación en la Sierra de la Puerta donde se ha llegado ya al nivel del suelo y hace falta retirar la capa de margas para seguir extrayendo el material.

En cuanto a la evaluación de los recursos, se ha considerado una capa de material explotable de 5,2 km. de corrida, 140 metros de anchura media y 50 metros de profundidad, considerando que se bajara hasta 20 por debajo del nivel del suelo. Se ha estimado un volumen de material explotable de 36,4 millones de metros cúbicos en toda la sierra, sin tener en cuenta criterios de calidad de la roca como fracturas, cambios de color, etc.

1.5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

En este informe se ha descrito el nivel de calizas de color crema del Eoceno Superior que aflora en la Sierra de la Puerta. En la cartografía realizada (plano 2.4.2.) se pueden observar los límites de esta capa y los lugares donde aflora. El nombre comercial de esta caliza es "*Crema Marfil Sierra de la Puerta*", y es uno de los materiales más demandados por el mercado, tanto en el ámbito nacional como internacional, por su tonalidad y calidad.

Esta capa se deposita en la vertiente Sureste de la Sierra de la Puerta, y está inclinada de forma más o menos constante, unos 40° hacia el SE, lo que la hace propicia para su explotación en bancos a diferentes alturas. Así, se observa que esta capa aflora desde las partes más altas de la sierra hasta el nivel del suelo, continuando en profundidad.

En cuanto a la morfología de la capa explotable se sabe, al menos, que ésta se encuentra con la misma dirección y el mismo buzamiento a unos 50 metros más por debajo del nivel del suelo. El espesor medio de esta capa es de 50 metros, siendo la zona central la que tiene mayor potencia, adelgazándose conforme nos vamos hacia los lados, hasta desaparecer (ver plano 2.4.2.).

Los límites de la capa explotable son, como se ha descrito, por un lado, las margas verdosas del Eoceno Medio, cuyo contacto es neto (Foto 17); y por otro lado las calizas con abundantes fósiles del Oligoceno, cuyo límite es neto, aunque se observan cambios de tonalidad (tonalidades verdosas) en la capa de calizas crema cuando nos acercamos a este límite (Foto 9).

La mayoría de las canteras están ubicadas en la zona central de la sierra, coincidiendo con el máximo espesor de la capa explotable. En esta zona existe una red de fracturación que hay que conocer en detalle. En el estudio de fracturación se observa que las dos familias de fracturas tienden a ser ortogonales, lo cual facilita la extracción de la roca en paralelepípedos de ángulos rectos. Sería conveniente localizar zonas del afloramiento donde el número de diaclasas fuese lo más bajo y estas estuvieran lo menos abiertas posibles; y evitar las fallas transversales que existen en la Sierra, las cuales presentan planos netos de rotura que y son zonas de debilidad de la roca. También hay que tener en cuenta en esta zona la falla con dirección N30° que afecta a todo el frente de la sierra y que corta la continuidad de la capa explotable, apareciendo después "bolos" de diferente tamaño, que no pueden ser explotados.

En cuanto a la potencialidad de nuevas explotaciones, en la *zona suroccidental*, el espesor de la capa decrece tanto que es imposible plantear una explotación a cielo abierto rentable. Si unimos a esto la presencia de una fracturación densa, hay que descartar por completo el aprovechamiento desde el punto de vista minero de esta zona de la sierra.

En cuanto a la *zona nororiental*, aunque hay más espesor, existen bolsadas de tamaño métrico a decimétrico rellenas de arenas, que hacen menos rentable la explotación de la capa de roca sana. Cualquier explotación que se plantee en esta zona tiene que conocer la existencia de estas bolsadas y evitarlas, lo que conlleva un gasto económico adicional. También hay que tener en cuenta el plano de falla (presente en toda la sierra), con la misma dirección y buzamiento que la capa explotable, que aflora en esta zona y que es un plano neto, liso, que afecta al miembro explotable. De hecho, cerca del barranco de las tablas, se desplomó una masa de roca a favor de este plano.

La *zona central* es donde existe mayor potencia de capa explotable. Ésta sería una buena zona, si no fuera porque es aquí donde están ubicadas todas las explotaciones actuales, sin olvidarnos de la zona afectada por la falla antes comentada, que deja una zona importante sin posibilidades de explotación.

En conclusión, la potencialidad de nuevos yacimientos en la Sierra de la Puerta, es bastante baja, debido a que existen explotaciones en todos los lugares donde existe la suficiente potencia y calidad de roca para la explotación. Hay que tener en cuenta en que esta es una zona que se conoce desde incluso épocas romanas, y que se ha venido aprovechando hasta nuestros días. No obstante, el hecho de que la capa continúe por debajo del nivel del suelo hace posible que yacimientos actuales puedan revalorizarse al contar aún con reservas para explotarse durante bastantes años, aunque el método de explotación ya no sea el de cantera a cielo abierto.

1.6.- BIBLIOGRAFÍA.

Carta Arqueológica de la Región de Murcia. Zona de Cehegín.

Paquet, Jaques. Étude Géologique de L'Ouest de la Province de Murcie (Espagne). Société Géologique de France. París.

Mapa Geológico de España 1:50.000. Hoja de Cehegín (911).

1.7.- FOTOGRAFÍAS.



Foto 18. Vista general de las explotaciones en la Sierra de la Puerta.

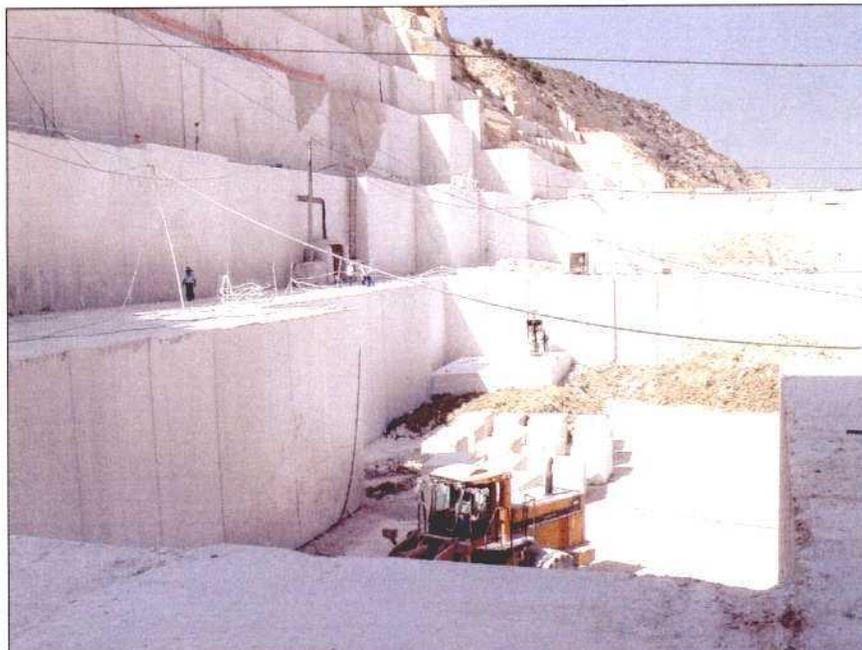


Foto 19. Vista general de la capa explotable en la zona central de la sierra, donde se aprecian las labores de extracción del material.

2. ANEXOS.

2.1.- FICHAS DE INVENTARIO.



FICHA DE INVENTARIO

DATOS GENERALES

Zona de estudio: SIERRA DE LA PUERTA

Nº de referencia: 911-012

Proyecto: ESTUDIO GEOLOGICO MINERO DE LOS RECURSOS DE ROCAS ORNAMENTALES EN LA REGION DE MURCIA

Naturaleza y estado: CANTERAS ACTIVAS

Explotación

Material: CREMA MARFIL

Afloramiento

LOCALIZACIÓN

Coordenadas UTM: Coordinada X: 605609, Coordinada Y: 4223608, Coordinada Z: 697

Ortofotomapa: 911/1-1, Paraje: SIERRA DE LA PUERTA, Localidad cercana: CEHEGÍN

Municipio: CEHEGÍN, Provincia: MURCIA, GPS utilizado: GARMIN

Nombre de la explotación: VARIAS EXPLOTACIONES

Empresa explotadora: VARIAS EMPRESAS

Tfno: _____ Domicilio: _____

Localidad: _____ Municipio empresa: _____ Provincia empresa: _____

DATOS MINEROS

Tipo de minería: CIELO ABIERTO, Metodo de arranque: HILO DIAMANTADO, Instalaciones: CASETAS, CABLEADO, ETC

Nº de frentes: _____ Nº de bancos: _____ Altura media: _____ Longitud de los frentes: _____

Vertidos

Tipo: _____

Titularidad del terreno: _____ Concesiones Mineras Vigentes: AA-EL-SABINAR, Caducidad: _____

Nº de escombreras apreciables: _____ Volumen estimado (mcub): _____

Composición de la escombrera: IGUAL AL MATERIAL EXPLOTADO

Tipo de escombrera: LADERA, Estabilidad del talud: BUENA, Erosión del talud: BAJA

Afección a cauces: NO, Nombre del cauce: _____, Granulometría: HETEROMÉTRICA

Presencia de deslizamientos: NO, Pendiente del terreno: 35°

DATOS GEOLÓGICOS

Edad: EOCENO SUPERIOR, Unidad geológica: UNIDADES INTERMEDIAS ENTRE SUBBÉTICO Y PREBÉTICO

Descripción: CALIZA BIODISPÁRICA RECRISTALIZADA CON TONALIDADES CREMA (MATERIAL TA-A 1-2 EN MAGNA)

