



Instituto Tecnológico  
GeoMinero de España

EXPLORACION PREVIA DE AZUFRE  
BIOGENICO EN DIFERENTES AREAS  
DE ALICANTE, ALBACETE Y MURCIA.-



MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

11271

INDICE

## I N D I C E

	<u>Pag.</u>
1.- INTRODUCCION.....	1
1.1. OBJETIVOS.....	2
1.2. AREAS DE ESTUDIO.....	3
1.3. TRABAJO REALIZADO. PLANTEAMIENTO DE LA EX- PLORACION.....	3
1.3.1. <u>Resumen estadístico</u> .....	5
1.3.2. <u>Equipo de trabajo</u> .....	5
2.- EL AZUFRE. GENERALIDADES.....	6
2.1. PRODUCCION. CONSUMO.....	7
2.2. PRECIOS.....	10
2.3. GEOLOGIA.....	11
2.4. TECNOLOGIA. FUNDAMENTOS DEL METODO FRASCH	16
2.5. USOS DEL AZUFRE.....	21
2.6. EL AZUFRE Y EL MEDIO AMBIENTE.....	23
2.7. PERSPECTIVAS.....	24
2.8. EL AZUFRE EN ESPAÑA.....	26
3.- ESTUDIOS GEOLOGICO-MINEROS.....	28
3.1. PROVINCIA DE VALENCIA.....	30
3.1.1. <u>Geología</u> .....	30
3.1.1.1. Litoestratigrafía.....	30
3.1.1.2. Rasgos estructurales.....	44
3.1.2. <u>Minería</u> .....	48
3.1.2.1. Revisión del Catastro Minero	49
3.1.2.2. Revisión de indicios.....	53
3.1.3. <u>Areas de interés</u> .....	60
3.2. PROVINCIA DE ALICANTE.....	64
3.2.1. <u>Geología</u> .....	64
3.2.1.1. Litoestratigrafía.....	65
3.2.1.2. Rasgos estructurales.....	70
3.2.2. <u>Minería</u> .....	72
3.2.2.1. Revisión del Catastro Minero	74
3.2.2.2. Revisión de indicios.....	78

	<u>pag.</u>
3.2.3. <u>Areas de interés</u> .....	89
3.3. PROVINCIA DE MURCIA.....	90
3.3.1. <u>Revisión del Catastro Minero</u> .....	90
3.3.2. <u>Area de Abaran</u> .....	94
3.3.2.1. Geología.....	94
3.3.2.2. Minería.....	108
3.3.2.3. Sondeos.....	112
3.3.3. <u>Areas de interés</u> .....	114
3.4. PROVINCIA DE ALBACETE.....	116
3.4.1. <u>Revisión del Catastro Minero</u> .....	116
3.4.2. <u>Area Hellin-Cenajo-Socovos</u> .....	118
3.4.2.1. Sector de Socovos.....	124
3.4.2.2. Minería.....	128
3.4.3. <u>Areas de interés</u> .....	130
4.- RESUMEN. CONCLUSIONES. RECOMENDACIONES.....	133
5.- ANEXOS.....	143

## PLANOS

- 1 Plano Geológico de la Provincia de Valencia 1:200.000
- 2 Plano Geológico de la Provincia de Alicante  
1:200.000
- 3 Plano Geológico del área de Abaran 1:25.000.
- 4 Plano Geológico del área de Socovos 1:25.000.
- 5 Esquema Geológico del sector de Cati 1:25.000.
- 6 Columna sedimentológica de Abaran I
- 7 Columna sedimentológica de Abaran II
- 8 Columna sedimentológica de Cenajo.
- 9 Columna sedimentologica de Socovos
- 10 Columna sondeo Abaran 1
- 11 Columna sondeo Abaran 2

## FIGURAS

- nº 1      Sección de un domo salino típico, mostrando las técnicas de producción usadas así como los pozos y sus posiciones relativas de los tres tipos de aparejos usados.
- nº 2      Cuadro resumen de las litologías. Facies y su distribución de Oeste a Este en la Cuenca de Godelleta.
- nº 3      Cuadro de distribución de litologías y facies de N a S. en el sector central de la Cuenca de Godelleta.
- nº 4      Esquema mostrando las zonas de mayor interés para la formación de azufre elemental en depósitos bioepigenéticos.
- nº 5      Esquema de la disposición de materiales en el área de Venta del Moro-Los Pedrones.
- nº 6      Posición teórica de las mineralizaciones de azufre.
- nº 7      Hipótesis sobre el origen del azufre biogénico de Cati.
- nº 8      Corte geológico interpretativo del área de Abaran.
- nº 9      Disposición de los materiales Neógenos en Abaran.
- nº 10     Disposición de labores antiguas y sondeo Abaran-1
- nº 11     Sectores de mayor interés en Abaran.

- nº 12      Modelo sedimentario del Messiniense Mediterraneo y su aplicación a las cuencas neógenas de SE peninsular.
- nº 13      Esquema de correlación.
- nº 14      Esquema de la disposición de los niveles mineralizados en la Cuenca de Hellin-Cenajo-Socovos.
- nº 15      Area de interés en el sector de Hellín (Barrio de las Minas)

## **1.- INTRODUCCION**

## 1.- INTRODUCCION

Este estudio responde a la realización del proyecto - Exploración previa de Azufre biogénico en diferentes áreas de Alicante, Albacete y Murcia - integrado dentro del Convenio Específico para el desarrollo del Programa de Asistencia Técnica entre el ITGE y la Conselleria d'Industria, Comerc i Turisme de la Generalitat Valenciana a quien se agradece el apoyo prestado por sus servicios, especialmente a través de su Cap de Servei de Mines, D. Alberto Escalada Gil.

Con el se pretende llegar a una actualización de los programas de investigación desarrollados en el conjunto nacional, recogiendo los avances tecnológicos habidos en el grado de conocimiento, así como las variaciones en el contexto territorial, referidos al azufre biogénico (bioepigenético o singenético) y tratando de aprovechar la reactivación de la actividad minera en apoyo de las áreas de economía más deprimidas.

### 1.1. OBJETIVOS

El objetivo fundamental de este proyecto consiste en la delimitación y caracterización geológico-minera de los indicios, explotaciones antiguas, tramos y niveles de azufre biogénico en varias zonas de las provincias de Alicante, Albacete y Murcia, como paso previo a una selección de áreas susceptibles de poseer depósitos de interés para su explotación industrial.

Este objetivo final se ha ido cubriendo mediante los objetivos parciales siguientes:

- recopilación, análisis y estudio de la bibliografía existente.

- Actualización del catastro minero.
- Estudios de geología y características de los indicios y su entorno. Correlación de los niveles y tramos mineralizados en cada una de las áreas, con realización de columnas sedimentológicas.
- Análisis e interpretación de las cuencas con niveles mineralizados, estableciendo sus posibilidades en otros sectores sin indicios.
- Realización de sondeos mecánicos en alguna de las áreas deducidas.

## 1.2. AREAS DE ESTUDIO

Además de los sectores especificados en el proyecto dentro de las provincias de Alicante, Albacete y Murcia (Petrel- Sax - Tibi - San Vicente - Tobarra - Abaran y Hellín -Cenajo) se han reconocido otros sectores en la provincia de Valencia al objeto de completar el conocimiento previo en cuanto a azufre biogénico y sus indicios en esta Comunidad. No se han encontrado referencias bibliográficas o de otro tipo, de este elemento, en la provincia de Castellón.

## 1.3. TRABAJO REALIZADO. PLANTEAMIENTO DE LA EXPLORACION

Previamente al desarrollo de las etapas de exploración especificadas en el pliego de condiciones del proyecto se ha realizado un estudio bibliográfico sobre el azufre en cuanto a sus características geológico-mineras, forma de presentarse y tipos de depósitos así como de sus condiciones socio-económicas, oferta, demanda, precios, etc. y métodos de tratamiento y extracción.

De ese estudio, y, confirmadas por el especialista polaco B. Kubica con el que tuvimos ocasión los miembros del equipo y director del proyecto, por parte del

ITGE, de visitar algunos de los indicios, se extraen parte de las directrices principales hacia donde orientar los estudios para llegar al fin propuesto de encontrar, en un futuro más o menos inmediato, depósitos de azufre elemental de interés económico.

Posteriormente se realiza la recopilación, estudio y análisis de la bibliografía completada con la actualización del catastro minero en las Jefatura de Minas de Valencia, Alicante, Albacete y Murcia, en donde además de las denuncias para azufre elemental se estudian algunas otras para aguas minero-medicinales que pudieran estar en relación con el contexto geológico de este elemento.

Practicamente casi todas las citas bibliográficas sobre indicios de azufre son de autores de finales de siglo pasado y principios del actual, a veces mencionado en relación con otro tipo de minerales, especialmente celestina y baritocelstina, por lo que en algunos sectores y debido a las modificaciones naturales y antrópicas sufridas en el terreno no se ha podido detectar el indicio en cuestión. Asimismo casi todas las denuncias para azufre poseen una gran antigüedad estando todas ellas caducadas al menos específicamente para tal elemento.

Conocidos los sectores en donde podía manifestarse el azufre se procedió a su localización estudio y correlación de los niveles seleccionándose dos áreas en donde llevar a cabo estudios más detallados, cartografía geológico-minera a escala 1:25.000 y sondeos, concretamente en las denominadas Abarán y Socovos, estructurándose los restantes indicios en dos grandes áreas, que comprenden las provincias de Valencia y Alicante respectivamente, las cuales se analizan y se interpretan sus posibilidades futuras y trabajos posteriores a realizar sobre ellas.

### 1.3.1. Resumen Estadístico

- . Estudio general sobre el azufre elemental.....
- . Recopilación, estudio y análisis de la bibliografía...
- . Actualización del catastro minero - 4 provincias > 10 unidades.....
- . Localización y estudio de indicios..... 18 unidades.
- . Estudio y correlación de los niveles de interés.....3 áreas (1:25.000 y 1:200.000).
- . Columnas sedimentológicas..... 710 m.
- . Estudio estratigráfico-sedimentológico de los testigos de sondeos..... 300,65 m.
- . Análisis e interpretación de cuencas (1:200.000)..... 2 areas.
- . Estudios petrográficos .....8 unidades
- . Estudios paleontológicos.....11 unidades

### 1.3.2. Equipo de trabajo

El trabajo ha sido dirigido por el Ingeniero de Minas del ITGE, D. Miguel Angel Zapatero Rodriguez y realizado por un equipo de Compañía General de Sondeos, S.A., constituido por D. Julian Martínez, D. Manuel Bejar, D. Ruben Basterra y D. José Luis Reyes, geólogos de la citada compañía. Los estudios petrológicos y paleontológicos han sido realizados por D. José Ramírez del Pozo.

## **2.- EL AZUFRE. GENERALIDADES**

## **2.- EL AZUFRE. GENERALIDADES**

El azufre es el decimotercer elemento más abundante de la corteza terrestre. A diferencia de muchos otros minerales mercantiles, se usa como un reactivo más que como un componente de productos finales estando considerado como un importante mineral industrial.

El uso del azufre como un reactivo requiere su conversión a productos químicos intermedios, principalmente ácido sulfúrico, de uso prioritario ya que aproximadamente el 80-85% de todo el azufre consumido en el mundo lo es en forma de este ácido, gran parte de él utilizado para manufactura de productos agrícolas e industriales, esencialmente fertilizantes fosfatados.

### **2.1. PRODUCCION. CONSUMO**

El azufre y sus muchos compuestos derivados son producidos en todo el mundo, es decir, no es un solo país el que domina la oferta del mercado mundial.

El azufre elemental (brimstone) que se recupera de los depósitos de azufre nativo y de la desulfuración de gas natural y petróleo, representa aproximadamente el 65% de la producción mundial de azufre. El resto es producido en la forma de ácido sulfúrico sobre todo de la tostación de piritas y sulfuros de metales básicos concentrados.

De las reservas del mundo de azufre, 1.285 MT (nativo y subproductos) registradas en 1987, los Estados Unidos y Canadá poseen 155 MT (12%) y 150 MT (11,7%) respectivamente. Otros países con importantes reservas, incluyendo Irak, Polonia, y la Unión Soviética, poseen el 49% aproximadamente de las reservas mundiales.

Una revisión de las cantidades de la producción actual muestra que en cada año existen grandes variaciones. Así los países de economía centralizada (CPEC), entre los que se incluyen, Albania, Bulgaria, China, Cuba, Checoslovaquia, Alemania Democrática, Hungría, Camboya, Laos, Mongolia, República de Corea del Norte, Polonia, Rumanía, URSS y Vietnam, produjeron aproximadamente 19,1 MT en 1986 del azufre total mundial que fue de 54,2 MT, 57,5 MT en 1987 y 59,7 MT en 1988. La URSS produce el 51% del total de estos países y Polonia el 27% aproximadamente.

Los principales países productores de economía de mercado produjeron en términos de azufre total vendible:

	1986	1987	1988
USA	11,1 MT	10,7 MT	10,6 MT
Canada	6,6 MT	6,5 MT	6,7 MT
Japon	2,5 MT	-	-
Mexico	2,3 MT	-	-
Francia	1,3 MT	-	-

En Norteamérica la más importante fuente de azufre nativo es la que se extrae de los "caprock" de varios domos salinos en Texas y Lousiana. Estos depósitos son minados usando el método Frasch mientras que grandes cantidades de azufre son también recuperados de los depósitos de evaporitas ilimitados del Oeste de Texas, así como del refino del petróleo.

En el momento actual la producción mineral del mundo occidental es la siguiente:

- Frasch y brimstone	72%
- Piritas	11%
- Gases de fundición	16%

El consumo del azufre se presenta en una gran variedad de formas, el más común como azufre elemental y ácido sulfúrico. Estos dos materiales encuentran una amplia variedad de aplicaciones incluyendo: productos agrícolas, metales no férricos, hierro, fabricación de aceros, plásticos y productos sintéticos, papel y manufactura de pulpa y producción de pigmentos.

La producción de ácido sulfúrico, el principal uso del azufre representa el 82% de las remesas para el consumo.

La manufactura de productos agrícolas, principalmente fertilizantes fosfatados representa el 65% del consumo de ácido sulfúrico. Los Estados Unidos consumieron en todas las formas de azufre una cantidad de 10,6 MT en 1986 y con la URSS son los principales consumidores mundiales. Otros consumidores importantes son: Japon, Francia, Alemania Federal, Canada, China, Polonia y Alemania Democrática.

En cualquier caso es difícil establecer unas estimaciones precisas del mercado del azufre debido a la ausencia de estadísticas reales por la complejidad de su industria. Mucho azufre es vendido a mercaderes y para manufactura de ácido sulfúrico y a menudo el productor e incluso el mercader ignoran su destino final.

Según Steve Toon (1986) el consumo de azufre en todas sus formas hasta 1984 podría aproximarse a las cifras siguientes:

	1975	1980	1983	1984
Mundial	44,78	56,97	54,66	57,82
Brimstone	27,86	37,69	35,45	89,02
Piritas	9,35	9,96	8,35	8,78
Otras formas	8,07	9,32	9,86	10,02

## 2.2. PRECIOS

El precio de mercado del azufre es una entidad compleja. Existen variaciones según la fuente así como costes reales diferentes según la manipulación sea de azufre sólido ó líquido y, si son vendidos mediante contrato directo o en el mercado libre. Los principales importadores compran según un contrato base, generalmente con una opción para un rango de tonelaje, a veces superior a cinco años, fijando un precio medio para ese periodo de tiempo.

Como ejemplo de la variabilidad se puede citar que en Bahía Tampa, Florida, el precio de mercado del azufre elemental se incrementó cuatro veces en 1984, comenzando en 130,40 dol/t y terminando el año en 150 dol/t, precio que se mantuvo en 1985 y 1986. En 1987 el precio fue de 144,79 dol/t.

El precio medio del azufre elemental internacional, comenzo en 1985 a 142,75 dol/t incrementandose hasta 150 dol/t, nivel que se mantuvo en 1986 aunque al final de ese año decreció hasta 133,89 dol/t. En 1987 el precio cayó hasta los 119.38 dol/t. Durante 1988 y 1989 el precio osciló entre 100 y 140 dol/t.

Actualmente el precio del azufre oscila entre 120 y 130 dol/t en estado líquido y de 78 a 95 dol/t sólido.

Como puede observarse el azufre es un negocio de gran inestabilidad ya que los precios han sido muy variables, al menos en la década de los ochenta. Los pronósticos para después de 1990, basados sobre más que nuevos proyectos, perfeccionamiento y menores costos del método Frasch y asumiendo que la demanda no variara sustancialmente de lo previsto, sugiere precios estáticos al menos en la primera mitad de esa década, si bien los cambios políticos que

actualmente se operan en grandes países productores y consumidores de azufre, URSS, Polonia, etc. así como en Irak pueden hacer cambiar totalmente las previsiones realizadas.

### 2.3. GEOLOGIA DEL AZUFRE. PARAMETROS PRINCIPALES PARA SU EXPLORACION

El azufre se encuentre en una gran variedad de ambientes geológicos en forma elemental, como minerales sulfatados y sulfurados y como componente orgánico en combustibles fósiles.

Las fuentes de azufre puede ser divididas en:

- a) Azufre nativo elemental.
- b) Petróleo y arenas asfálticas.
- c) Sulfhídrico en gas natural.
- d) Carbón y pizarras bituminosas.
- e) Sulfatos (yesos y anhídritas).
- f) Sulfuros metálicos (esencialmente pirita).

Los depósitos de azufre nativo y sulfuros metálicos, petróleo y gas natural son los más importantes y dan lugar a la mayor parte del azufre elemental.

Por otro lado los yacimientos de azufre nativo elemental se clasifican en:

- A.- Yacimientos Biogénicos
  - 1.- Bioepigenéticos
    - 1a - Asociados a diapiros salinos
    - 1b - Asociados a series evaporíticas.
  - 2.- Biosingenéticos.
- B.- Yacimientos relacionados con vulcanismo.
- C.- Yacimientos de oxidación de sulfhídrico.
- D.- Acumulaciones termogénicas.

La génesis de estos depósitos se encuentra ampliamente descrita en numerosas publicaciones, sobre todo de autores americanos y polacos y sintetizada en los proyectos realizados por el ITGE en los últimos años.

En resumen los depósitos bioepigenéticos se originan por reemplazamiento de la anhidrita y/o yeso por azufre nativo y caliza, bien en las zonas apicales de los domos salinos (caprock) o en series evaporíticas sedimentarias (stratabound). Este metasomatismo requiere la presencia de bacterias anaerobias y aporte de hidrocarburos.

Los biosingenéticos son sedimentarios, resultantes de la reducción bacteriana del sulfatos a sulfhídrico y oxidación de este a azufre nativo por las aguas superficiales o en medios lacustres o marinos euxínicos.

Las emisiones volcánicas pueden dar lugar a depósitos de azufre, por reacciones entre el  $\text{SO}_2$  y el  $\text{SH}_2$  que da lugar al elemento, depositado posteriormente en niveles, rellenando cavidades, etc.

Los depósitos de oxidación de sulfhídrico están relacionados con fuentes termales sulfurosas que depositan el azufre en fracturas.

Los depósitos de tipo termogénico están originados por la reacción directa de anhidrita e hidrocarburos a alta presión y temperatura.

Los tres últimos tipos citados carecen generalmente de interés económico siendo los más importantes desde este punto de vista los yacimientos biogénicos especialmente los bioepigenéticos ligados a diapiros o a conjuntos evapo-

ríticos depositados en cuencas confinadas o semiconfinadas anóxicas.

En los depósitos bioepigenéticos del tipo "cap-rock" (fig. nº 1) la anhidrita que ha quedado como niveles residuales en la parte superior del diapiro es alcanzada por los hidrocarburos en su proceso de migración y producir la reducción de los sulfatos a azufre elemental y caliza. En los depósitos bioepigenéticos denominados "stratabounds" (estratos ligados) el mecanismo es el mismo con mayor importancia para que la sustitución de los sulfatos se produzca de las aguas subterráneas, si bien el mecanismo de circulación de estas no esta aún bien definido.

En definitiva para que un depósito de tipo caprock pueda producirse se tienen que cumplir al menos unos determinados criterios: si la sal se encuentra en agua no saturada el cloruro sódico se disuelve, dejando o quedando la anhidrita. Las bacterias anaerobias, aportadas por determinados hidrocarburos, cambian la anhidrita en carbonato cálcico y sulfuro de hidrogeno.

Si este medio estaba sellado por unos niveles impermeables, este sulfuro de hidrógeno puede ser descompuesto permitiendo el depósito de azufre y el hidrógeno es incorporado dentro de hidrocarburos sobrantes para formar metano.

Los ejemplos más característicos y productivos de este tipo de depósitos se encuentran en la cuenca salina de Louisiana, que se extiende desde el Golfo hasta Arkansas. La formación (Caminada) fue depositada cuando el área estaba ocupada por un mar somero, el cual sobresaturado causaba precipitación, debido a la evaporación, de sus sales, dando lugar a la sedimentación de capas de sal. Esta sal, consistente en 95% de cloruro sódico y 5% de anhidrita, al ser

menos densa que los sedimentos que la recubren, comienza lentamente a moverse comportandose como una pompa de aire en aceite. La presión causada por la deposición de más sedimentos incrementa la tendencia de la sal a ascender a la superficie, resultando la formación de domos salinos en las capas sedimentarias. En la cuenca se han reconocido más de 400 domos salinos de los cuales solo en 20 se han encontrado cantidades de azufre con viabilidad económica. Las lentes de azufre se distribuyen de manera irregular solo en una parte del caprock.