Dirección: N203°E, Buzamiento: 25°E, Potencia: 75 M, Anchura: 200

Fracturas: SI, Dirección fracturas: N230°E, Buzamiento fracturas: 90° / 60°SE

Estilolitos: SI, Abundancia: MEDIA, Litología del recubrimiento: NO EXISTE

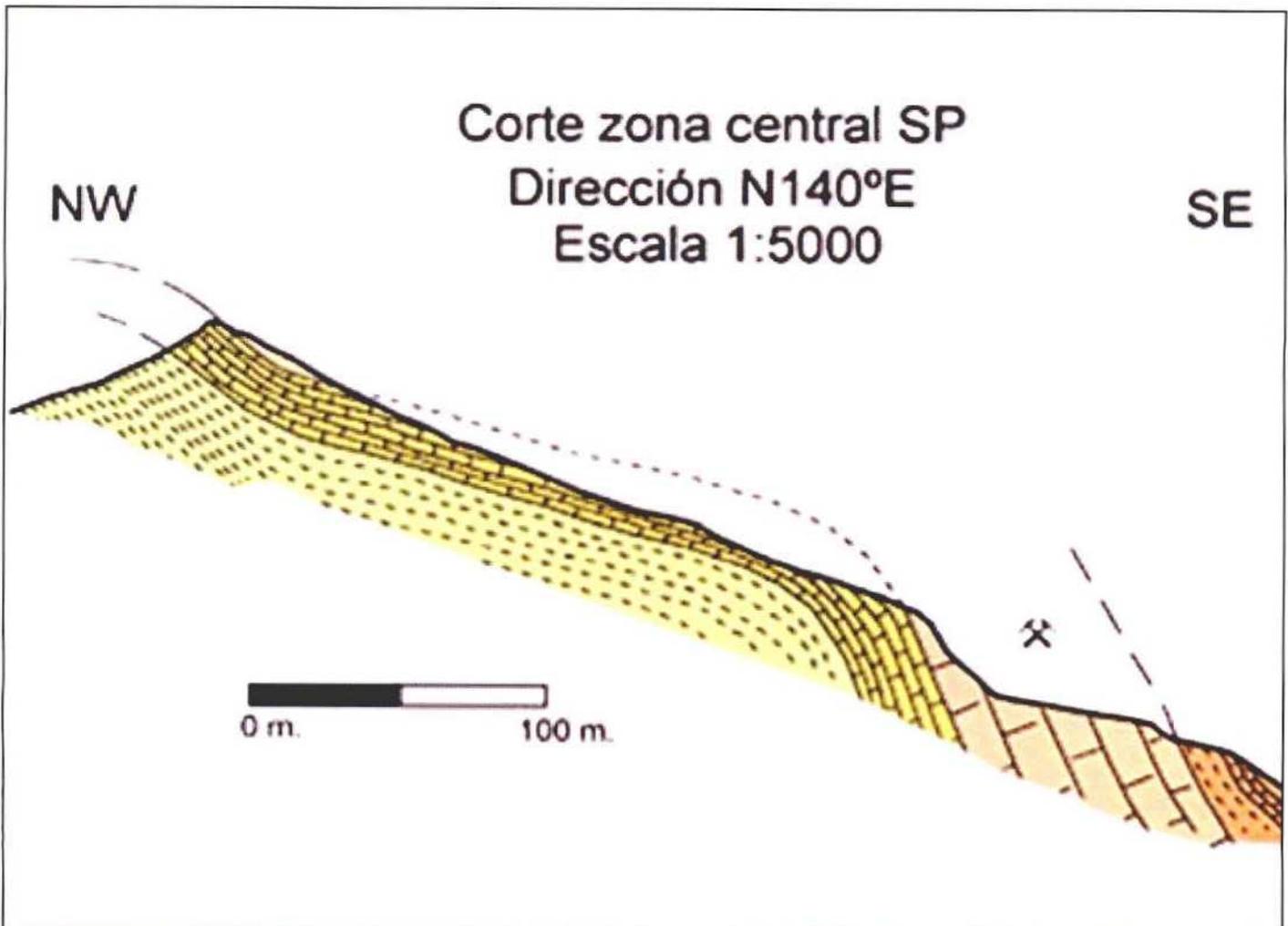
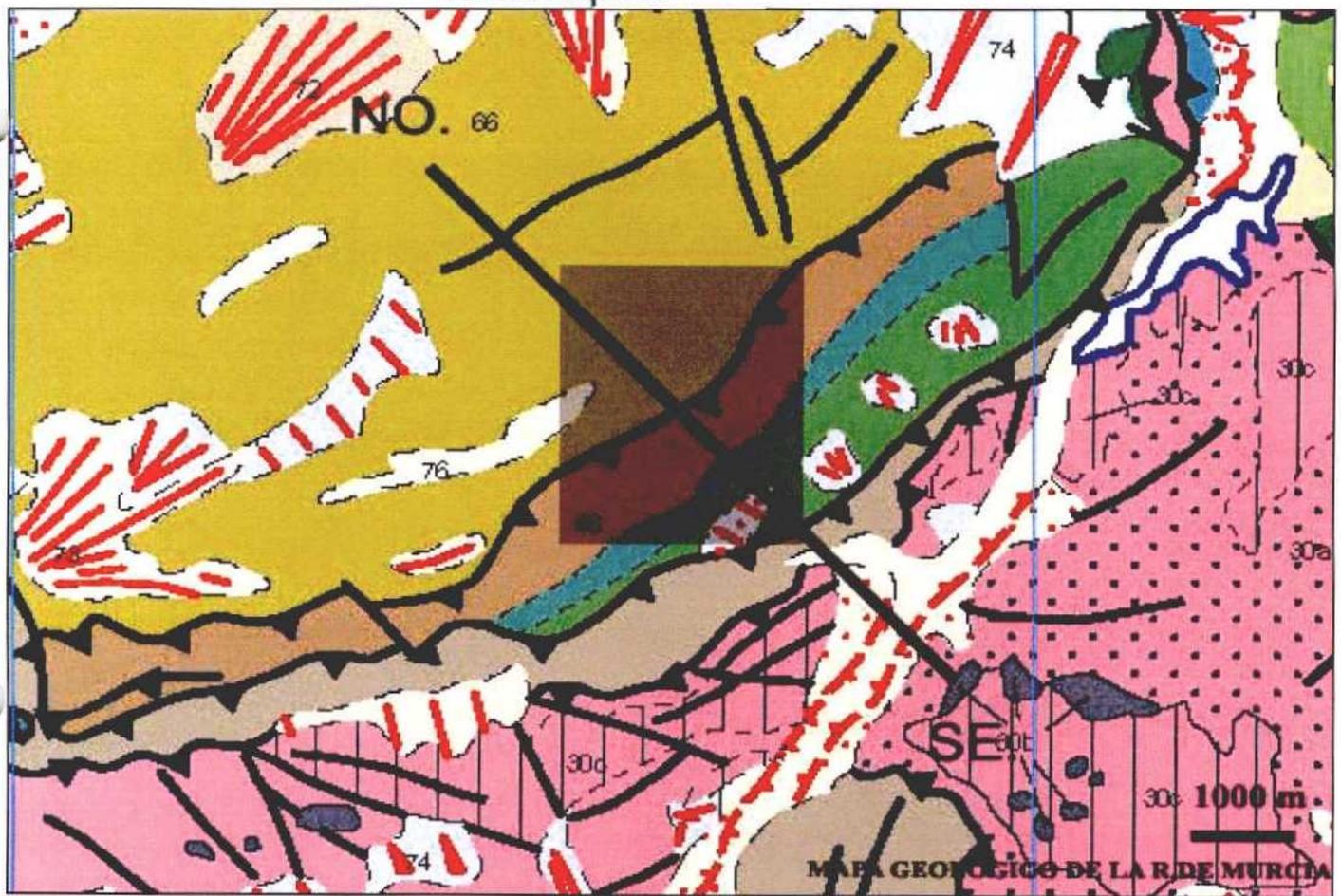
Potencia recubrimiento: _____

DATOS ECONOMICOS

Potencialidad: del recurso: MUY ALTA, Producción anual del recurso: MUY ALTA

Nº de operarios: _____

Fotografías: _____



Visibilidad: MUY ALTA

Vegetación: MATORRAL BAJO

Agua superficial: NO

Afección a acuífero: NO

Paisaje: ALTO

Hitos visuales importantes: SE VE LA CARRETERA QUE VA DESDE CEHEGÍN HASTA CALASPARRA

Foto aérea:

Escala:

Nº de muestras: 911/012

Ensayos realizados: ABSORCIÓN DE AGUA A PRESIÓN ATMOSFÉRICA, DENSIDAD APARENTE Y POROSIDAD ABIERTA

Equipo empleado: BOMBA DE VACÍO, BALANZAS, ESTUFAS Y TERMÓMETROS

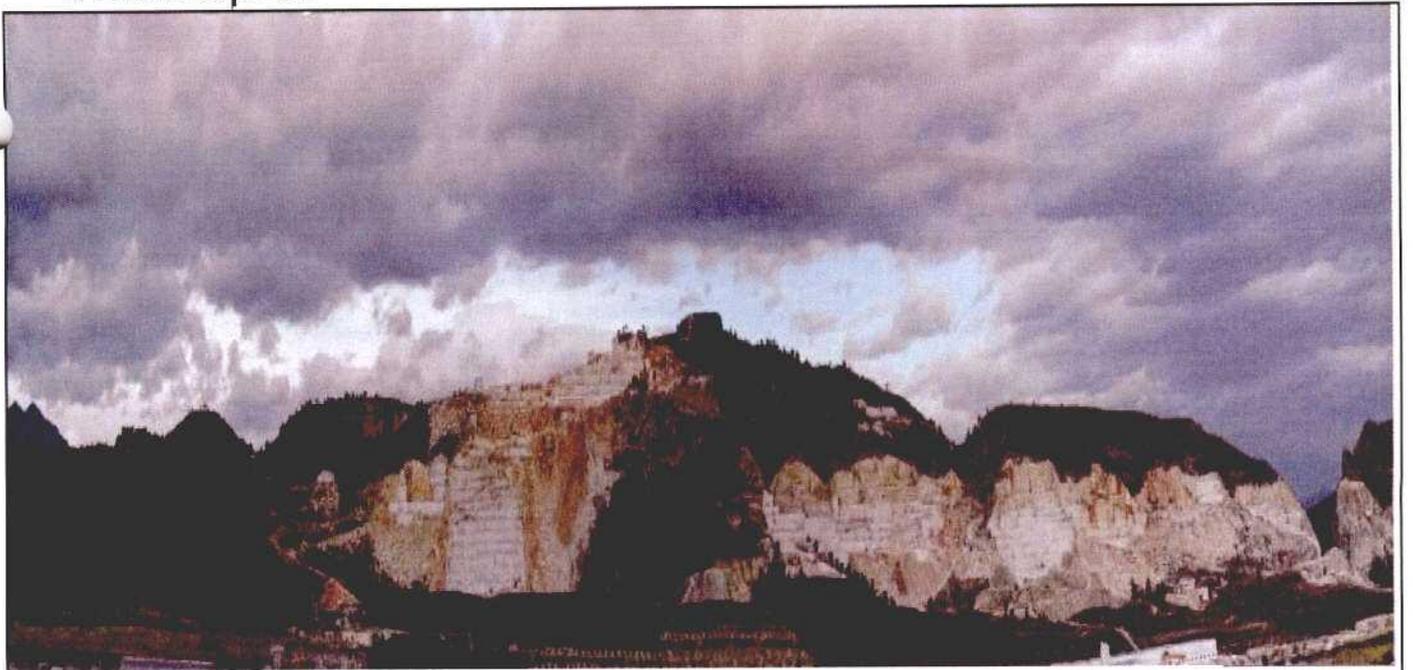
Fecha: 27/11/2003

Especialista: MANUEL SERRANO

Observaciones:

SON DIFERENTES CANTERAS EN UNA MISMA CAPA, MUY CERCANAS UNAS DE OTRAS





FICHA DE INVENTARIO

DATOS GENERALES

Zona de estudio: SIERRA DE LA PUERTA N° de referencia: 911-013

Proyecto: ESTUDIO GEOLOGICO MINERO DE LOS RECURSOS DE ROCAS ORNAMENTALES EN LA REGION DE MURCIA

Naturaleza y estado: CANTERA INACTIVA Explotación Material: CALIZA Afloramiento

LOCALIZACIÓN

Coordenadas UTM: Coordenada X: 604580 Coordenada Y: 4224926 Coordenada Z: 605

Ortofotomapa: 911/1-1 Paraje: CERRO GORDO Localidad cercana: CEHEGÍN

Municipio: CEHEGÍN Provincia: MURCIA GPS utilizado: GARMIN

Nombre de la explotación: _____

Empresa explotadora: _____

Tfno: _____ Domicilio: _____

Localidad: _____ Municipio empresa: _____ Provincia empresa: _____

DATOS MINEROS

Tipo de minería: CIELO ABIERTO Metodo de arranque: HILO DIAMANT. BARRENA Instalaciones: _____

N° de frentes: 3 N° de bancos: 4 Altura media: 7 Longitud de los frentes: 135

Vertidos Tipo: _____

Titularidad del terreno: _____ Concesiones Mineras Vigentes: AA-LOURDES-Nº2-MORATALLA Caducidad: _____

N° de escombreras apreciables: 1 Volumen estimado (mcb): 80

Composición de la escombrera: IGUAL AL MATERIAL A EXPLOTADO

Tipo de escombrera: LADERA Estabilidad del talud: ALTA Erosión del talud: MEDIA

Afección a cauces: NO Nombre del cauce: _____ Granulometría: HETEROMÉTRICA

Presencia de deslizamientos: NO Pendiente del terreno: 40°

DATOS GEOLÓGICOS

Edad: EOCENO MEDIO Unidad geológica: UNIDADES INTERMEDIAS

Descripción: CALIZA BIODESPARÍTICA RECRISTALIZADA CON TONALIDADES CREMA (TA-A 1-2 EN MAGNA)

Dirección: N225°E Buzamiento: 11°SE Potencia: 75 Anchura: 200

Fracturas: SI Dirección fracturas: N40°E / N0°E Buzamiento fracturas: 53°NO / 90°