Los parámetros fundamentales para la exploración de este tipo de yacimientos son sobre todo estratigráficos y tectónicos, destacando esencialmente:

- . Presencia de niveles evaporíticos en paquetes de cierta potencia y especialmente de yeso selenítico.
- . Formación impermeable a techo de los materiales citados anteriormente, al objeto de retener el máximo tiempo posible y en cantidad considerable el  $\text{SH}_2$  que debe ser oxidado para dar lugar al azufre.
- . Formación permeable a muro de los niveles de anhidrita o yeso. Esta permeabilidad puede ser primaria o adquirida por deformación fragil, en definitiva que los hidrocarburos tengan vías de acceso a la formación evaporítica en donde se va a producir el metasomatismo.
- . Presencia de importantes fracturas y/o intensa red de diaclasas, vías de acceso de hidrocarburos e incluso circulación de agua necesaria para la oxidación.

- . Zonas de charnelas anticlinales o incluso débiles abombamientos de los materiales superficiales que puedan denunciar la presencia de un domo salino en profundidad.
- . Determinación de espesor de la cuenca ya que en las más profundas la intensidad del metasomatismo es mayor y por tanto las posibilidades de encontrar depósitos de interés.

Además de estos factores los depósitos de azufre biogénico pueden ser anunciados por la presencia de indicios superficiales de este elemento así como por:

- . Olores fétidos de determinados materiales que indiquen a paso de hidrocarburos o sulfídrico por ellos.
- . Presencia de calizas de neoformación (sustitución de las evaporitas) en los niveles de yeso. Estas calizas son fácilmente reconocibles de visu pero puede confirmarse su origen mediante el estudio de la relación  $C^{12}/C^{14}$ .
- . Presencia de fuentes o manantiales de aguas sulfurosas, con contenidos en  $SH_2O$   $CO_2$ , así como materia orgánica.
- . Niveles evaporíticos perforados por materiales volcánicos que al aumentar la temperatura del medio han favorecido las posibles reacciones de su sustitución por azufre y caliza.
- . Presencia de minerales asociados al azufre como son el Ba y Sr, estos se presentan en mayor cantidad en las formaciones y niveles calizos estériles en azufre pero en relación espacial con depósitos de este elemento.

#### 2.4. TECNOLOGIA. FUNDAMENTOS DEL METODO FRASCH

El azufre se recupera del crudo del petróleo durante los procesos de refinado, la cantidad no depende sólo de la cantidad de crudo refinado sino de la fuente de petróleo, los procesos de refino y los productos producidos.

El contenido medio de azufre mundial contenido en el crudo es aproximadamente de 1,7%.

Las refinerías están generalmente equipadas para extraer azufre de los productos refinados más ligeros, parte del azufre queda en el crudo remanente, en los residuos de petróleo o en los gases de emisión de la refinería. De este modo es eventualmente emitido a la atmósfera.

Sin embargo, las presiones antipolución han motivado que se desarrollen varios procesos para desulfuración directa del petróleo residual con azufre, procesos que son bastante costosos. Otra alternativa, también costosa, es la extracción de azufre de los gases emitidos producidos cuando el petróleo es quemado.

El azufre puede ser también recuperado de las pizarras bituminosas y de las arenas asfálticas. Esta es una fuente de crecimiento futuro dependiendo de la demanda de petróleo.

La producción de metales no férreos, en particular cobre y cinc de las menas de sulfuros dan lugar a ácidos de fundición conteniendo  $\text{SO}_2$ . La legislación antipolución ha forzado a los operadores a invertir principalmente en la recuperación de este  $\text{SO}_2$  para prevenir las emisiones excesivas a la atmósfera, con el resultado que desde 1982 el

15% de la producción mundial de azufre en todas sus formas procede de estos ácidos de fundición.

También es importante el azufre que se recupera de las piritas y otros sulfuros metálicos no férreos, mediante tostación para obtener  $\text{SO}_2$  y manufactura de  $\text{SO}_4 \text{H}_2$  y más raramente  $\text{SO}_2$  líquido. El sinter de hierro de la tostación puede ser lixiviado para recuperar metales no férreos como subproducto y el residuo vendido como mena de hierro.

Menos importante pero potencialmente una gran fuente de azufre son los minerales sulfatados. La anhidrita y depósitos de yeso están ampliamente distribuidos por todo el mundo, además grandes cantidades de yeso se producen como desecho de varios procesos industriales, en particular de la manufactura del ácido fosfórico de las rocas fosfatadas y ácido sulfúrico.

Sin embargo, aunque hay varios procesos desarrollados para la extracción de cantidades apreciables de azufre y/o ácido sulfúrico, sulfato amónico o azufre elemental, los altos costos de inversión de las plantas y los procesos sucesivos han limitado severamente la comercialidad de alguno de estos procesos.

Así, por ejemplo, Elcor Co. tiene un proceso de dos etapas mediante el cual el sulfuro de calcio producido en un horno es hidrogenizado a  $\text{SH}_2$  del cual se extrae el azufre elemental mediante el proceso Claus; el alto consumo de energía impide su comercialización.

Por último y quizás uno de los más importantes procesos tecnológicos de extracción de azufre es la minería Frasch, desarrollada por Hermán Frasch en 1884 y desde entonces hasta hoy altamente especializada.

El proceso Frasch se usa sobre formaciones diapíricas salinas conteniendo azufre nativo a lo largo de las costas de Louisiana y Texas (USA) y Vera Cruz (Méjico) y sobre niveles evaporíticos con contenido en azufre nativo en el Oeste de Texas, la región de Mosul al NE de Irak y en el SE de Polonia.

La minería Frasch y sus procesos implica la inyección de grandes cantidades de agua sobrecalentada (163° C) a través de sondeos a la formación que contiene la mineralización de azufre nativo. El calor del agua se transfiere a la formación, fundiendo el azufre (120° C), el cual al ser más denso que el agua se acumula en las cavidades y a muro de los niveles. El aire comprimido que se inyecta por cada uno de los sondeos hace subir el azufre a la superficie.

Una vez en la superficie, el azufre líquido (97-99% de S) puede requerir filtración, generalmente a través de mezclas de ácido sulfúrico y tierras de diatomeas, para eliminar las impurezas orgánicas.

El agua inyectada migra a través de la formación y es extraída mediante exudación por sondeos localizados en los flancos de las estructuras explotadas. Estas aguas se pueden volver a utilizar.

En algunas áreas mineras (Irak, Polonia) en donde las formaciones no son suficientemente porosas para facilitar la adecuada migración del agua y azufre, es necesario fracturar la roca mediante cargas explosivas en la formación portadora y cerca del muro de ella.

Las condiciones esenciales para que un depósito de azufre pueda ser explotado por los procesos Frasch son: la formación debe ser porosa, con un sellado impermeable, abundancia de agua y energía barata para calentarla, aire com-

primido, buenas máquinas de sondeos con operadores cualificados y otros especialistas. El calentamiento de agua es el factor que contribuye con mas importancia a la elevación de los costos de estos procesos. El agua utilizada puede ser dulce o salada. Otra premisa fundamental para poder desarrollar el método Frasch es que el yacimiento de azufre necesita una cobertera mínima de 70 m.

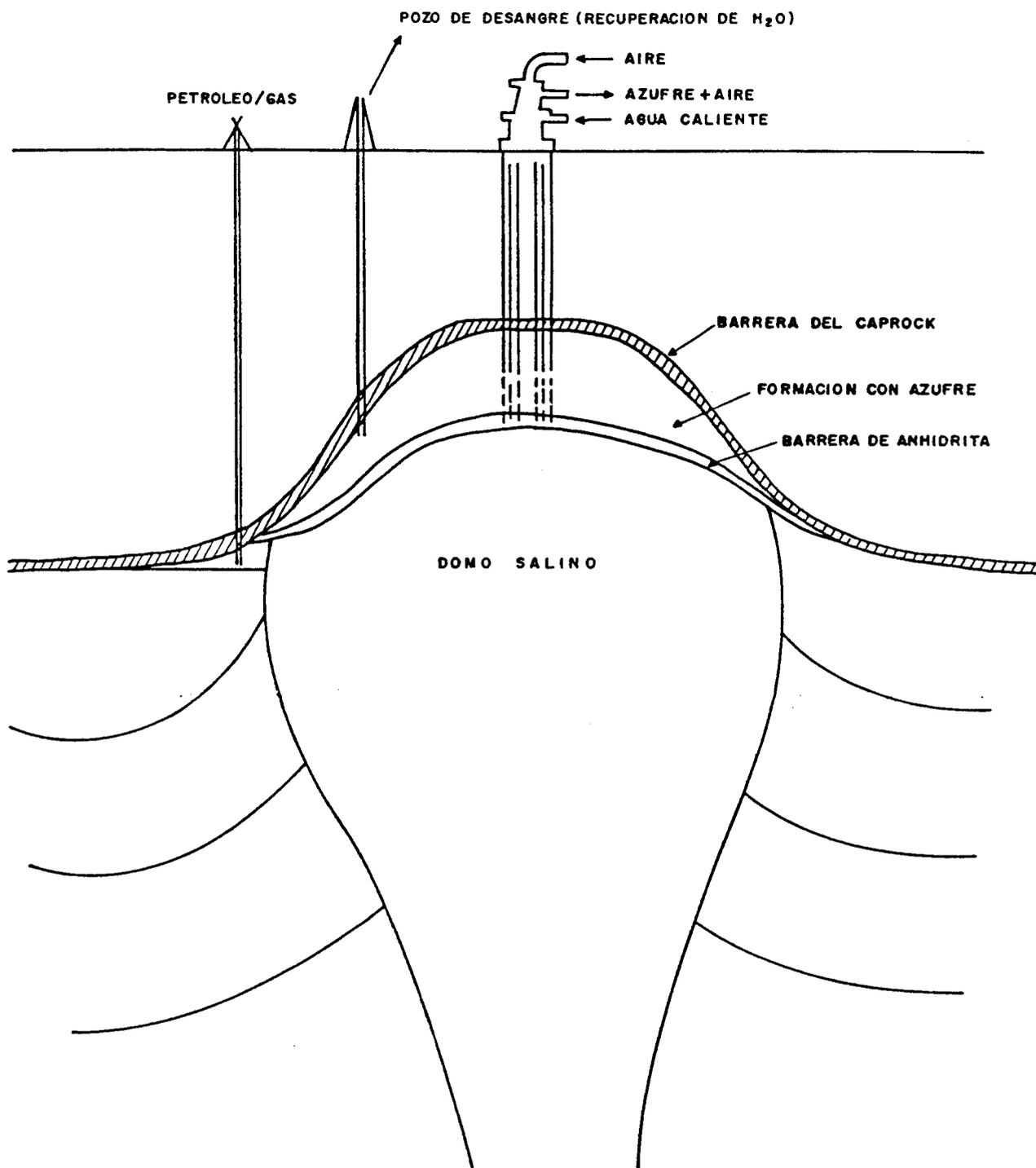
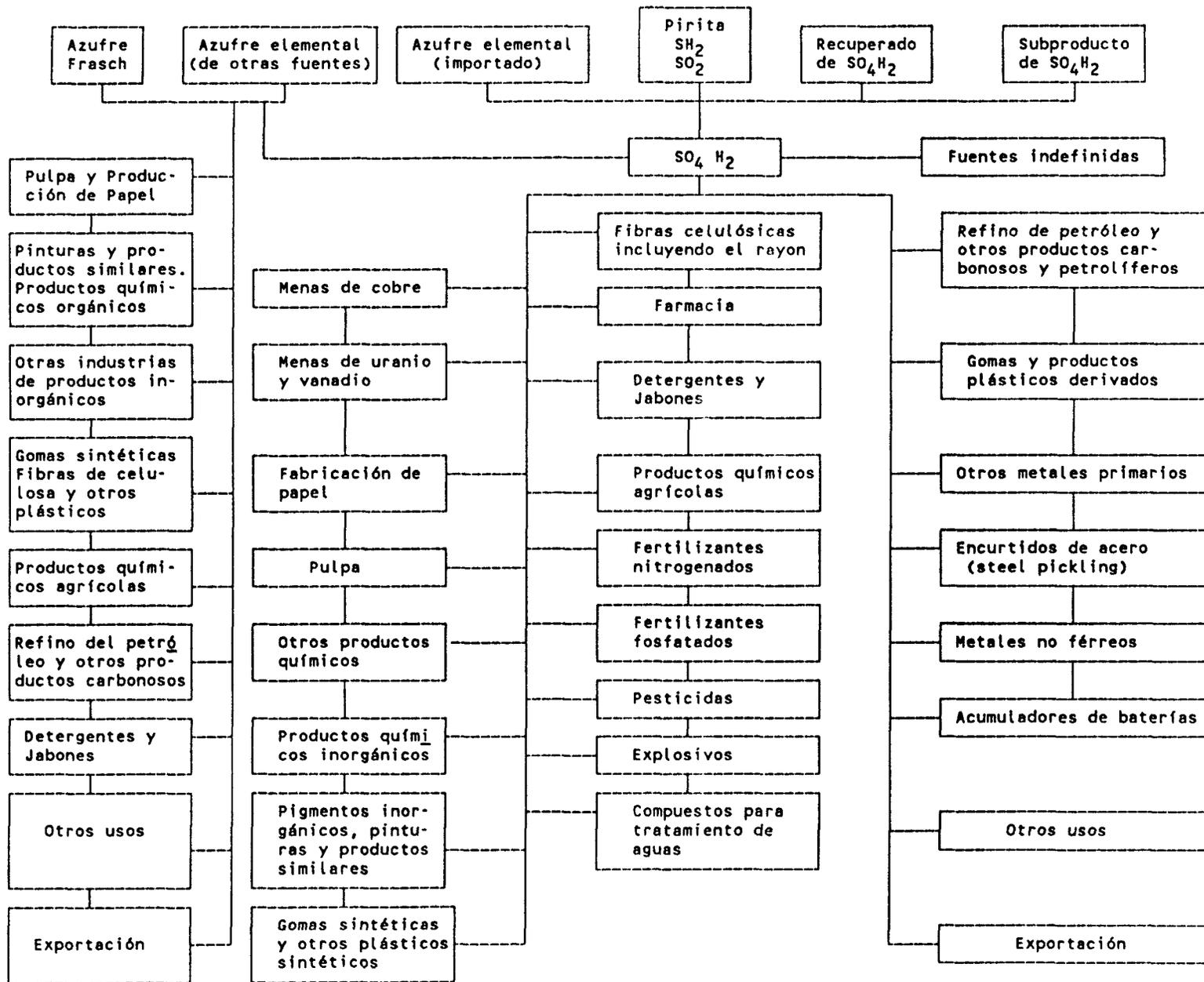


FIG. Nº 1 SECCION DE UN DOMO SALINO TIPICO, MOSTRANDO LAS TECNICAS DE PRODUCCION USADAS ASI COMO LOS POZOS Y SUS POSICIONES RELATIVAS DE LOS TRES TIPOS DE APAREJOS USADOS.

## 2.5. USOS DEL AZUFRE

El azufre está considerado como uno de los minerales industriales más importantes si bien para su uso requiere transformarlo en productos químicos intermedios, principalmente ácido sulfúrico, de uso prioritario. Muchos productos agrícolas e industriales son productos químicos de azufre intermedio, tales como ácido sulfúrico en su elaboración y manufactura.

En el cuadro siguiente se esquematiza la oferta de ácido sulfúrico-azufre y sus aplicaciones finales.



En los últimos años se están investigando y abriendo nuevos mercados para el azufre incluyendo su aplicación directa como azufre elemental para la tierra como nutriente o acondicionador de suelos, nutriente de plantas, pesticida y fungicida. Nuevos mercados incluyen también su uso en la fabricación de asfaltos especiales, hormigones y otros materiales para la construcción. Las investigaciones en estas áreas han sido realizadas en países con grandes recursos de azufre elemental, esencialmente Canadá, Francia, Oriente Medio y Estados Unidos.

## **2.6. EL AZUFRE Y EL MEDIO AMBIENTE**

El azufre en la atmósfera ha sido objeto de numerosos debates y discusiones internacionales. En los últimos años se ha ido introduciendo una nueva y estricta legislación para restringir la emisión de componentes azufrosos en muchos países, sobre todo en los países desarrollados. Como resultado de lo anterior la recuperación de azufre como subproducto de determinados procesos industriales ha tenido y tiene una contribución sustancial en la oferta mundial de azufre. Esta tendencia es bastante continua, pero en términos de cantidades de azufre vendible, producido de estos procesos industriales, no parece tener un incremento desmesurado.

El 80% del azufre liberado a la atmósfera procede del calentamiento de combustibles fósiles. Este es depositado en la tierra como "lluvia ácida". Los óxidos de azufre (y de nitrógeno, los cuales actualmente tienen más importancia para muchos investigadores) reaccionan en la atmósfera y son depositados por la lluvia, nieve o niebla, o también mediante deposición seca reaccionando los óxidos de azufre con superficies húmedas.

La deposición del azufre atmosférico ha sido la culpable de amplios perjuicios en lagos y cursos de agua, así como en edificios y estructuras metálicas; lagos en Escandinavia y Alemania occidental han sido expuestos como ejemplos principales de daños ecológicos.

En Marzo de 1984 en la "International Conference of Minister on Acid Rain" fue constituido el llamado "30% Club" cuyos miembros se encargaron como misión fundamental la de reducir las emisiones anuales de azufre en un 30% desde el que figuraba en 1980 hasta 1993. Este "club" no tuvo una aprobación unánime y sobre todo USA, Gran Bretaña y Polonia rehusaron pertenecer a él. Varios argumentos se expusieron para justificar esta renuncia, entre ellos se adujeron que no existían aún suficientes datos como para justificar al azufre como único causante de los daños ecológicos, así como que en los países desarrollados tenían ya las emisiones de azufre reducidas sustancialmente.

La objeción más importante son indudablemente los costos ya que es muy costoso construir unas nuevas plantas con los requeridos controles de emisión y adecuar las plantas existentes con equipamientos modernos.

En cualquier caso y sobre todo en materia de legislación se están haciendo muchos esfuerzos para reducir las emisiones de azufre a la atmósfera, así por ejemplo en Alemania Occidental se dictó en 1986 un nuevo Decreto por el cual se debe reducir la emisión de  $\text{SO}_2$  de 3 Mt a 1,1 Mt en un plazo de cinco años.

## 2.7. PERSPECTIVAS

La complejidad del mercado de azufre, del conocimiento más o menos exacto de su producción y consumo así como la variabilidad de su precio, debido a las diferen-

tes fuentes de dónde puede extraerse, hace muy difícil establecer unas predicciones en su comportamiento general ni siquiera a corto plazo.

Por un lado en el conjunto del desarrollo mundial una gran parte de su producción es utilizada para la manipuladora de fertilizantes, el crecimiento de la demanda de azufre en países en desarrollo, sobre todo con grandes reservas de rocas fosfatadas y el deseo de desarrollar su industria de manufactura de fertilizantes, es una las más importantes tendencias que no sólo hace incrementar el consumo si no que también introduce nuevas y principales corrientes para el azufre en el conjunto del comercio internacional.

Por otro lado no se espera que la producción de azufre y productos azufrosos intermedios aumente demasiado de las fuentes petrolíferas y sulfuros metálicos ya que aunque los costos para la extracción de piritas u otros sulfuros metálicos son relativamente bajos, la depreciación del mercado de metales ha reducido el valor de los co-productos y sub-productos. También la acentuación de la legislación sobre polución ha hecho que los procedimientos y preparativos sean mucho más costosos. Como muchas plantas son antiguas, se requieren nuevas inversiones en la mayoría de ellas, inversiones actualmente restringidas por la escasez de capital y altos tipos de interés. Los continuos cambios de las políticas gubernamentales sobre agricultura en los principales países de mercado, o en la producción de petróleo y gas y sus cambios de consumo y precios, la depreciación del mercado de metales y sobre todo las distintas políticas de legislación medio-ambientales según los países estén más o menos desarrollados, hacen a los analistas predecir que una gran proporción de azufre se obtendrá del yeso y de los productos sulfatados de desecho, en conjunto que el panorama de expansión en la producción discrecional

de azufre no es bueno y puede además restringirse debido a la legislación medio ambiental, pero como su uso en algunos campos es prácticamente imprescindible el mayor desarrollo y las mejores perspectivas están en el azufre elemental (brimstone) y sobre todo aquellos yacimientos que puedan ser explotados mediante el método Frasch.

## **2.8. EL AZUFRE EN ESPAÑA**

España es el mayor productor y exportador de piritas del mundo occidental. También exporta sobre 2 Mt de ácido sulfúrico manufacturado de las piritas y de los ácidos de fundición de otros sulfuros metálicos.

La mayor producción se encuentran en la Faja Piritica en la provincia de Huelva, en donde existen dos principales compañías operadoras Cía. Española de Minas de Tharsis, S.A. con una mina a cielo abierto en Tharsis y de interior en La Zarza y Rio Tinto Minera, S.A. con minas en Corta Atalaya y Alfredo. Varias otras compañías operan también en el área pero a pequeña escala.

El mercado de exportación español de las piritas ha bajado fuertemente debido a la fuerte competencia del azufre elemental principalmente del -azufre Frasch- de Mejico y USA, del azufre de Lacs (Francia), del azufre de fuentes de gas natural de Canada, así como del azufre de Polonia. Todos estos han entrado en el mercado europeo haciendo decrecer las exportaciones españolas al menos en un tercio del nivel de los años sesenta. Un aumento del mercado interior compensó parte de esa disminución en las exportaciones, basado sobre todo en el incremento de la producción de fertilizantes.

España posee importantes reservas de pirita y tiene instalaciones e infraestructura adecuada, el problema

de ellas es la polución y por tanto la necesidad de una planta moderna. Asimismo sus posibilidades en cuanto a yacimientos de azufre elemental aún están por definir. En cualquier caso si bien el mercado europeo puede que esté ocupado por los países mencionados anteriormente, España tiene grandes facilidades de exportar a otros países del entorno mediterráneo.