Estilolitos: SI Abundancia: ALTA Litología del recubrimiento: NO EXISTE

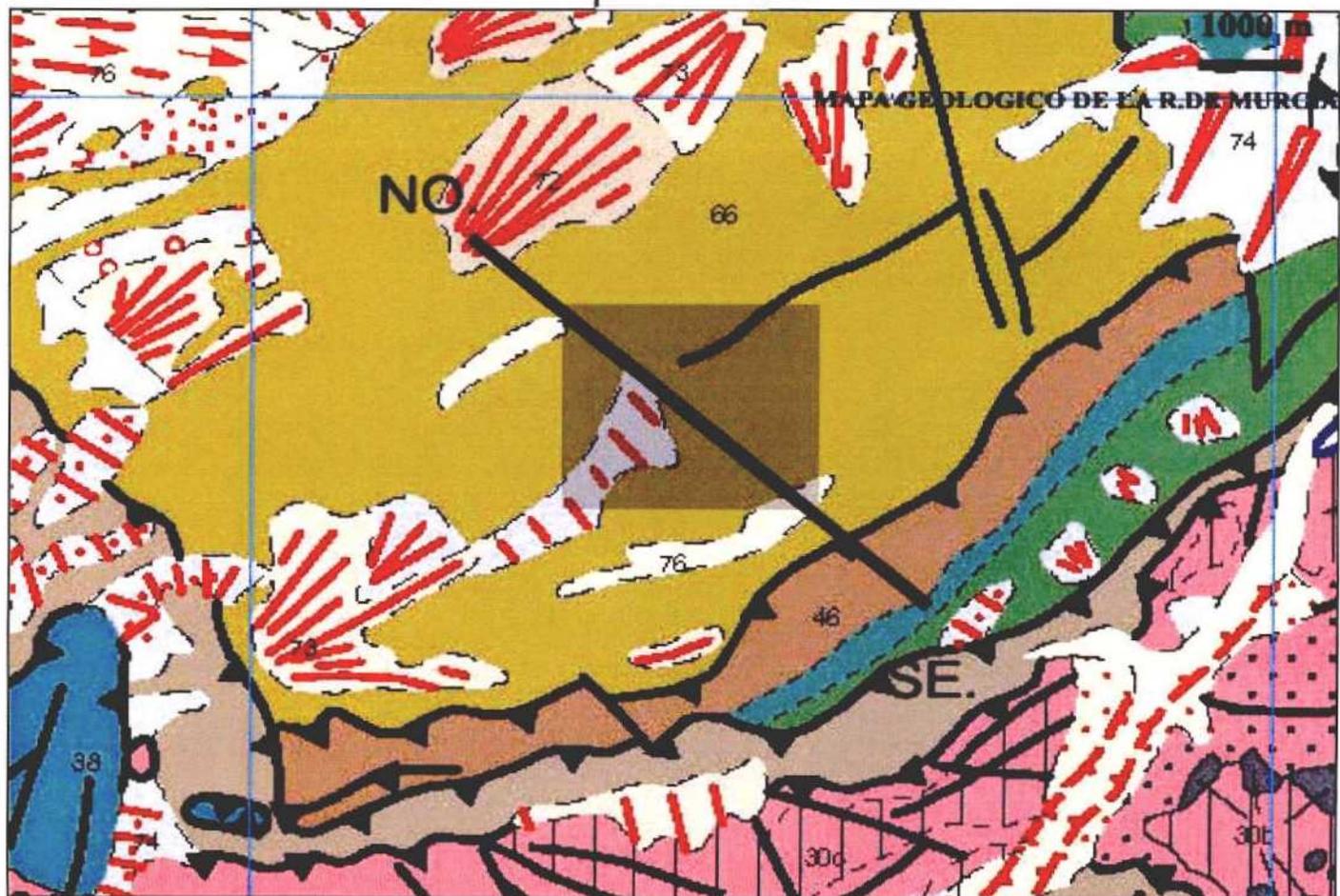
Potencia recubrimiento: _____

DATOS ECONOMICOS

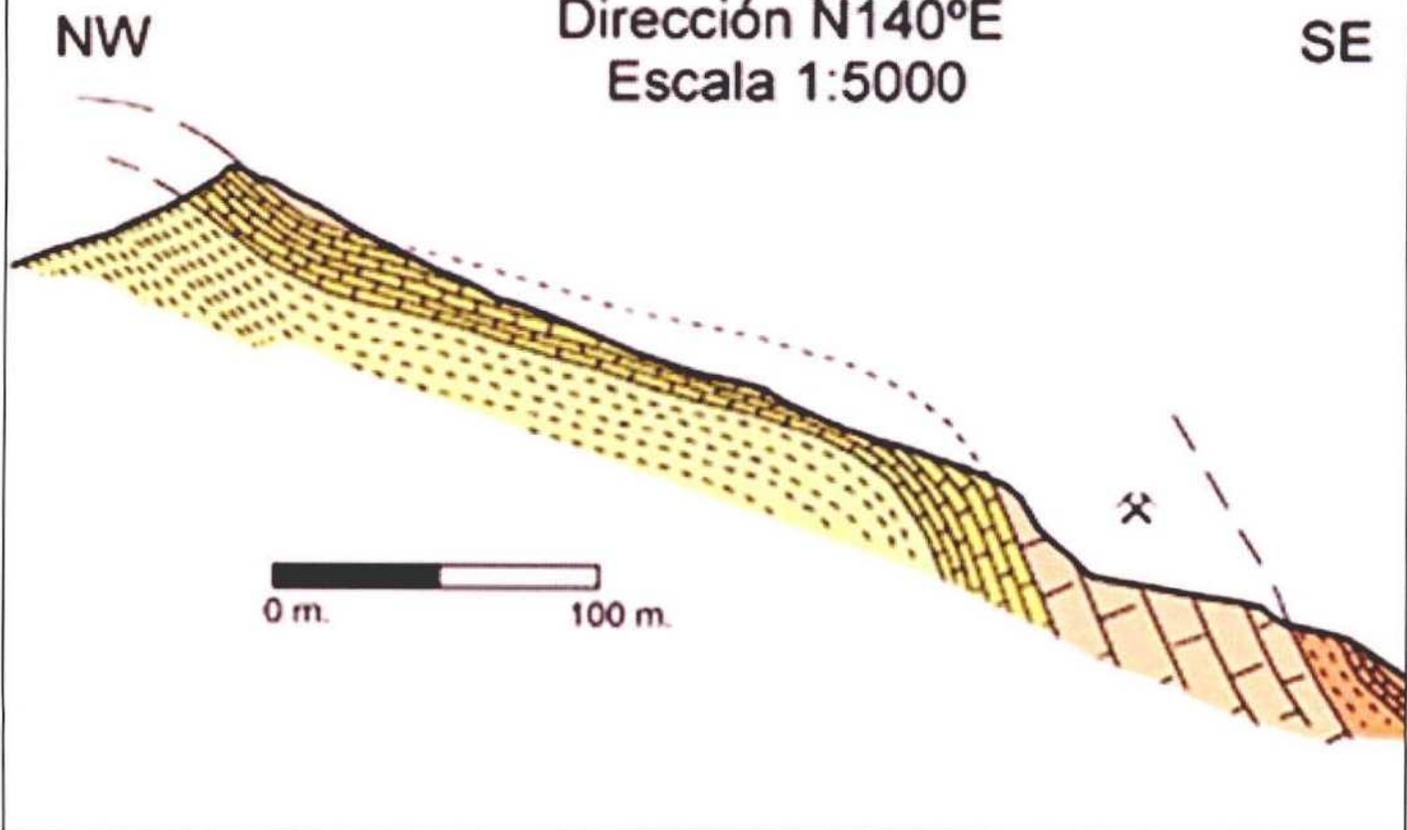
Potencialidad del recurso: BAJA Producción anual del recurso: BAJA

N° de operarios: _____

Fotografías: _____



Corte zona central SP
Dirección N140°E
Escala 1:5000



Visibilidad: BAJA

Vegetación: ENCINAS Y MONTE BAJO

Agua superficial: NO

Afección a acuífero: NO

Paisaje: BAJA

Hitos visuales importantes:

Foto aérea:

Escala:

Nº de muestras: 911/012

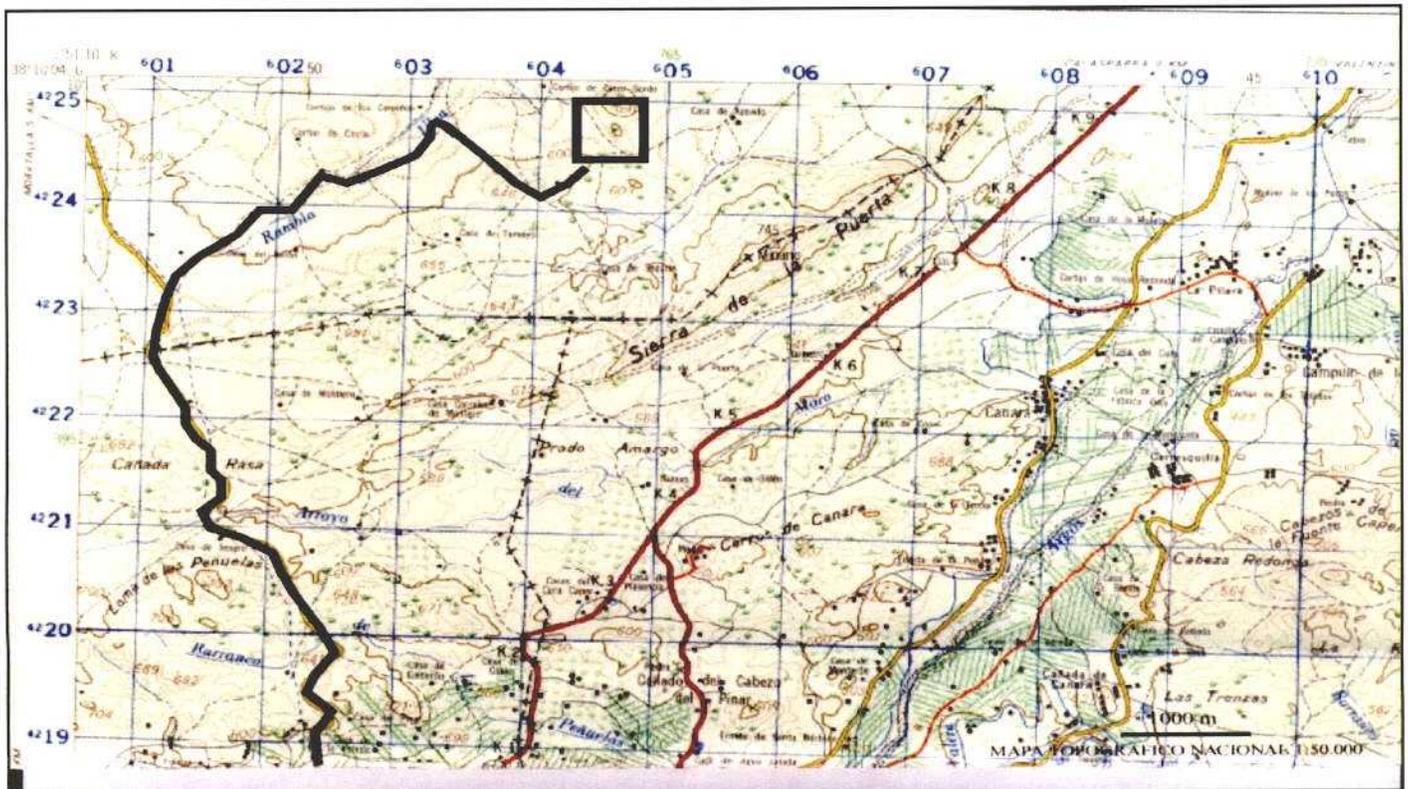
Ensayos realizados:

Equipo empleado:

Fecha: 29/11/2003

Especialista: MANUEL SERRANO GONZALEZ

Observaciones:





Cantera abandonada al este

FICHA DE INVENTARIO

DATOS GENERALES

Zona de estudio: CERRO DE MAI-VALERA

Nº de referencia: 911-016

Proyecto: ESTUDIO GEOLOGICO MINERO DE LOS RECURSOS DE ROCAS ORNAMENTALES EN LA REGION DE MURCIA

Naturaleza y estado: CANTERA INACTIVA

Explotación

Material: CALIZA BRECHOIDE

Afloramiento

LOCALIZACIÓN

Coordenadas UT: Coordinada X: 603804, Coordinada Y: 4216843, Coordinada Z: 629

Ortofotomapa: 911/1-3, Paraje: CERRO DE MAI-VALERA, Localidad cercana: CEHEGIN

Municipio: CEHEGIN, Provincia: MURCIA, GPS utilizado: GARMIN

Nombre de la explotación:

Empresa explotadora:

Tfno: Domicilio:

Localidad: Municipio empresa: Provincia empresa:

DATOS MINEROS

Tipo de minería: CIELO ABIERTO, Metodo de arranque: HILO DIAMANT. Y BARRENA, Instalaciones:

Nº de frentes: 1, Nº de bancos: 3, Altura media: 10, Longitud de los frentes: 250

Vertidos

Tipo:

Titularidad del terreno: Concesiones Mineras Vigentes: C-21683-SANDOVAL, Caducidad:

Nº de escombreras apreciables: 1, Volumen estimado (mcub): 100

Composición de la escombrera: IGUAL AL MATERIAL EXPLOTADO

Tipo de escombrera: LADERA, Estabilidad del talud: ALTA, Erosión del talud: BAJA

Afección a cauces: NO, Nombre del cauce: Granulometría: HETEROMÉTRICA

Presencia de deslizamientos: NO, Pendiente del terreno: 30°

DATOS GEOLÓGICOS

Edad: JURÁSICO SUPERIOR, Unidad geológica: UNIDAD DE LA LOMA DE LA SOLANA

Descripción: BRECHA DE COLOR BEIGE Y ROSADO (MATERIAL JS3 EN MAGNA)

Dirección: N315°E, Buzamiento: 20°NW, Potencia: 100 M., Anchura: 6,5 KM.

Fracturas: SI, Dirección fracturas: N315°E / N290°E, Buzamiento fracturas: 50° SW / 75° NW