Producción en Huelva (Piritas), 1984 Miles de T.	
Cía. Española de Minas de Tharsis, S.A.	981
Río Tinto Minera, S.A.	681
San Telmo Ibérica Minera, S.A.	204
Minas de Herrerías, S.A.	149
Electrolisis del Cobre, S.A.	36
Piritas de Huelva, S.A.	12
TOTAL	2.068

### **3.- ESTUDIOS GEOLOGICO MINEROS**

### 3.- ESTUDIOS GEOLOGICO-MINEROS

La geología de las provincias de Alicante y Valencia esta regida por presentarse la zona de transición y unión de la parte más oriental de las Cordilleras Béticas, la parte Suroriental de la Cadena Ibérica en su sector más meridional y el Sur de la Cordillera Costero Catalana.

En la provincia de Valencia afloran materiales pertenecientes a la zona Plegada y Zona tabular de la Cadena Ibérica, la zona Sur de la Cadena Costero-Catalana y parte del Prebético de Alicante.

En la provincia de Alicante afloran de Sur a Norte todos los elementos de las Cordilleras Béticas, las zonas Internas y las zonas Externas, tanto el Prebético como el dominio Subbético.

Las principales unidades fisiograficas de las provincias de Valencia y Alicante son de Norte a Sur:

Unidad Ibérica

Unidad de Altiplanos y Valles encajados

Unidad Bética

Unidad de las "Planas" o llanuras litorales.

La descripción litoestratigráfica que se realiza a continuación se limita a los términos y formaciones en relación directa o espacial y con posibilidad de poseer depósitos de azufre, seleccionados despues de haber efectuado la recopilación y estudio bibliográfico y del catastro minero, tanto en la provincia de Valencia como de Alicante (planos geológicos nºs 1 y 2 respectivamente).

### 3.1. PROVINCIA DE VALENCIA

#### 3.1.1. Geología

La Unidad Ibérica se caracteriza por la presencia de estructuras de plegamiento claramente ibéricas, orientadas en dirección NO-SE y está representada en la provincia de Valencia desde el Rincón de Ademuz, la Sierra de Javalambre, región de Chelva, hacia la costa mediterránea a través de una zona de transición. Sus límites aproximados son el río Mijares al N. y el río Turia al Sur.

La Unidad de Altiplanos y Valles encajados se caracteriza por la presencia de estructuras tabulares, prolongación de la Meseta, surcadas por valles encajados de los ríos Turia, Cabriel, Jucar, Recongue y de Ayora. Destacan las mesetas de Requena-Utiel y la Hoya de Buñol. Sus límites Norte y Sur son respectivamente el río Turia y la Sierra Grossa.

La mayor parte de los indicios y las posibilidades en azufre biogénico se encuentran en los materiales de la Cadena Ibérica y especialmente en relación con el Triás por lo que a ellos nos referimos con mayor atención.

##### 3.1.1.1. Litoestratigrafía

Los materiales de la Cadena Ibérica que afloran en la provincia de Valencia se extienden desde el Paleozoico hasta el Mioceno y se agrupan en dos zonas estructurales diferentes, la unidad ibérica y la cobertera tabular.

### Paleozoico

Los depósitos más antiguos se localizan al N. de la provincia, en el barranco de Alcotas, al Norte del Chelva, y en las proximidades de Olocau.

En ambos casos se trata de afloramientos de ampelitas, pizarras grises y verdosas, oscuras, con un metamorfismo muy acusado, algo arenosas, con cuarcitas blancas muy compactas de edad Ordovicico.

### Triásico

Constituyen los niveles más importantes desde el punto de vista de sus posibilidades en azufre biogenico. Casi todas las manifestaciones estudiadas en la provincia están en relación directa o espacial con estos materiales sobre todo con las facies del Keuper.

El Triásico presenta aquí las clásicas divisiones del Triás de facies germánicas, a saber, Buntsandstein, Muschelkalk y Keuper, las biofacies se asemejan a las del Triás alpino (Virgili, 1977). Las facies evaporíticas del Keuper aparecen, a veces, de manera extrusiva, despegadas de su posición habitual, acompañando a las facies carbonatadas del Muschelkalk.

Los depósitos del Buntsandstein se han reconocido con una potencia total de entre 250 a 400 m. Se distinguen dos zonas estratigráficas diferentes, occidental y oriental.

En la zona occidental se observan los siguientes tramos:

- Tramo de facies conglomerática, con espesores de 20 a 40 m.

- Tramo de areniscas y lutitas de color rojo predominante, con facies canalizadas en la zona oriental.
- Tramo arenisco, de areniscas ortocuarcíticas muy compactas, de tonos rojizos, violáceos o blancos ("Rodeno").
- Arcillas areno-limosas presentando a techo margas abigarradas de aspecto pizarroso, denominadas "Rot".

La potencia de estas facies está condicionada a las fracturas del zócalo paleozóico.

Sobre este conjunto detrítico descansa otro carbonatado correspondiente al Muschelkalk en el que se reconocen tres unidades, dos carbonatadas y una evaporítica intermedia (Goy y Gomez, 1982). Este hecho se ha reconocido en el Triás de los alrededores de Chelva así como de Sagunto pero no en otros sectores en donde solo esta presente el tramo carbonatado superior. Los tramos están constituidos por:

- Dolomías, margas dolomítica sy calizas laminadas.
- Serie arcillosa evaporítica muy laminada con intercalaciones carbonatadas.
- Dolomías, calizas dolomíticas, calizas y margas intercaladas, muy fosilíferas.

Estos depósitos son considerados desde el punto de vista paleogeográfico como depositados en llanuras mareales y submareales con ambientes lagunares efímeros.

Dentro de este tramo son muy frecuentes los despeques originados por la tectónica diapírica del Keuper y la propia capa evaporítica intermedia del Muschelkalk.

Los materiales del Keuper estan representados en diferentes puntos a lo largo y ancho de la provincia reconociendose los estratotipos y áreas de mayor desarrollo de las cinco formaciones definidas por Orti Cabo (1974) y que son de base a techo, las siguientes:

- Formación de arcillas y yesos de Jarafuel; constituida por una alternancia irregular de arcillas y yesos que intercalan ocasionalmente niveles de areniscas, carbonatos, costras limoníticas y ofitas.
- Formación areniscas de Manuel; constituida por un tramo basal con margocalizas, arcillas y esporádicamente niveles de areniscas y yeso. Predominan los niveles arcillosos de varios colores, grises, amarillos, negros y violáceos. La mitad superior es más detrítica y está constituida principalmente por arcillas y bancos de areniscas y arenas.
- Formación arcillas de Cofrentes, constituye el tramo más característico del grupo con una típica morfología en "bad lands", consta de lutitas rojas y margas grises compactas.
- Formación arcillas yesíferas de Quesa, constituida por un conjunto caótico de yesos y arcillas de color rojo.
- Formación yesos de Ayora, constituida por yesos masivos blancos, grises, rosados y negros, con finas intercalaciones de arcillas.

En conjunto el Keuper presenta dos tramos evaporíticos separados por otro más detrítico.

A techo de estas formaciones se encuentran las Dolomías de Imón (Goy et al. 1975) constituidas por una

barra dolomítica, de edad Noriense, con un comportamiento tectónico independiente de las formaciones subyacentes.

Según Orti Cabo (1982) la primera serie evaporítica representa desde el punto de vista del ambiente en que fue depositada, un mosaico carbonatado, evaporítico, sobre un sistema fluvial o de transición en el que predomina una llanura arcillosa, instalada sobre una plataforma heredada del Muschelkalk. El tramo detrítico representaría un ambiente de transición por "lagoons" en una amplia plataforma alejada del más abierto, pero a la que el mar accedería fácilmente en repetidas pulsaciones. La segunda serie evaporítica, representaría la instalación de una "sebkha" costera seguida del afianzamiento de un lagoon evaporítico.

### Jurásico

Las formaciones definidas en la Cordillera Ibérica (Goy, Gomez y Yebenes, 1976) han sido reconocidas en Valencia (Gomez, 1979) y denominadas de base a techo:

- Carniolas de Cortes de Tajuña. Lías inferior.
- 100 a 175 m.- Calizas y Dolomías de Cuevas Labradas. Lías Super. Carixiense sup.
- 6 a 10 m. - Margas grises de Cerro de Pez. Carixiense sup-Domeriense inferior.
- 20 a 80 m. - Calizas bioclásticas de Barahona. Domeriense.
- 5 a 30 m. - Margas y calizas de Turmiel. Domeriense-Toarciense.
- Carbonatos de Chelva. Toarciense medio-Oxfordiense sup.
- 40 a 50 m. - Margas de Sot de Chera. Oxfordiense sup-Kimmeridgiense inf.
- 150 a 200 m.- Ritmita calcarea de Lorigilla. Kimmeridgiense inf. - Portlandiense.

- 50 a 100 m. - Calizas con oncolitos de Higuieruelas. Kimmeridgiense sup. Títonico inferior. Las margas de Tabernes son su equivalente lateral en el área meridional de la provincia.
- Calizas, arcillas y areniscas de Villar del Arzobispo, (facies Purbek), representan el tránsito Jurásico - Cretácico. Portlandiense - Berriasiense.

La evolución paleogeográfica de la Cadena Ibérica está condicionada a la existencia del Trías y su distribución. La sedimentación comienza en un mar epicontinental de poca profundidad que se va haciendo cada vez más profundo. A la altura del Lías medio comienza la compartimentación de la plataforma ibérica coincidiendo con una etapa de pre-rifting. Esta compartimentación en surcos y umbrales es ya clara durante el jurásico inferior.

De esta forma se observan diferentes zonas de altos paleogeográficos que han condicionado la sedimentación durante el jurásico. Así el Alto del Jucar ha actuado como relieve positivo mientras que la cubeta Valenciana, situada al N. presenta una fuerte subsidencia y deposición.

El Lías se deposita en una gran plataforma siendo el Toarciense transgresivo. En algunos puntos el límite Lías - Jurásico medio viene marcado por la presencia de un nivel de oolitos ferruginosos.

En el jurásico medio tiene lugar la diferenciación entre el surco ibérico con sedimentos carbonatados de plataforma de baja energía y la plataforma ibérica donde predominan las facies de aguas someras.

En el jurásico superior aparece una homogeneización de las facies presentandose en forma de sedimentos de plataforma muy somera con abundante proliferación de algas y otros organismos constructores.

### Cretácico

En el Cretácico de este sector se pueden reconocer los megaciclos sedimentarios establecidos para toda la cadena Ibérica, agrupados en los dos conjuntos clásicos de Cretácico inferior y Cretácico superior. A estos megaciclos corresponden las formaciones siguientes:

- Form. Arcillas y Areniscas de Aldea de Cortés. Depositada en un ambiente de lagoon o llanuras de marea o deltaicas con influencia mareal. Valanginiense.
  - Form. Arenas y Arcillas del Collado. Depositada en un ambiente fluvial a abanicos y llanura deltaica Barremiense inferior-Hauteriviense superior.
  - Form. Calizas de la Huérniga. Depositos costeros, de marismas y/o de llanuras deltaicas. Hauteriviense-Barremiense inferior.
  - Form. Arcillas de Contreras. Depositos costeros (aluviales, lacustres o llanura mareal). Barremiense al Bedouliense basal.
- 160 m. - Form. Calizas con Rudistas del Caroch. Constituida por los miembros de Calizas de Malacara, Capa de Mirasol, Arenas y Arcillas del Burgal y Calizas del Buxo. Depósitos de

plataforma con intercalaciones litorales.  
Aptiense s.l.