Estilolitos: SI, Abundancia: BAJA, Litología del recubrimiento: NO EXISTE

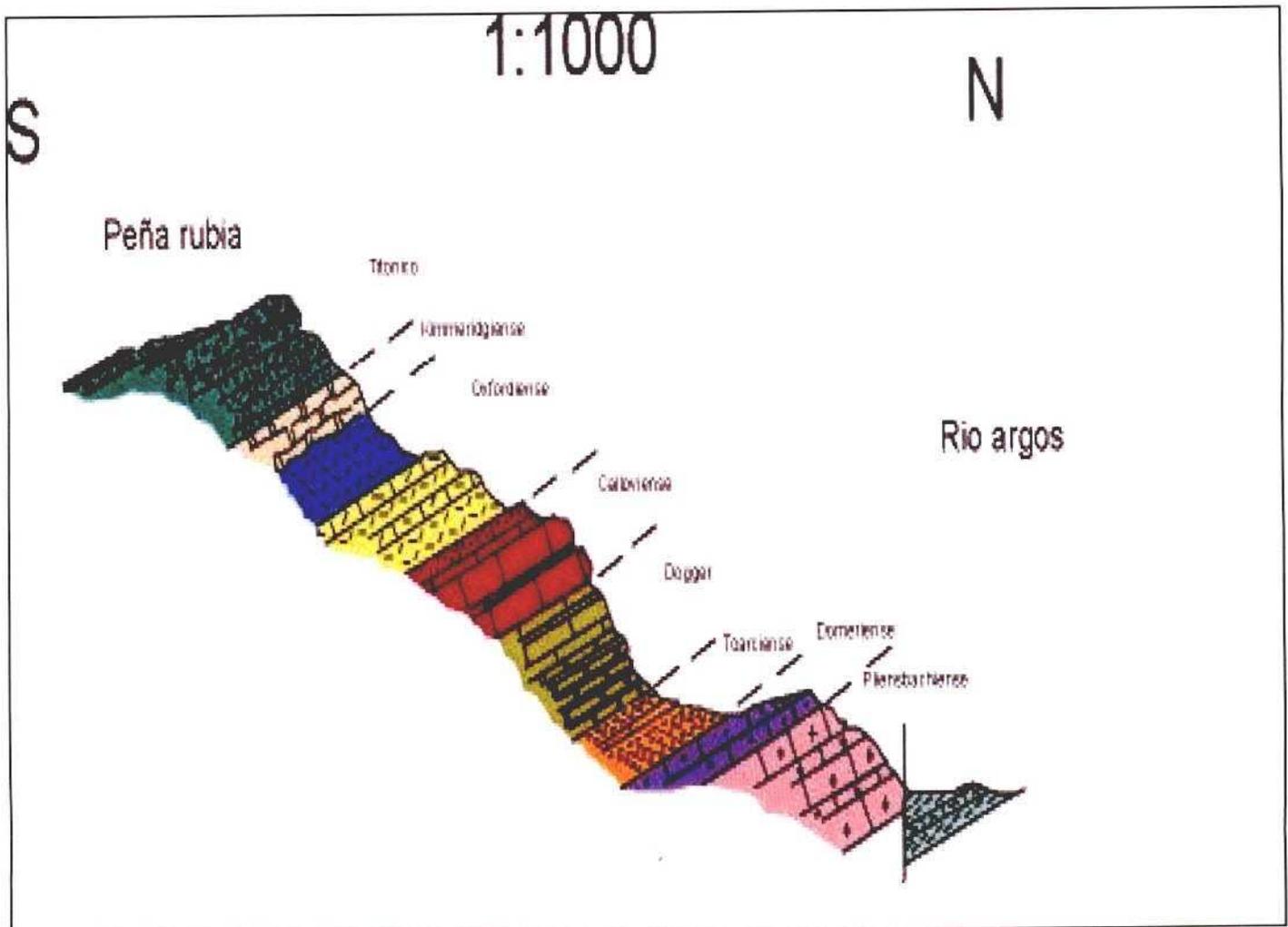
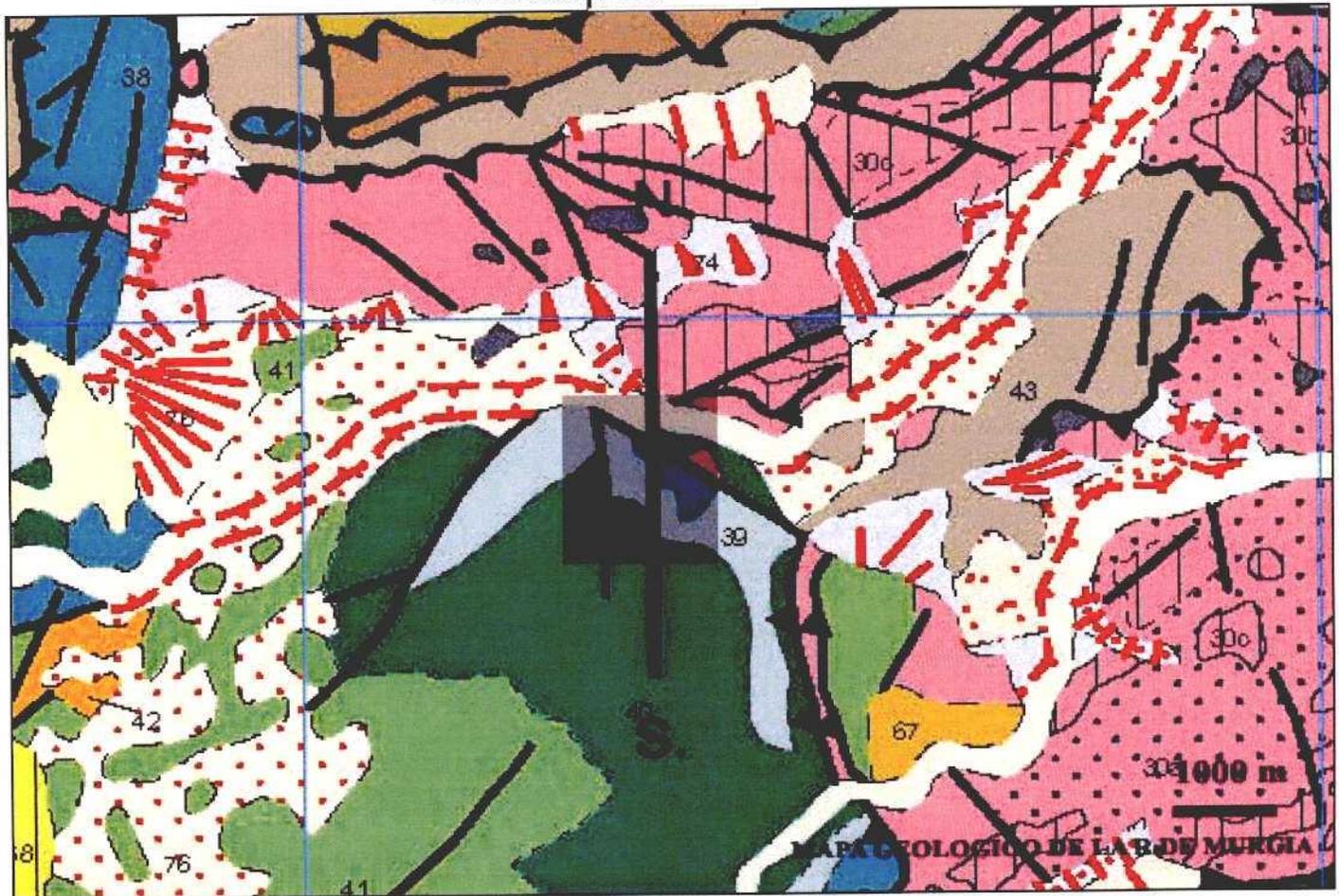
Potencia recubrimiento:

DATOS ECONOMICOS

Potencialidad del recurso: MEDIA, Producción anual del recurso:

Nº de operarios:

Fotografías:



Visibilidad: BAJA

Vegetación: MONTE BAJO

Agua superficial: NO

Afección a acuífero: NO

Paisaje: BAJA

Hitos visuales importantes: CEHEGÍN, AUTOVÍA C-415

Foto aérea:

Escala:

Nº de muestras: 911/016

Ensayos realizados:

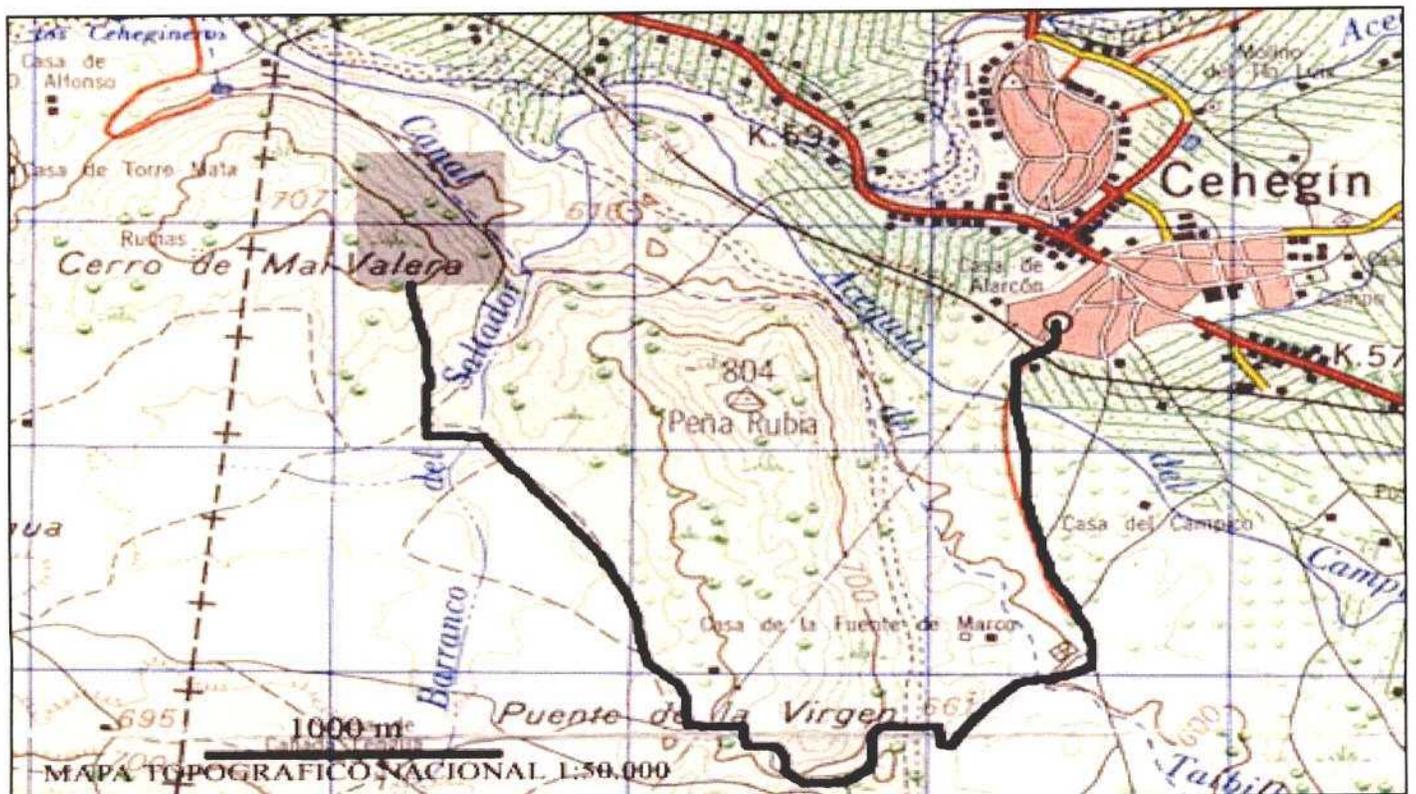
Equipo empleado:

Fecha: 10/12/2003

Especialista: MANUEL SERRANO GONZÁLEZ

Observaciones:

[Empty box for observations]







FICHA DE INVENTARIO

DATOS GENERALES

Zona de estudio: SIERRA DE LA PUERTA

Nº de referencia: 911-018

Proyecto: ESTUDIO GEOLOGICO MINERO DE LOS RECURSOS DE ROCAS ORNAMENTALES EN LA REGION DE MURCIA

Naturaleza y estado: CANTERA INACTIVA

Explotación

Material: CALIZA

Afloramiento

LOCALIZACIÓN

Coordenadas UTM: Coordenada X: 607143, Coordenada Y: 4224455, Coordenada Z: 695

Ortofotomapa: 911/1-1, Paraje: EL PORTILLO, Localidad cercana: CEHEGÍN

Municipio: CEHEGÍN, Provincia: MURCIA, GPS utilizado: GARMIN

Nombre de la explotación:

Empresa explotadora:

Tíno: Domicilio:

Localidad: Municipio empresa: Provincia empresa:

DATOS MINEROS

Tipo de minería: CIELO ABIERTO, Metodo de arranque: HILO DIAMANT., BARRENA, Instalaciones:

Nº de frentes: 1, Nº de bancos: 1, Altura media: 10, Longitud de los frentes: 600

Vertidos Tipo:

Titularidad del terreno: Concesiones Mineras Vigentes: AA-EL-PORTILLO-C-CEHEGIN, Caducidad:

Nº de escombreras apreciables: 1, Volumen estimado (m³): 180

Composición de la escombrera: IGUAL AL MATERIAL EXPLOTADO

Tipo de escombrera: LADERA, Estabilidad del talud: ALTA, Erosión del talud: BAJA

Afección a cauces: SI, Nombre del cauce: Granulometría: HETEROMÉTRICA

Presencia de deslizamientos: NO, Pendiente del terreno: 45°

DATOS GEOLÓGICOS

Edad: EOCENO MEDIO, Unidad geológica: UNIDADES INTERMEDIAS

Descripción: CALIZA BIOESPARÍTICA RECRISTALIZADA DE TONALIDAD CREMA (MATERIAL TA-A 1-2 EN MAGNA)