- 80 m. - Form. Calizas, Margas y Areniscas de Sacarás. Depósitos de ambiente litoral. Albiense inferior.
- 30 - 60 m.- Form. Arenas de Utrillas. Aptiense sup.-Cenomaniense inferior.
- Form. Calizas de Ares de Alpuente. Esta formación está compuesta por los miembros, Calizas de Estenas, Margas de Losilla y Calizas de la Bicuerca. Depositada en un ambiente de plataforma interna, con carácter carbonatado-terrígeno. Albiense sup - Vraconiese.
- Form. Margas de Chera. Depositadas en un ambiente de plataforma interna, lagoon restringido y llanura lutítica. Cenomaniense inferior.
- 15 - 20 m.- Form. Dolomías de Alatoz. Depositadas en un medio mareal. Cenomaniense inferior-medio.
- 80 m. - Form. Dolomías tableadas de Villa Vés. Cenomaniense medio-superior.
- Form. Calizas y Margas de Medina. Son depósitos de plataforma correspondientes al Turoniense.
- > 115 m. - Form. Dolomítica, es la denominación que recibe en el Prebético externo el conjunto dolomítico de edad Cenomaniense - Turoniense,

comprendido entre las formaciones de Arenas de Utrillas y de Sierra de la Solana.

- 4 - 15 m. - Form. Margas de Alarcon. Turoniense inferior a Santoniense.
- Form. Calizas y Brechas calcareas de la Sierra de Utiel. Depósitos de plataforma de edad Campaniense a Santoniense.
  - Form. Margas de los Cuchillos. Campaniense-Maastrichtiense.

La sedimentación de los ciclos sedimentarios cretácicos evidencian las mismas disposiciones en surcos y umbrales puestos de manifiesto durante el Jurásico. A grandes rasgos se puede establecer que las facies del cretácico inferior son regresivas y las del cretácico superior transgresivas.

### Paleógeno

Al Paleógeno pueden ser referidos dos complejos litológicos, de los cuales el primero constituye los niveles de tránsito del Cretácico superior al Paleoceno - Eoceno y el segundo, un probable Oligoceno.

Estos complejos junto y fundamentalmente con los que constituyen el Neogeno y en asociación con los materiales triásicos son los que a nuestro criterio, tienen mayores posibilidades de poseer depósitos de azufre elemental.

Paleoceno - Eoceno:

- Form. Margas de los Cuchillos, constituida por calizas y brechas calcáreas yesíferas, seguidas de un com-

plejo margoso-arcillo-yesífero con una potencia de 285 m., en la localidad tipo (Venta del Moro). Hacia el N., en la región de Utiel, pasan a una serie de arenas, areniscas calcáreas y calizas arenosas.

#### Oligoceno:

- Form. conglomerática basal del Barranco de Reguenella, ha sido referida al Oligoceno, mediante criterios tectónicos, al O. de Buñol, constituida por conglomerados de cantos calcareos en facies de abanicos aluviales. Analogamente podría referirse al Oligoceno parte de la serie conglomerática basal de la depresión de Cheste.

#### Neógeno

#### Mioceno:

Dentro del Mioceno se pueden distinguir una gran variedad de facies y unidades litológicas. Citaremos aquí aquellas que se presentan en el sector central de la provincia, en relación con materiales triásicos, que constituyen las alineaciones diapíricas del Cabriel, Jalance-Ayora, Río Mijares - Buñol - Montroy.

- Calizas de Fuente Podrida, que constan de unos 50-70 m. de calizas micriticas grises y lutitas verdes con niveles de jacintos y eventualmente yesos.
- Yesos del Molino de la Rambla, constituidos por unos 20 m. de yesos y margas.
- Areniscas y calizas de Pedrones de Arriba, constituida por 115 m. de margas grises y verdes con intercalaciones de areniscas, calizas y conglomerados.

- Yesos de los Ruices, se presentan como un lentejón de una potencia máxima de 10-15 m. dentro de la Formación de margas rojo-detriticas de Jaraguas.

Estos conjuntos constituyen la formación denominada de Areniscas y calizas de los Sardineros, adosada al borde N. del conjunto triásico del Cabriel y constituyendo en gran parte de la cuenca neógena occidental del sector central de la provincia, cuyo eje, aproximadamente NO-SE lo constituye la rambla de Albosa (Cuenca de Venta del Moro-Los Pedrones).

En la cuenca oriental del sector central o cuenca de Godelleta las formaciones definidas más importantes son:

- Form. margas y calizas de Catadau, formada por:
  - . Unidad lutítica de Chiva.
  - . Unidad de margas limosas y calizas de Chiva.
- Form. calizas y yesos de Niñerola, constituida por unos 300 m. de yesos bituminosos y calizas con intercalaciones margosas. Presentan fuertes buzamientos como consecuencia de fenómenos diapíricos.

En la cuenca de Godelleta afloran también elementos de las formaciones siguientes:

- Form. Margas yesíferas de la Farroya, constituida por 20-40 m. de margas y arcillas grises o rojas con yesos y niveles carbonosos.
- Form. conglomerados de Sacana, constituida por unos 115 m. de limos y arenas con intercalaciones progresivas de conglomerados.

- Unidad Areniscas del Barranco de Barbeta, formada por areniscas y arenas de cemento carbonatado.
- Form. Areniscas de Aljibe, definida en la Hoja de Llombay: es un equivalente lateral de las dos anteriores.
- Unidad calcarea del Montretón, situada sobre todas las unidades anteriores y correspondientes al Mioceno superior; constituida por calizas masivas con intercalaciones margosas con un espesor de 100 m. al O. de Buñol y de 10 - 15 m. hacia el E.

#### Plioceno:

En los sectores de la provincia de Valencia seleccionados como de mayor interés en sus posibilidades de azufre biogénico, los diferentes autores diferencian las series siguientes:

#### Cuenca del Cabriel:

Excavada por dicho río desde el Puerto de Contreras hacia el S y SO, se comunica con la denominada del Jalance - Ayora y parcialmente con la del Júcar. En ella aflora esencialmente la Formación Venta del Moro - Villatoya, constituida a su vez por dos miembros, de base a techo:

- 200 - 300 m. Miembro Los Bidros, constituido por conglomerados, arcillas, margas y arenas de tonos rojos, pardos y ocre. Mioceno Superior alto.
- 30 - 120 m. Miembro Mirador, constituido por calizas, eventualmente oquerosas o travertínicas, con margas y ocasionalmente lignitos.

### Cuenca del Jucar

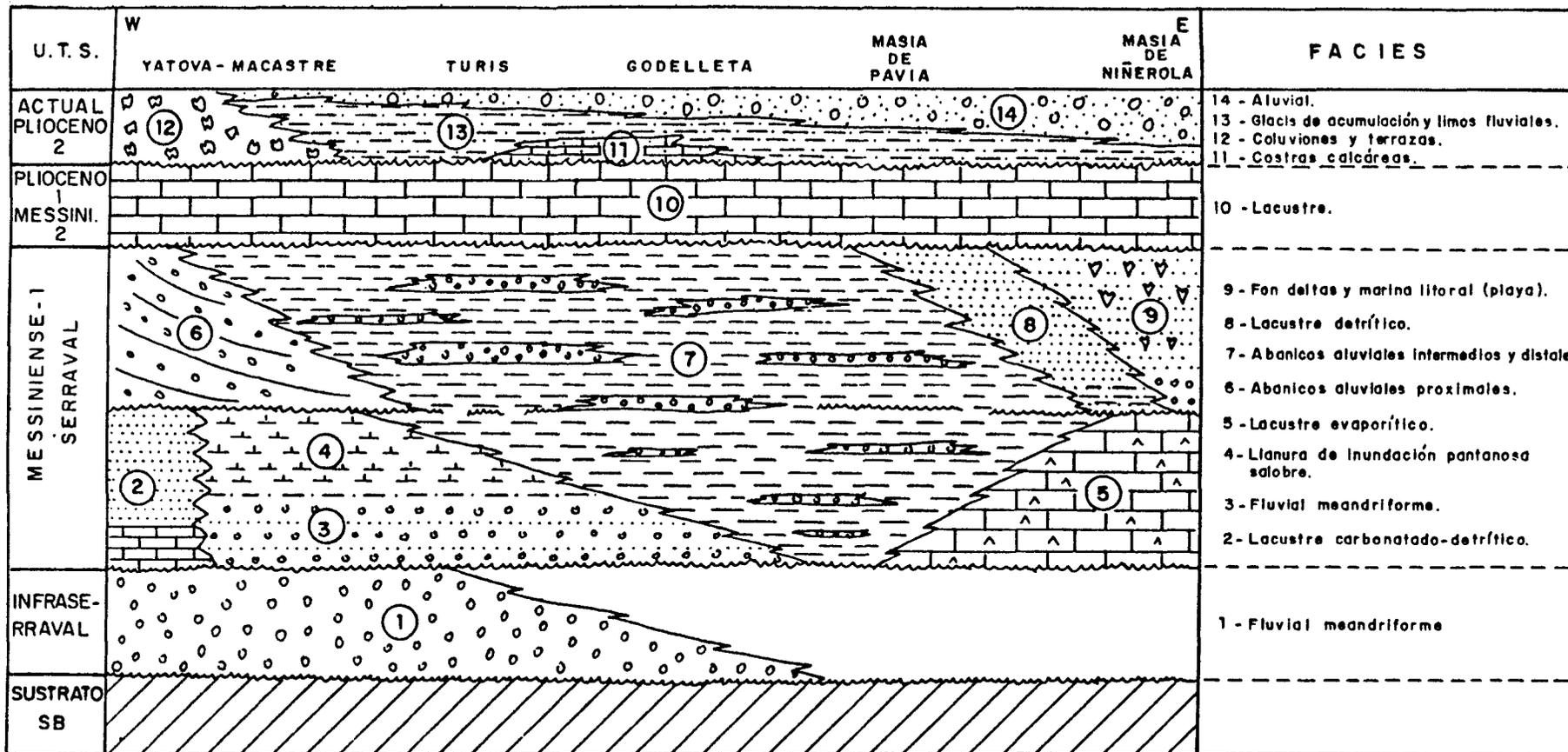
Constituida por las siguientes unidades y formaciones:

- . Unidad detrítica del río Jucar.
- > 150 m. . Unidad detrítica inferior, formada por conglomerados con areniscas y arcillas rojas.
- . Form. calizas del río Jucar, constituida por calizas lacustres, ricas en fósiles, oquerosas, travertínicas o tobáceas, con intercalaciones margosas pardas y negras con lignitos.
- 30 - 35 m.. Unidad detrítica superior, formada por areniscas, arenas, conglomerados e intercalaciones de calizas y margas.

### Cuaternario

Citaremos las principales series y unidades esencialmente en cuanto a su importancia de ocasionar recubrimientos en zonas de posible interés.

- Unidad de gravas y arcillas arenosas rojas de Casas Ibañez; constituida por gravas silíceas o calcáreas con matriz arcillosa-arenosa rojiza y con desarrollo de una costra calcarea a techo. Se hallan discordantes sobre las series del Plioceno en las cuencas del Jucar y Cabriel.
- Unidad de arenas, arcillas y conglomerados de glaci, desarrollada esencialmente en el río Magro.
- "Costras" o depósitos de "calizas pulverulentas" presentes en casi todas las depresiones.



Discordancia

Discordancia no observable

**RESUMEN DE LITOLOGIAS**

- |  |  |                                  |
|--|--|----------------------------------|
| ① Conglomerados, arenas y lutitas.   | ⑥ Conglomerados.                           | ⑪ Calizas zonadas pulverulentas. |
| ② Calizas, calcarenitas, areniscas y margas.                                   | ⑦ Conglomerados y margas limolíticas.      | ⑫ Limos, arenas y cantos.        |
| ③ Conglomerados, areniscas y lutitas.  | ⑧ Areniscas, conglomerados y margas.       | ⑬ Arcillas con cantos y limos.   |
| ④ Margas, calizas, niveles carbonosos.   | ⑨ Conglomerados y areniscas con ostreidos. | ⑭ Gravos, arenas y arcillas.     |
| ⑤ Yesos, calizas, calcarenitas y margas.<br>Niveles de interés de S biogénico. | ⑩ Calizas, margas arenosas, lutitas.       |                                  |

FIGURA 2.- CUADRO RESUMEN DE LAS LITOLOGIAS, FACIES Y SU DISTRIBUCION DE OESTE A ESTE DE LA CUENCA DE GODELLETA

- Depósitos de travertinos como el existente por encima de la primera terraza del Cabriel, en su margen derecha.
- Limos pardos fluviales. Orlan los cursos de agua esencialmente en los ríos Magro, Buñol y rambla del Payo.
- Depósitos de arcillas de descalcificación en poljes.
- Limos de inundación, limos arenosos negros, depósitos de dunas, etc.

### 3.1.1.2. Rasgos Estructurales

Nos ceñiremos a destacar los aspectos tectónicos más importantes con relación o que afecten a la formación y acumulación de azufre elemental en los sectores considerados de mayor interés, que como se puede ver en el plano nº 1 son los denominados Venta del Moro - Pedrones, cuenca terciaria occidental que enlaza hacia el Sur con la de Jalance-Ayora, ambas afectadas por movimientos halocinéticos del Trías detrítico, carbonatado y evaporítico y la cuenca oriental o de Godelleta.

En el sector de Venta del Moro - Pedrones predominan los materiales terciarios y cuaternarios cuya estructuración está esencialmente influida por la zona mesozoica que aflora en el cuadrante NO formando un pronunciado eje alto de dirección ibérica, NO-SE, y por los asomos triásicos del SE (río Cabriel) con directrices también NO-SE fuertemente replegados. Los materiales terciarios y cuaternarios rodean y cubren este alto mesozoico formando dos sinformas paralelas a el, muy suaves, con buzamientos del orden de 2 a 4º.

Estas estructuras terciarias son el resultado de la acomodación de los materiales, impuesta por los relieves

mesozoicos, complicadas por la extrusión de los evaporíticos del Keuper y posiblemente del Muschelkalk.

El sector Venta del Moro - Pedrones conecta por el Sur con el denominado Jalance - Ayora, constituido en su eje central, de orientación N-S, por materiales triásicos orlados por las series terciarias y cuaternarias.

Los materiales plásticos del Trías, esencialmente evaporíticos de facies Keuper, extruyen a favor de fallas de distensión, o las crean, en su movimiento ascendente, produciendo además estructuras anticlinales definidas por materiales más competentes mesozoicos y/o terciarios, si bien estos se disponen generalmente discordantemente sobre los triásicos.

Por otro lado el Trías evaporítico aprovecha otras zonas de debilidad para extruir, de dirección general E-O, como en el caso del afloramiento triásico que se presenta en los cauces de las ramblas del Real y Gallegos.

La cuenca de Godelleta, o sector oriental, está ocupada por una serie neógena de marcada continentalidad en sus depósitos, salvo en el extremo Sureste, y cruzada por su eje central aproximadamente, por afloramientos triásicos dispuestos según una directriz E-O incurvandose hacia el SE en la mitad Sur de la cuenca, en una disposición muy similar a la que presenta el Trías en el sector occidental en el eje, Cabriel - Jalance - Ayora.

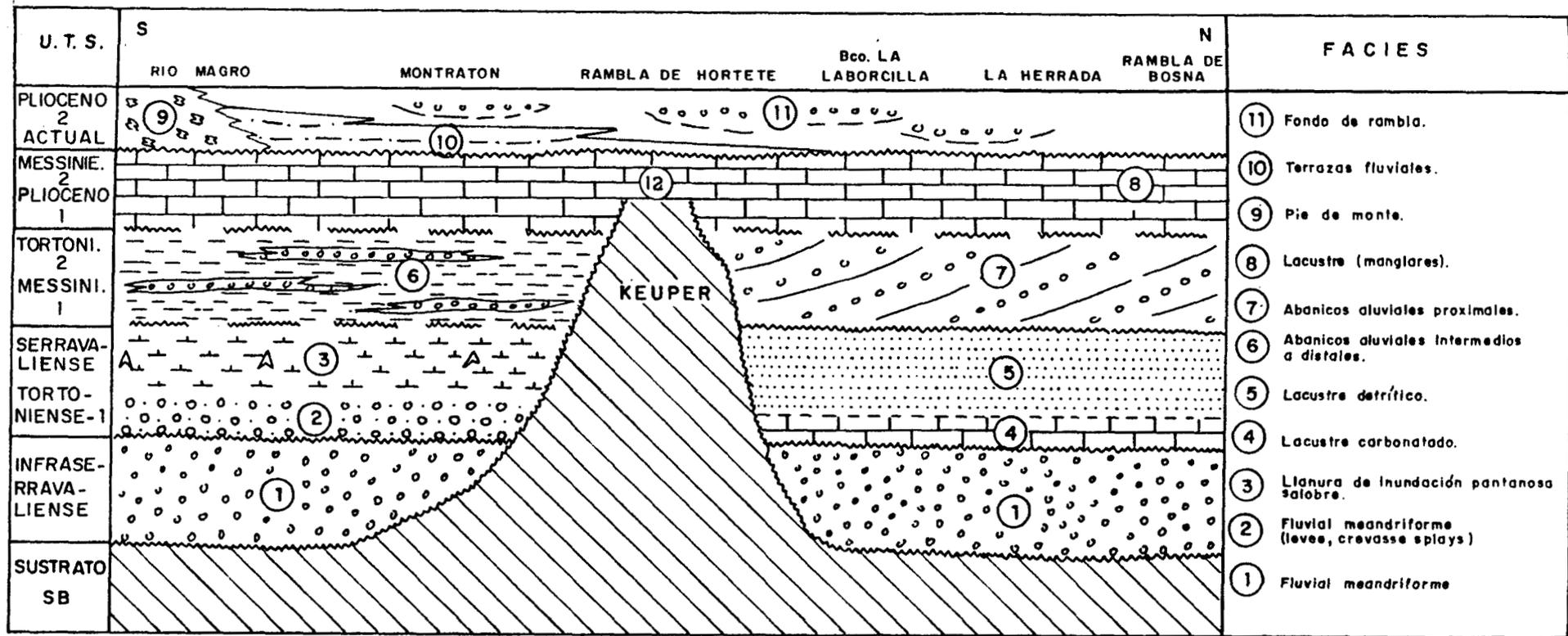
Esta banda triásica y al igual que la mencionada anteriormente, ha tenido en gran parte un comportamiento diapírico durante casi todo el terciario, lo que condiciona en gran medida la forma y la sedimentación de la serie neógena que ocupa el sector.

Al final del cretácico superior se produjeron importantes movimientos epirogénicos que anunciaban ya la llegada del ciclo orogénico alpino, produciendo la emersión generalizada de estas áreas y el depósito de series predominantemente continentales. La separación de las diversas fases de plegamiento es difícil de efectuar al no quedar registradas en gran parte de la serie depositada. Al NO de Yátova se observa una clara discordancia probablemente finioligocena y dos discordancias miocenas.

Al Sur de Buñol, en el barranco del Caudel, se observa una discordancia de edad probable finimiocena. En este sector, calizas y conglomerados fluvio-lacustres del Messiniense Plioceno, están totalmente horizontales y reposando en discordancia angular sobre la serie detrítica del Mioceno Medio-superior.

El relleno se efectúa en fosas controladas por grandes fracturas de zócalo reactivadas, en las que, el continuo aporte de materiales provoca importantes hundimientos y fenómenos de reajuste con basculamiento.

En otros sectores la sedimentación tiene lugar sobre materiales de facies Keuper. El ascenso diapírico de este va a producir un aumento de espesor de las series que se están depositando junto al borde de la masa diapírica (rin syndine). Otras veces el Keuper extruye en materiales neógenos ya depositados (como en las calizas y yesos de Niñerola) provocando importantes basculamientos de las capas.