Dirección: N230°E, Buzamiento: 25°E, Potencia: 75 M, Anchura: 200M

Fracturas: SI, Dirección fracturas: N203°E, Buzamiento fracturas: 90°

Estilolitos: SI, Abundancia: BAJA, Litología del recubrimiento: NO EXISTE

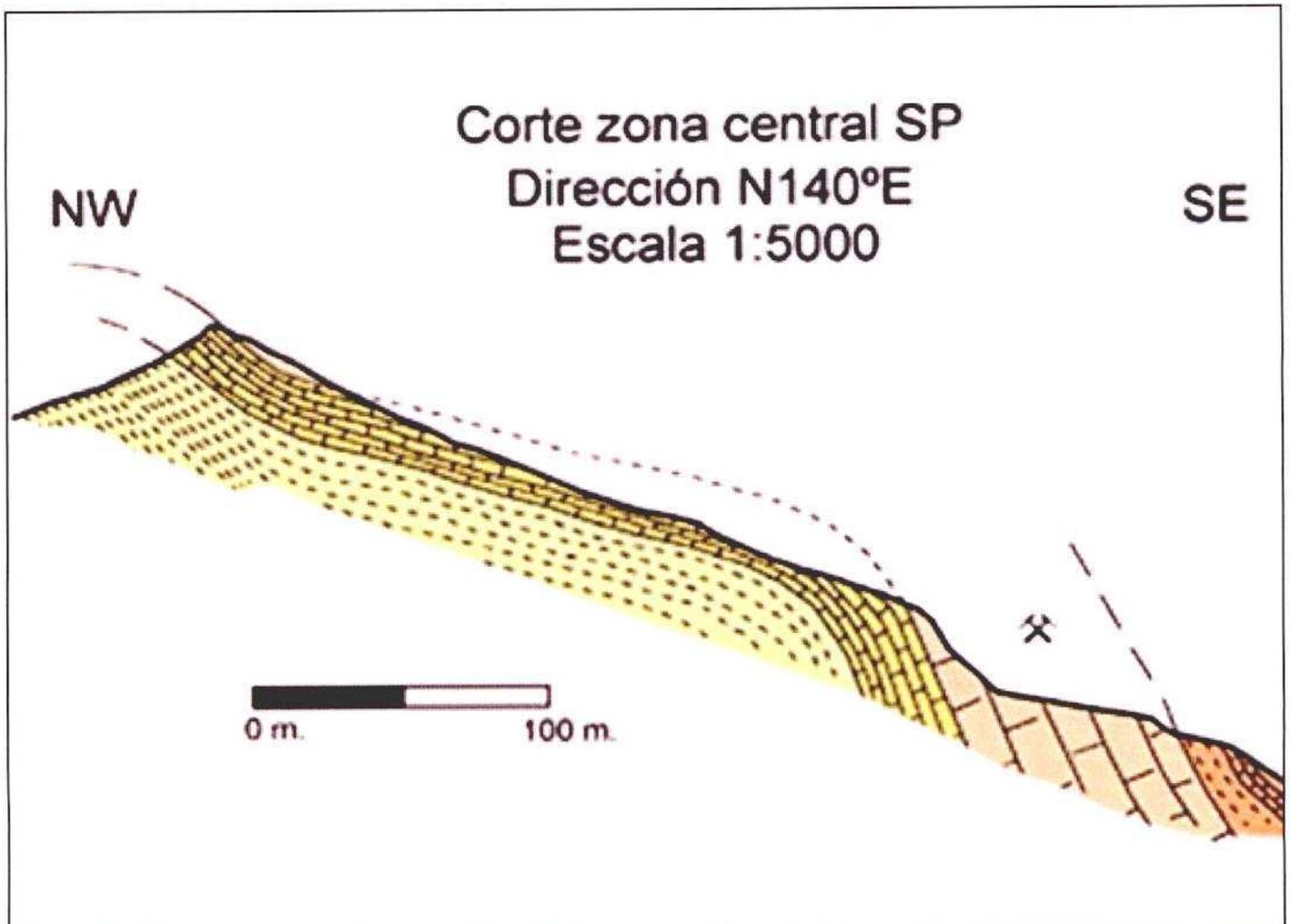
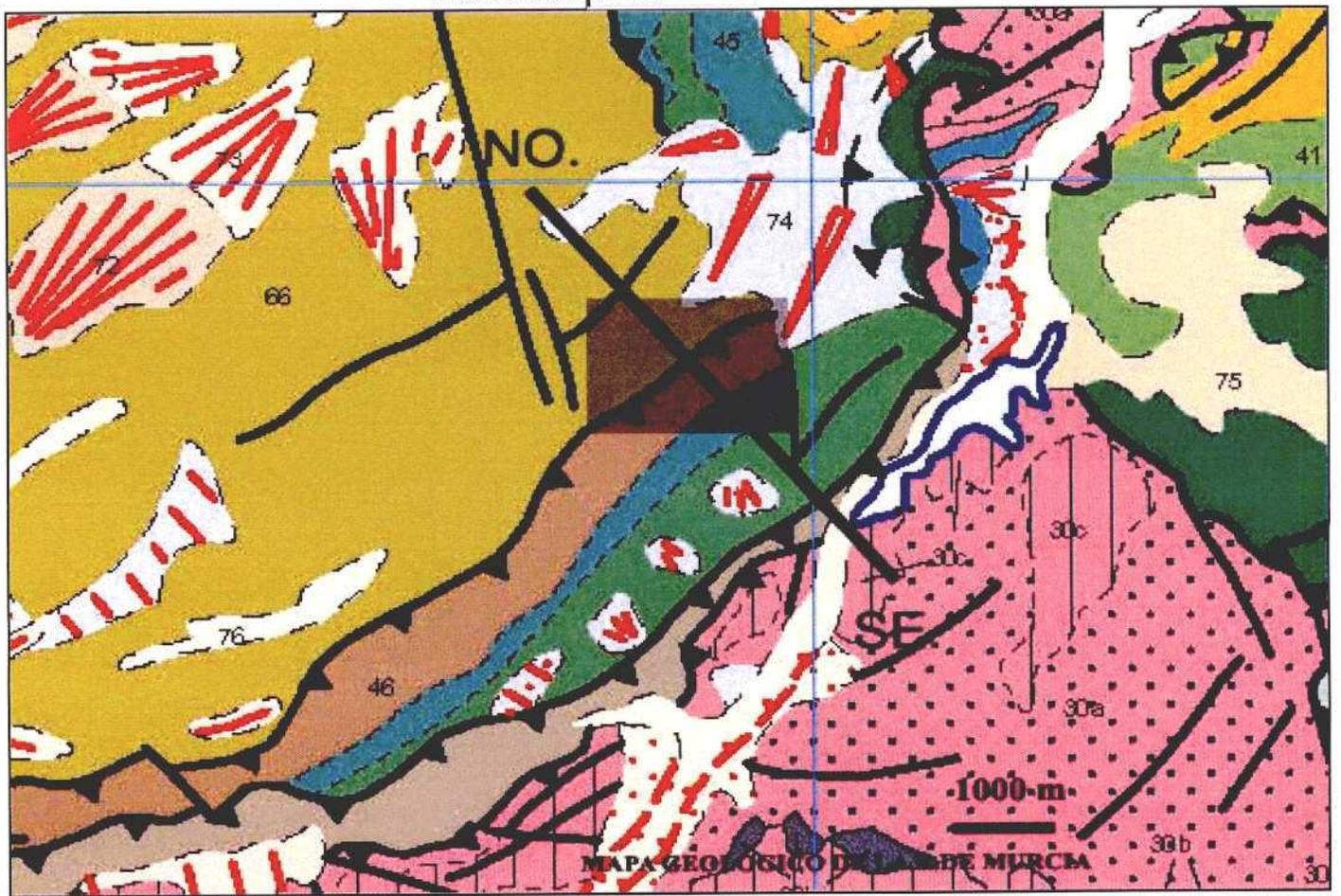
Potencia recubrimiento:

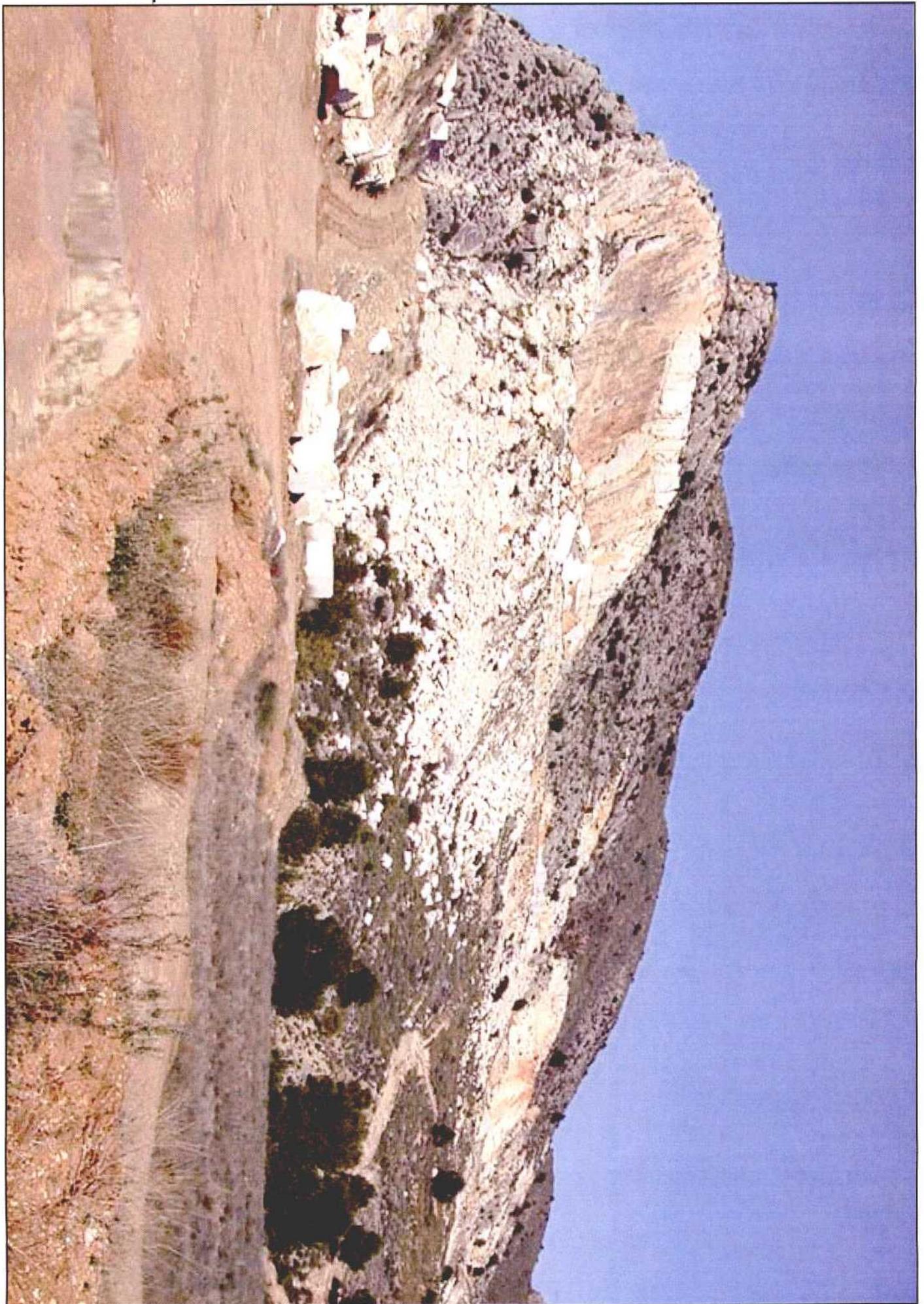
DATOS ECONOMICOS

Potencialidad: del recurso: ALTA, Producción anual del recurso:

Nº de operarios:

Fotografías:





2.2 RESULTADO DE ENSAYOS TECNOLÓGICOS
(VER APARTADO 1.3.3.DE LA MEMORIA)

2.3.- INTERPRETACIÓN DE LOS ENSAYOS TECNOLÓGICOS.

2.3.-INTERPRETACIÓN DE LOS ENSAYOS TECNOLÓGICOS.

Están representados tres grupos litológicos con características físico-mecánicas netamente diferentes:

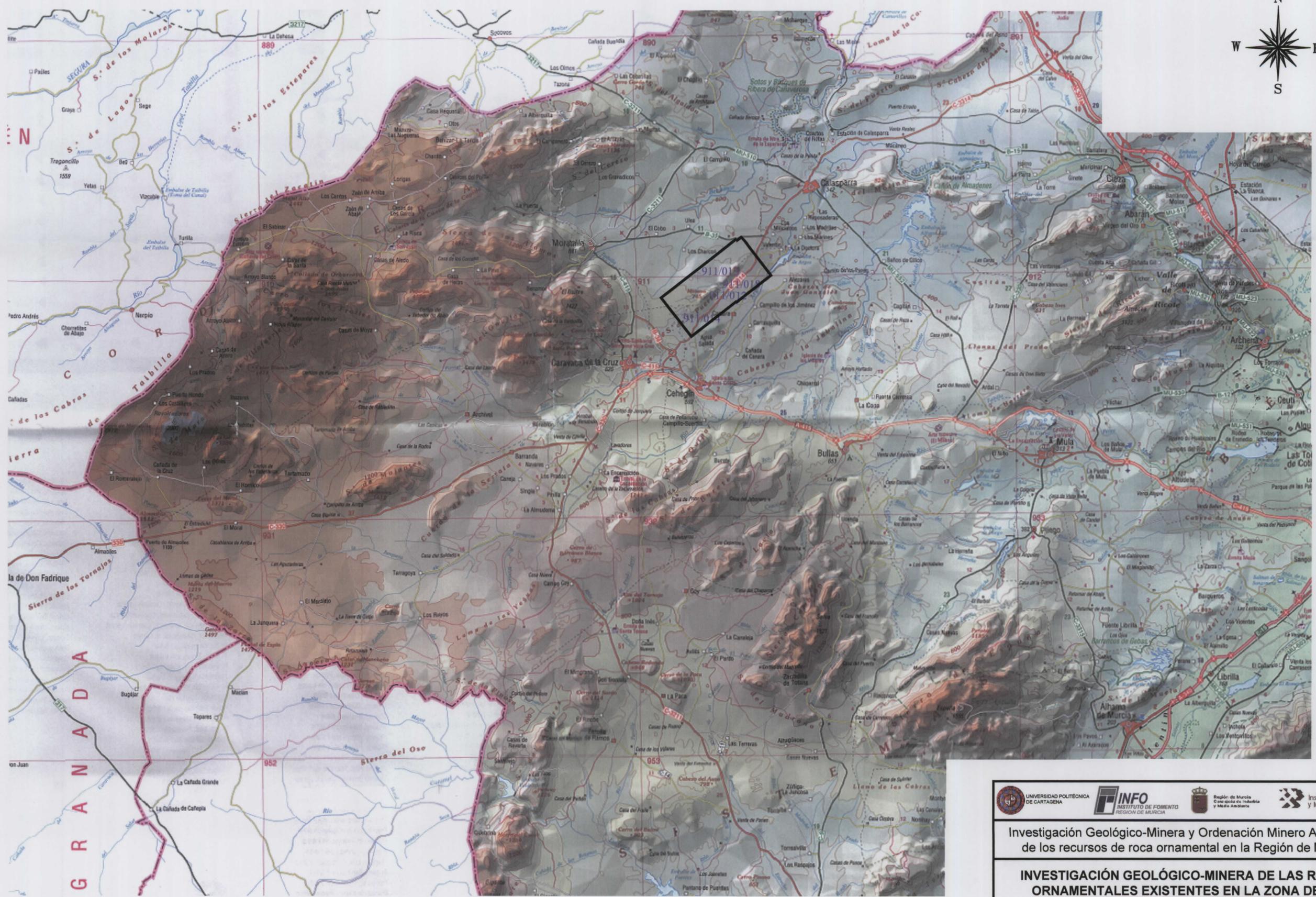
	Beiserpiente	Crema Real	Rojo Aurora
	Dolomías (Lías)	Calizas (Lías)	Calizas (Malm)
Porosidad abierta (%)	0,9		0,2
Densidad aparente (kg/m ³)	2730		2680
Absorción (%)	2,56		0,5
Resistencia a la compresión (MPa)	202		142
Resistencia a la flexión (MPa)	15		10
Microdureza Knoop (MPa)	3130		1630
Resistencia a la abrasión (mm)	19		20

La dolomía presenta una porosidad de origen secundario claramente superior a la caliza aunque muy limitada dentro de este tipo de rocas. Su baja porosidad también determina muy elevadas prestaciones mecánicas. La resistencia a la abrasión es igualmente alta, característica de las dolomías poco porosas. Todo ello confiere a esta roca un magnífico comportamiento ante todo tipo de solicitaciones, como demuestra la larga experiencia de uso.

La caliza roja presenta inferiores prestaciones mecánicas debido principalmente a la presencia de arcillas rellenando fisuras estilolíticas. Su baja porosidad le confiere un buen comportamiento en usos de interior, mientras que su relativamente baja.

2.4.- PLANOS.

2.4.1.- SITUACIÓN (1:200.000)



0 m 5000 m 10000 m

— Zona de estudio + Fichas de inventario

<p>Investigación Geológico-Minera y Ordenación Minero Ambiental de los recursos de roca ornamental en la Región de Murcia</p> <p>INVESTIGACIÓN GEOLÓGICO-MINERA DE LAS ROCAS ORNAMENTALES EXISTENTES EN LA ZONA DE LA SIERRA DE LA PUERTA (MURCIA)</p> <p>Plano de: SITUACIÓN</p>			
<p>Realizado por: Centro Tecnológico del Mármol</p>		<p>Plano nº: 2.4.1</p>	<p>Escala: 1/200000</p> <p>Fecha: Mayo 2004</p>

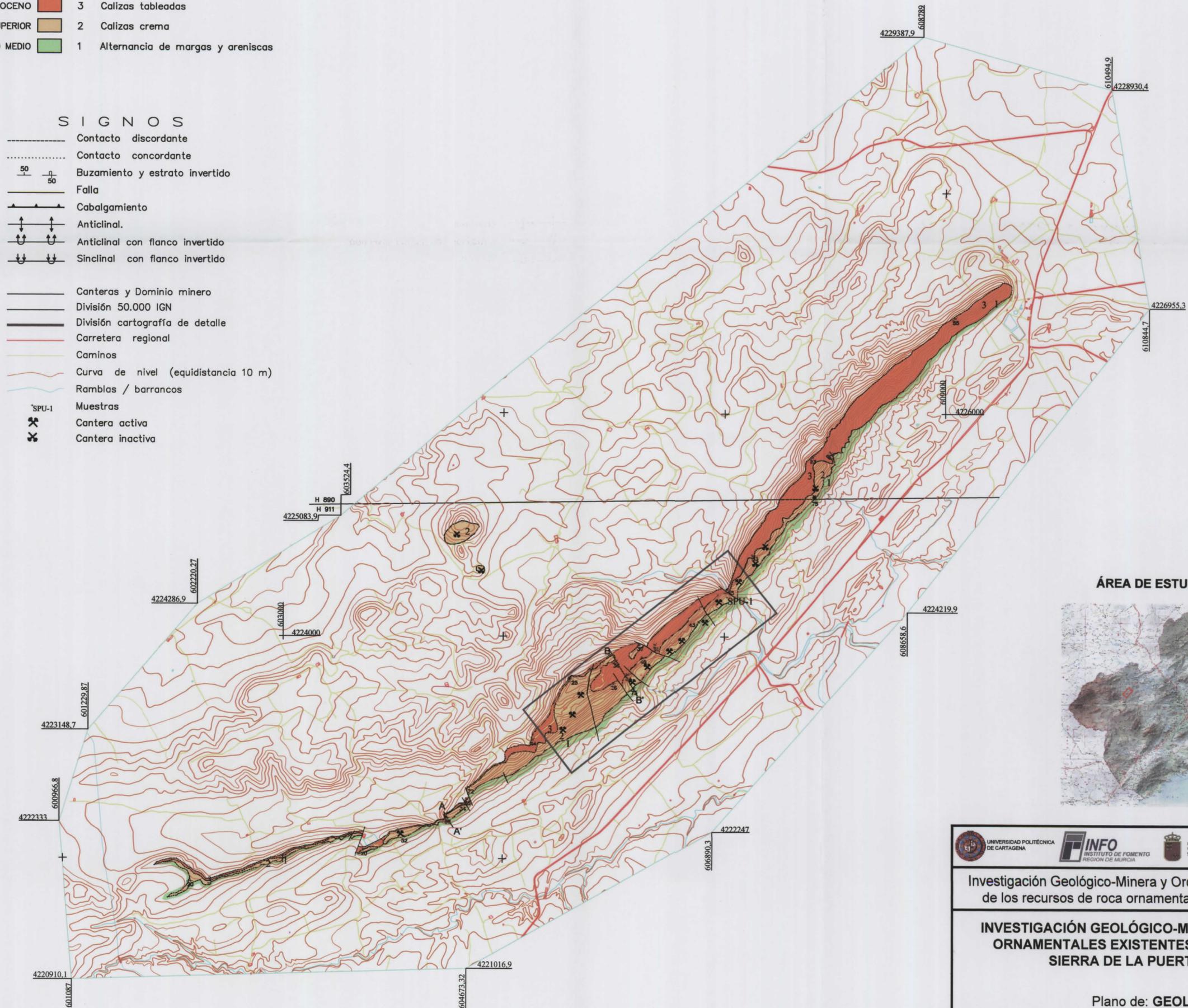
2.4.2.- GEOLOGICO (1:25.000).

LEYENDA

PALEÓGENO	OLIGOCENO	3	Calizas tableadas
	EOCENO SUPERIOR	2	Calizas crema
	EOCENO MEDIO	1	Alternancia de margas y areniscas

SIGNOS

	Contacto discordante
	Contacto concordante
	Buzamiento y estrato invertido
	Falla
	Cabalgamiento
	Anticlinal.
	Anticlinal con flanco invertido
	Sinclinal con flanco invertido
	Canteras y Dominio minero
	División 50.000 IGN
	División cartográfica de detalle
	Carretera regional
	Caminos
	Curva de nivel (equidistancia 10 m)
	Rambas / barrancos
	Muestras
	Cantera activa
	Cantera inactiva



ÁREA DE ESTUDIO



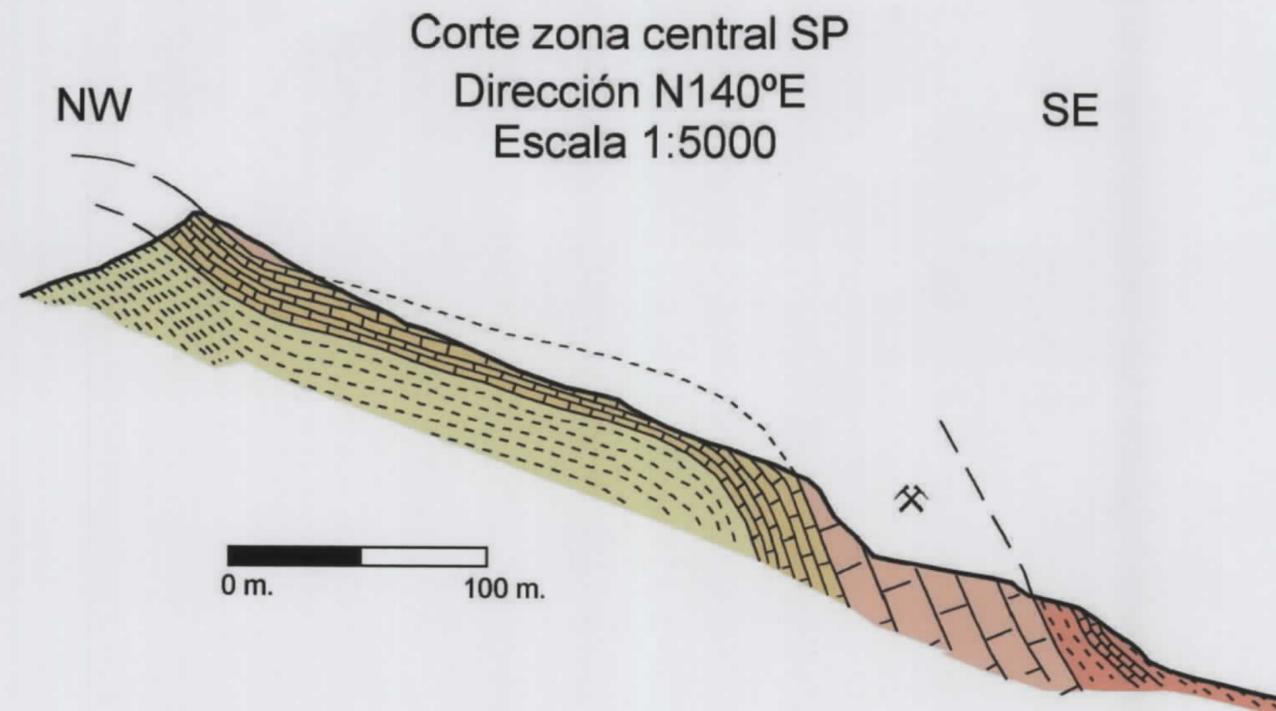
0 500 m 1000 m

BASE CARTOGRÁFICA I.G.N. 1/25000 Proyección UTM, Datum europeo

Investigación Geológico-Minera y Ordenación Minero Ambiental de los recursos de roca ornamental en la Región de Murcia			
INVESTIGACIÓN GEOLÓGICO-MINERA DE LAS ROCAS ORNAMENTALES EXISTENTES EN LA ZONA DE LA SIERRA DE LA PUERTA (MURCIA)			
Plano de: GEOLOGÍA			
Realizado por: Centro Tecnológico del Mármol		Plano nº: 2.4.2	Escala: 1/25000
		Fecha: Mayo 2004	

2.4.3.- CORTES GEOLÓGICOS.

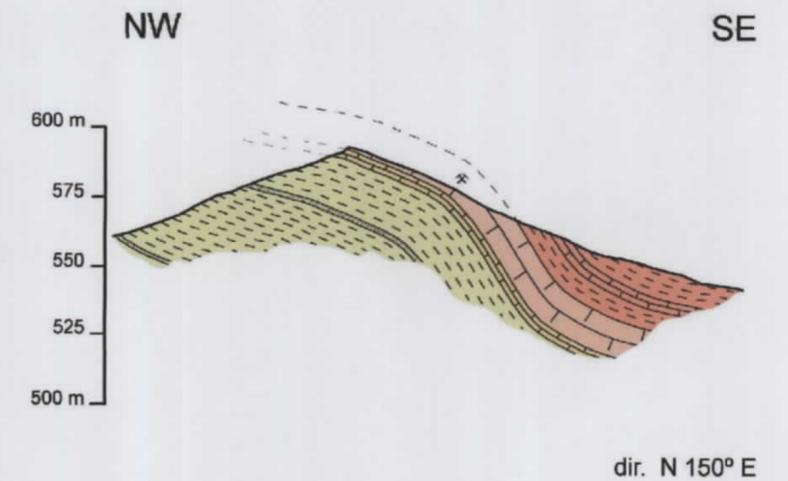
SIERRA DE LA PUERTA

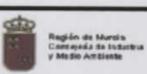
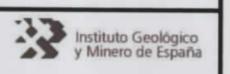


- | | |
|---|--|
|  Margas |  Calizas tableadas |
|  Calizas |  Margas y areniscas |

Corte SW de la Sierra de la Puerta

Escala 1:2500



			
Investigación Geológico-Minera y Ordenación Minero Ambiental de los recursos de roca ornamental en la Región de Murcia			
INVESTIGACIÓN GEOLÓGICO-MINERA DE LAS ROCAS ORNAMENTALES EXISTENTES EN LA ZONA DE LA SIERRA DE LA PUERTA (MURCIA)			
Plano de: CORTES GEOLÓGICOS			
Centro Tecnológico del Mármol		Plano nº: 2.4.3	Escala: S/E Fecha: Mayo 2004

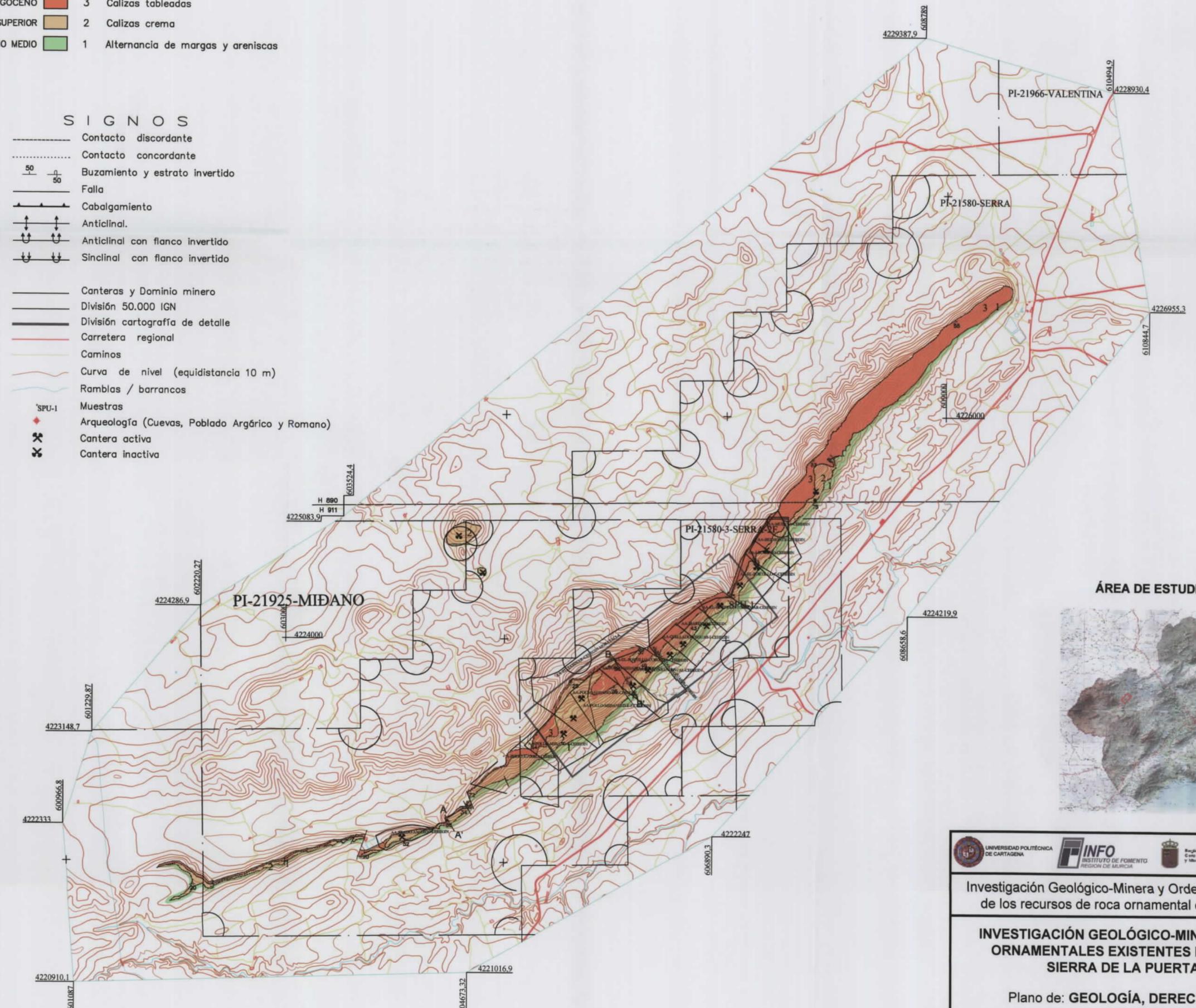
2.4.4.- GEOLÓGICO, DERECHOS MINEROS Y ARQUEOLOGÍA (1:25.000)

LEYENDA

PALEÓGENO	OLIGOCENO	3	Calizas tableadas
	EOCENO SUPERIOR	2	Calizas crema
	EOCENO MEDIO	1	Alternancia de margas y areniscas

SIGNOS

	Contacto discordante
	Contacto concordante
	Buzamiento y estrato invertido
	Falla
	Cabalgamiento
	Anticlinal.
	Anticlinal con flanco invertido
	Sinclinal con flanco invertido
	Canteras y Dominio minero
	División 50.000 IGN
	División cartografía de detalle
	Carretera regional
	Caminos
	Curva de nivel (equidistancia 10 m)
	Ramblas / barrancos
	Muestras
	Arqueología (Cuevas, Poblado Argárico y Romano)
	Cantera activa
	Cantera inactiva



0 500 m 1000 m

BASE CARTOGRÁFICA I.G.N. 1/25000 Proyección UTM. Datum europeo

Investigación Geológico-Minera y Ordenación Minero Ambiental de los recursos de roca ornamental en la Región de Murcia			
INVESTIGACIÓN GEOLÓGICO-MINERA DE LAS ROCAS ORNAMENTALES EXISTENTES EN LA ZONA DE LA SIERRA DE LA PUERTA (MURCIA)			
Plano de: GEOLOGÍA, DERECHOS MINEROS Y ARQUEOLOGÍA			
Realizado por: Centro Tecnológico del Mármol		Plano nº: 2.4.4	Escala: 1/25000
		Fecha: Junio 2004	

2.4.5.- CARTOGRAFÍA DE DETALLE (1:5.000)

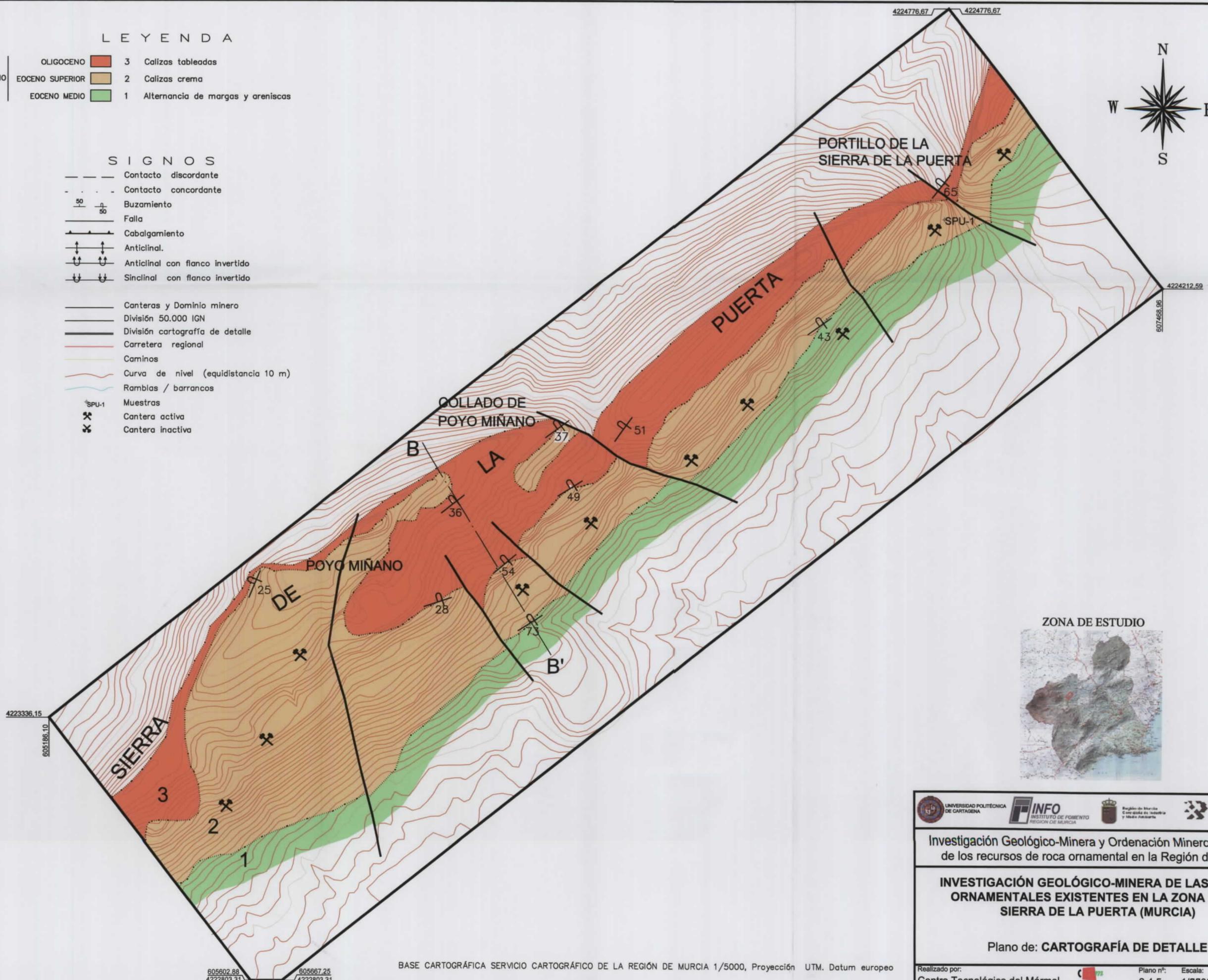
T
C
A
R
T
O
G
R
A
F
I
A

LEYENDA

PALEÓGENO	OLIGOCENO	3	Calizas tableadas
	EOCENO SUPERIOR	2	Calizas crema
	EOCENO MEDIO	1	Alternancia de margas y areniscas

SIGNOS

- Contacto discordante
- . - Contacto concordante
- Buzamiento
- Falla
- Cabalgamiento
- Anticinal.
- Anticinal con flanco invertido
- Sinclinal con flanco invertido
- Canteras y Dominio minero
- División 50.000 IGN
- División cartográfica de detalle
- Carretera regional
- Caminos
- Curva de nivel (equidistancia 10 m)
- Ramblas / barrancos
- SPU-1 Muestras
- Cantera activa
- Cantera inactiva



ZONA DE ESTUDIO



Investigación Geológico-Minera y Ordenación Minero Ambiental de los recursos de roca ornamental en la Región de Murcia			
INVESTIGACIÓN GEOLÓGICO-MINERA DE LAS ROCAS ORNAMENTALES EXISTENTES EN LA ZONA DE LA SIERRA DE LA PUERTA (MURCIA)			
Plano de: CARTOGRAFÍA DE DETALLE			
Realizado por: Centro Tecnológico del Mármol	Plano nº: 2.4.5	Escala: 1/20000	Fecha: Mayo 2004

BASE CARTOGRAFICA SERVICIO CARTOGRAFICO DE LA REGION DE MURCIA 1/5000, Proyección UTM. Datum europeo

605602.88 4222803.31
605667.25 4222803.31

2.4.6.- ORTOFOTOMAPAS (1:5.000).

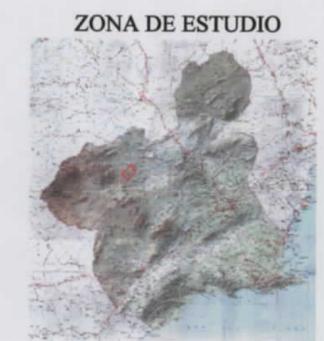
ORTOFOTOMAPA

LEYENDA

PALEÓGENO	OLIGOCENO	3	Calizas tableadas
	EOCENO SUPERIOR	2	Calizas crema
	EOCENO MEDIO	1	Artemancia de margas y areniscas

SIGNOS

- Contacto discordante
- Contacto concordante
- $\frac{50}{50}$ Buzamiento
- |— Falla
- |— Cabalgamiento
- ↑ ↓ Anticlinal.
- ↓ ↑ Anticlinal con flanco invertido
- ↑ ↓ Sinclinal con flanco invertido
- |— Canteras y Dominio minero
- SPU-1 Muestras
- ✕ Cantera activa
- ✕ Cantera inactiva



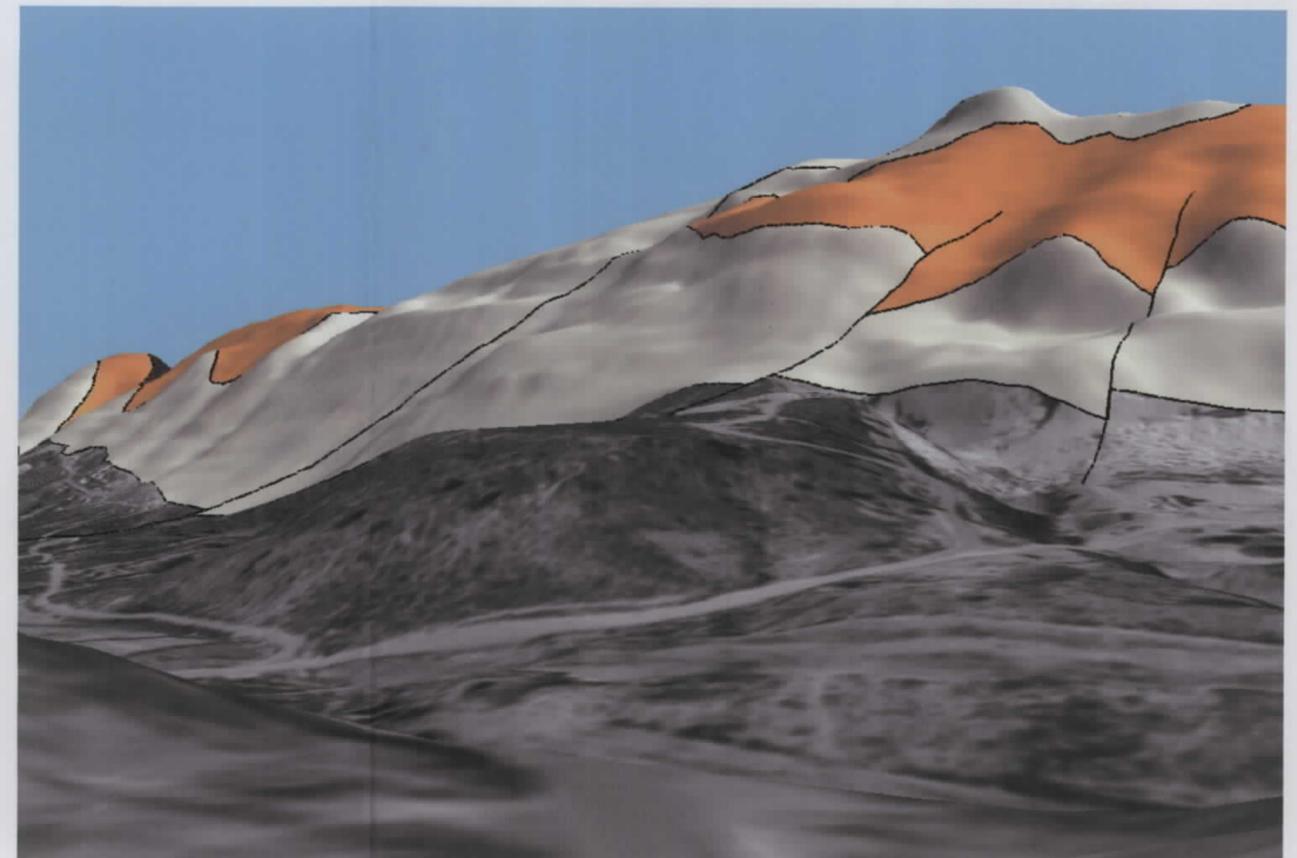
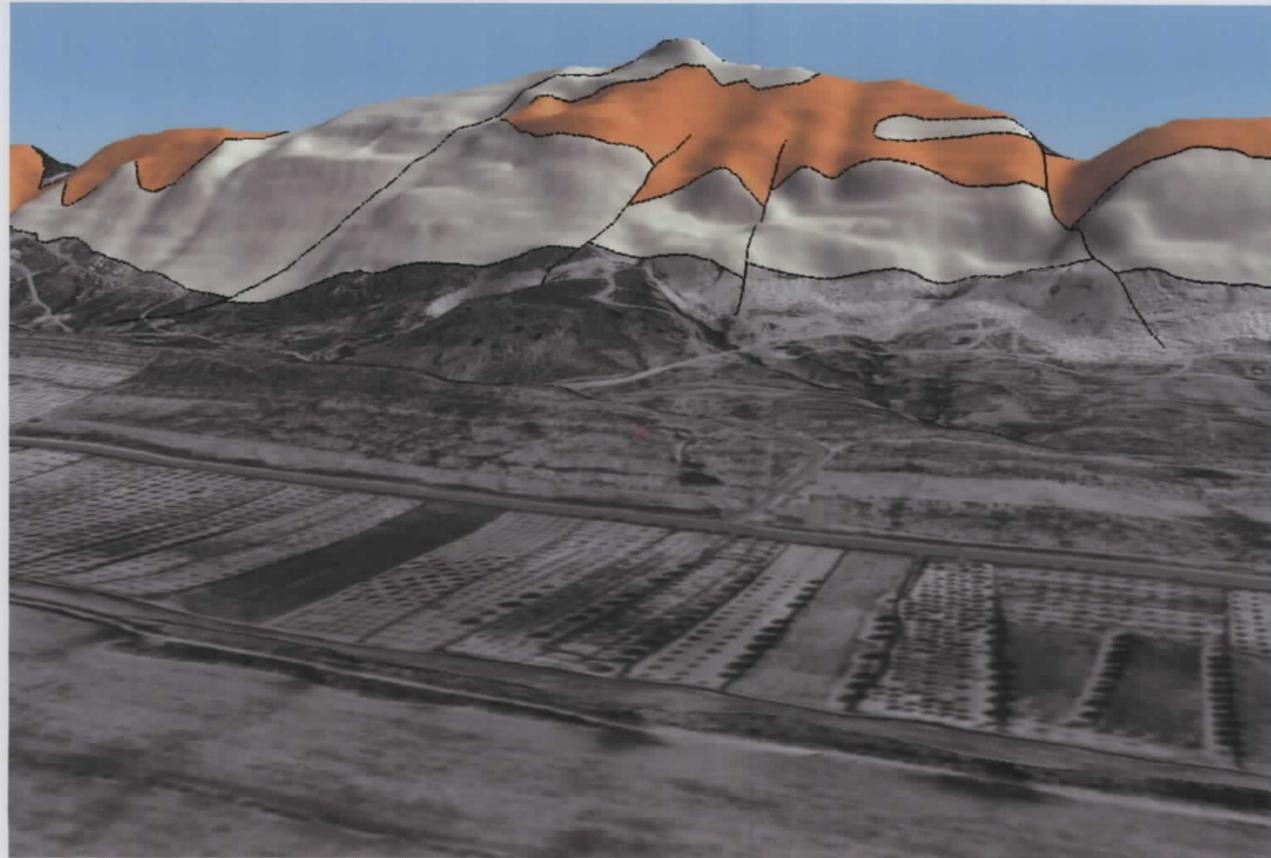
Investigación Geológico-Minera y Ordenación Minero Ambiental de los recursos de roca ornamental en la Región de Murcia			
INVESTIGACIÓN GEOLÓGICO-MINERA DE LAS ROCAS ORNAMENTALES EXISTENTES EN LA ZONA DE LA SIERRA DE LA PUERTA (MURCIA)			
Plano de: ORTOFOTOMAPA			
Realizado por: Centro Tecnológico del Mármol		Plano nº: 2.4.6	Escala: 1/5000
		Fecha: Mayo 2004	

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ORTOIMÁGENES DEL S.I.G. OLEÍCOLA 1/5000 Proyección UTM. Datum europeo

605602.88 605667.25
4222803.31 4222803.31

2.4.7.- CARTOGRAFÍA 3D.

SIERRA DE LA PUERTA



- CALIZAS CREMA EOCENO
- OLIGOCENO
- FALLAS

<p>Investigación Geológico-Minera y Ordenación Minero Ambiental de los recursos de roca ornamental en la Región de Murcia</p>
<p>INVESTIGACIÓN GEOLÓGICO-MINERA DE LAS ROCAS ORNAMENTALES EXISTENTES EN LA ZONA DE LA SIERRA DE LA PUERTA (MURCIA)</p>
<p>Plano de: CARTOGRAFÍA 3D</p>
<p>Centro Tecnológico del Mármol Plano nº: 2.4.7 Escala: S/E Fecha: Mayo 2004</p>

2.4.8.- APROVECHAMIENTO MINERO (1:25.000).

TERCARIO

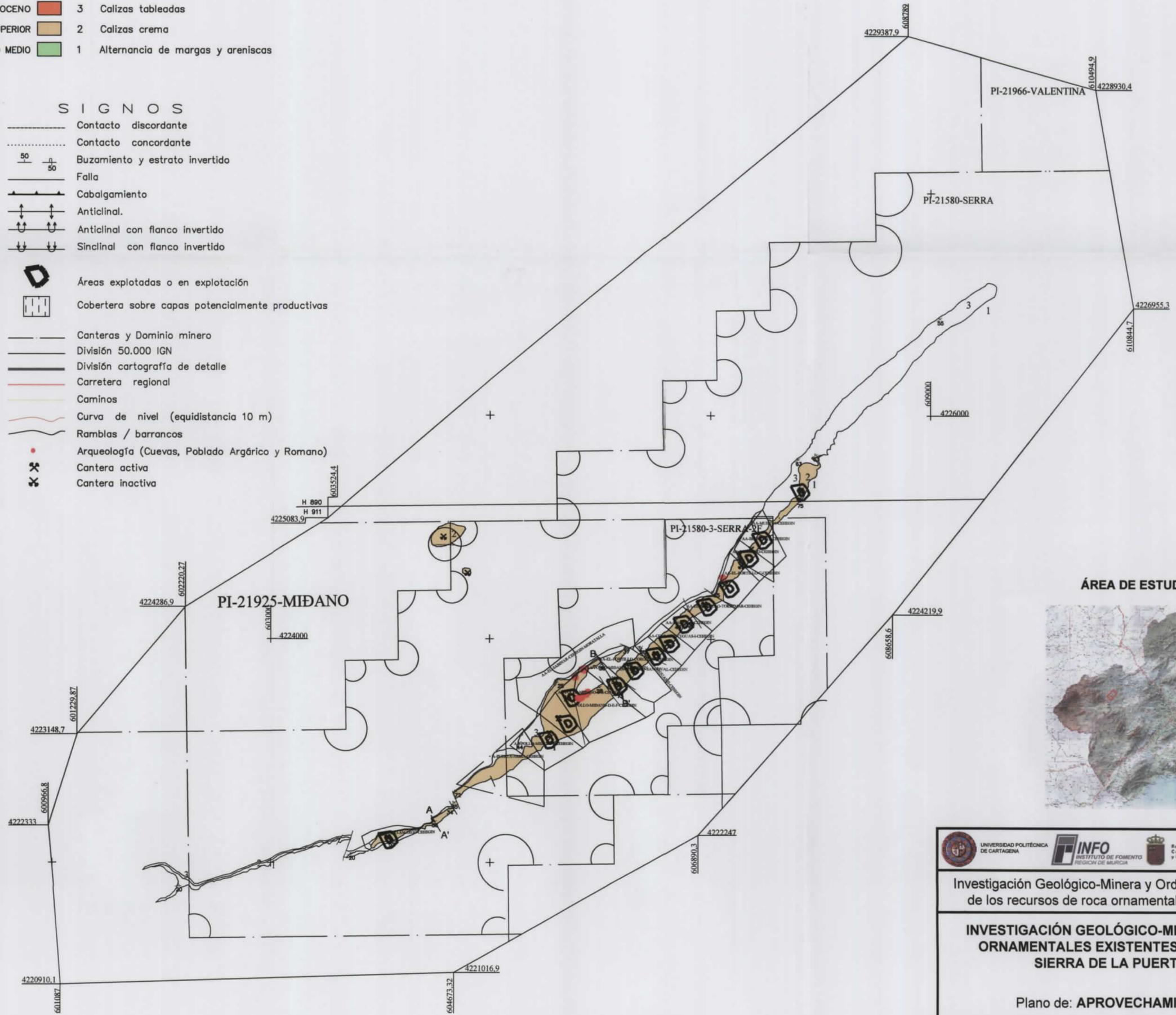
PALEÓGENO

LEYENDA

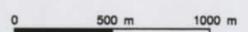
- OLIGOCENO 3 Calizas tableadas
- EOCENO SUPERIOR 2 Calizas crema
- EOCENO MEDIO 1 Alternancia de margas y areniscas

SIGNOS

- Contacto discordante
- Contacto concordante
- Buzamiento y estrato invertido
- Falla
- Cabalgamiento
- Anticlinal
- Anticlinal con flanco invertido
- Sinclinal con flanco invertido
- Áreas explotadas o en explotación
- Cobertera sobre capas potencialmente productivas
- Canteras y Dominio minero
- División 50.000 IGN
- División cartografía de detalle
- Carretera regional
- Caminos
- Curva de nivel (equidistancia 10 m)
- Rambas / barrancos
- Arqueología (Cuevas, Poblado Argárico y Romano)
- Cantera activa
- Cantera inactiva



ÁREA DE ESTUDIO



BASE CARTOGRÁFICA I.G.N. 1/25000 Proyección UTM. Datum europeo

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA | INFO INSTITUTO DE FOMENTO REGION DE MURCIA | Región de Murcia Consejo de la Estaña y Medio Ambiente | Instituto Geológico y Minero de España

Investigación Geológico-Minera y Ordenación Minero Ambiental de los recursos de roca ornamental en la Región de Murcia

INVESTIGACIÓN GEOLÓGICO-MINERA DE LAS ROCAS ORNAMENTALES EXISTENTES EN LA ZONA DE LA SIERRA DE LA PUERTA (MURCIA)

Plano de: **APROVECHAMIENTO MINERO**

Realizado por: Centro Tecnológico del Mármol | Plano nº: 2.4.8 | Escala: 1/25000 | Fecha: Mayo 2004