FACIES	
11	Fondo de rambla.
10	Terrazas fluviales.
9	Pie de monte.
8	Lacustre (manglares).
7	Abanicos aluviales proximales.
6	Abanicos aluviales intermedios a distales.
5	Lacustre detrítico.
4	Lacustre carbonatado.
3	Llanura de inundación pantanosa salobre.
2	Fluvial meandriforme (levee, crevasse splay)
1	Fluvial meandriforme

~~~~~ Discordancia      ~~~~~ Discordancia no observable

**RESUMEN DE LITOLOGIAS**

- |                                                   |                                                               |                                         |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| ① Conglomerados, areniscas y lutitas.             | ⑤ Areniscas, microconglomerados, margas y niveles carbonosos. | ⑨ Arcillas rojas y cantos angulosos.    |
| ② Conglomerados, areniscas y lutitas              | ⑥ Conglomerados y lutitas.                                    | ⑩ Arenas, limos y cantos.               |
| ③ Margas, calizas, areniscas. Niveles carbonosos. | ⑦ Conglomerados.                                              | ⑪ Gravas y arenas                       |
| ④ Calizas, calcarenitas y margas.                 | ⑧ Calizas, margas.                                            | ⑫ Zonas de interés de Azufre biogénico. |

FIGURA 3.- CUADRO DE DISTRIBUCION DE LITOLOGIAS Y FACIES DE NORTE A SUR EN SECTOR CENTRAL DE LA CUENCA DE GODELLETA.

Por último, insistir en la existencia de fracturas de tensión, más o menos paralelas a las alineaciones triásicas, y producidas por el ascenso diapírico de estas.

### 3.1.2. Minería

Como se ha comentado en capítulos precedentes, el objetivo final de mayor interés ha sido la selección de áreas en donde exista la posibilidad de poseer depósitos de azufre nativo esencialmente biogénico y específicamente bioepigenético, ligados a niveles evaporíticos afectados por movimientos halocinéticos del Triás. Es decir los denominados depósitos bioepigenéticos en "cap-rock", situados en los domos evaporíticos recubiertos, o bien estrato ligados en los bordes de estos domos diapíricos o en cuencas confinadas o semiconfinadas (vease figura n° 1).

En base a esos objetivos es por lo que se seleccionan las áreas delimitadas en el plano n° 1, reforzado su interés por presentar además depósitos terciarios de yesos y anhidritas las cuales han podido sufrir el proceso de metasomatismo que las sustituye por calcita y/o azufre elemental.

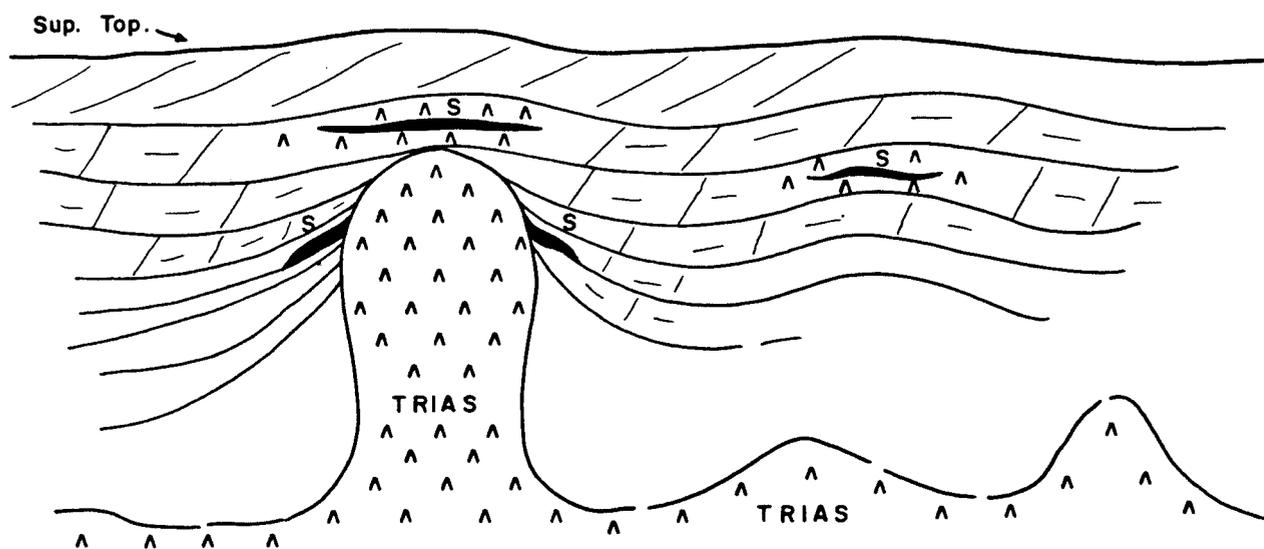


FIG. N° 4. - ESQUEMA MOSTRANDO LAS ZONAS DE MAYOR INTERES PARA LA FORMACION DE AZUFRE (S) ELEMENTAL, EN DEPOSITOS BIOEPIGENICOS.

Este interés se ha visto reforzado, como se expone en los capítulos siguientes, por los indicios y manifestaciones ligadas a la formación de azufre biogénico detectadas en la provincia de Valencia, las cuales se presentan esencialmente ligadas a los sectores seleccionados y concretamente en o con relación espacial a los afloramientos triásicos de facies germano-andaluz.

Conviene resaltar que en la provincia de Valencia no se han encontrado referencias históricas ni indicios, específicamente, de azufre nativo. Los puntos visitados y que se describen en el capítulo de -Revisión de Indicios- corresponden a sectores de antiguas denuncias para tal elemento pero que excepto en un caso, todos los demas han resultado ser enclaves de manantiales de aguas sulfuradas, algunas de ellas constituidas actualmente en balnearios, y siempre en materiales triásicos o proximidad a ellos.

### 3.1.2.1. Revisión del Catastro Minero

En la provincia de Valencia, las denuncias para mineral de azufre que figuran en los archivos de la Jefatura de Minas son las siguientes:

- 1º           -     Nombre: Estrella  
                  Nº de registro: 1177  
                  Mineral: Azufre  
                  Municipio: Buñol  
                  Paraje: Barranco de la Venta  
                  Peticionario: Jaime Moscardó Vallés
- 2º           -     Nombre: Margarita  
                  Nº de registro: 1179  
                  Mineral: Azufre  
                  Municipio: Buñol  
                  Paraje: Las Ventas  
                  Peticionario: Jaime Moscardó Vallés

Estas dos antiguas denuncias, actualmente caducas, han sido relativamente fáciles de situar en los correspondientes planos y por tanto de localizar en el terreno. Por la litología y estructura de los materiales en donde están ubicadas se puede casi afirmar que no se trataba realmente de denuncias para mineral de azufre biogénico o bien confundieron este con otro tipo de sustancia. En proximidad existen manantiales.

3º - Nombre: Florida Juana  
 Nº de registro: 1180  
 Mineral: Azufre  
 Municipio: Estivella  
 Paraje: Fuente de Isidro o Cova Fuma.  
 Peticionario: Florentin Galvez Tarazona

Enclavada en materiales triásicos de facies Keuper. Difícil de ubicar exactamente en los planos correspondientes. Su punto de partida, según se lee en los documentos de la Jefatura de Minas, es un socavón de 50 m. de longitud practicado por el peticionario, a su vez, dueño del terreno.

Se detectó lo que en su tiempo podría constituir la entrada del citado socavón, actualmente destruido, y por donde manaba un manantial de agua con ligero olor fétido.

4º - Nombre: Villa Carmen  
 Nº de registro: 1181  
 Mineral: Azufre  
 Municipio: Ador  
 Paraje: Camino Carril en Marchuquera Alta  
 Peticionario: Emilio Seguí Tarranzó.

Esta antigua denuncia no ha podido ser localizada. En la documentación existente en la Jefatura de Minas se cita su punto de partida en la esquina NE de una caseta que

cubre un pozo de 35 m. de profundidad, sin que figuren otras referencias.

5º - Nombre: Azufrera de Artag  
 Nº de registro: 1617  
 Mineral: Azufre  
 Municipio: Andilla  
 Paraje: Lomalazaro  
 Peticionario: Rafael Madrid Martínez

6º - Nombre: Azufrera de Artag  
 Nº de Registro: 1619  
 Mineral: Azufre  
 Municipio: Andilla  
 Paraje: Lomalazaro  
 Peticionario: Rafael Madrid Martínez

Estas dos antiguas denuncias situadas al N. de la provincia de Valencia, entre Villar del Arzobispo y Andilla, al S. de este pueblo, se ubican sobre materiales del Jurásico superior en facies Pürbeck, encontrándose en ellas labores de explotación para niveles de carbón con abundante azufre.

7º - Nombre: El Batán  
 Nº de registro: 1763  
 Mineral: Azufre  
 Municipio: Requena  
 Paraje: Casa del Doctor  
 Peticionario: Rafael Ballesteros Alonso

8º - Nombre: Vicuestal  
 Nº de Registro: 1766  
 Mineral: Azufre  
 Municipio: Requena  
 Paraje: Casa del Doctor  
 Peticionario: Vicente Cuesta Alfonso

92 - Nombre: La Segunda  
Nº de registro: 1767  
Mineral: Azufre  
Municipio: Requena  
Paraje: Casa del Doctor  
Peticionario: Rafael Ballesteros Alonso

Estas tres antiguas denuncias, solicitadas en el año 1958 y actualmente caducadas, se sitúan en el tramo de la rambla de La Albosa comprendido entre el Cerro del Asno y las Casas de Penén de Albosa, en materiales triásicos de facies Keuper. En todo el sector reconocido no se observó manifestación alguna de azufre, si en cambio, otras características favorables para la formación de este elemento, como una leve sustitución de yeso a calcita en algunos niveles evaporíticos y olores fétidos. Esta rambla de La Albosa coincidiría aproximadamente con el posible eje anticlinal de la cuenca terciaria de Venta del Moro - Los Pedrones.

Además de las antiguas denuncias para mineral de azufre ya comentadas se han reconocido otros dos sectores en los que figuraban otras para aguas minero-medicinales y concretamente de aguas sulfurosas; son las denominadas Fuente Podrida y Los Hervíderos en donde se encuentran actualmente dos balnearios en plena actividad.

Estas dos antiguas denuncias se encuentran sobre materiales triásicos de facies Keuper de eje Cabriel-Jalanca-Ayora. Los baños de Fuente Podrida al Sur del Paraje de Los Sardineros y los baños de Los Hervíderos al O. de Co-frentes. En ninguna de ellas se observó manifestación específica de azufre biogénico.

### 3.1.2.2. Revisión de Indicios

Como venimos comentando no existen en la provincia de Valencia antecedentes históricos ni indicios de azufre biogénico por lo que en esta revisión se han reconocido los sectores en donde se ubicaban las antiguas denuncias para este mineral, así como de otras manifestaciones en relación con él. Como veremos en la descripción que sigue la mayor parte de estas denuncias, si bien registradas para este elemento, corresponden a otras sustancias o en todo caso a manantiales de aguas sulfurosas, que en cualquier caso son guías importantes para la detección de manifestaciones y depósitos de azufre biogénico.

#### Buñol

Al N. de Buñol se sitúan las antiguas denuncias n.ºs. 1177 y 1179 para mineral de azufre, en el denominado barranco de la Venta, por cuya proximidad pasa una falla inversa que pone en contacto materiales jurásicos sobre cretácicos.

Los materiales jurásicos van del Hettangiense al Kimmeridgiense y en contacto con los del Barremiense, en facies Weald, de cretácico inferior.

De techo a muro son:

|              |                                                                                                        |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lías:        | Dolomías masivas, oquerosas y brechoides. Calizas microcristalinas, lumaquélicas en la parte superior. |
| Toarciense:  | Margas y margocalizas con braquiópodos.                                                                |
| Dogger:      | Calizas microcristalinas abudizadas con nódulos limosos y silex.                                       |
| Oxfordiense: | Margocalizas y margas hojosas y calizas arcillosas.                                                    |

Kimmeridgiense: Alternancia rítmica de calizas arcillosas y margas.

Cretaceo inf.

F.W. Barrem - Apt. Arcillas y margas versicolores, calizas con orbitolinas, arenas y algún nivel conglomerático.

En los reconocimientos efectuados por el sector no se han observado restos de antiguas labores ni manifestaciones de azufre. El marco litológico no es adecuado para la formación de este elemento, que se podría encontrar en los afloramientos triásicos, esencialmente evaporíticos, que hubieran podido extruir aprovechando las fallas y diaclasas que con orientaciones esenciales NO-SE y NE-SO, se dan en el sector. Afloramientos, por otra parte, que no se han detectado, bien por no haberse producido la extrusión o por estar recubiertos por materiales más modernos.

No se considera la zona, por tanto, de especial interés siendo probable que las antiguas denuncias realmente lo fueran para otra sustancia o haber sido confundido el azufre con otro elemento o compuesto parecido, posiblemente con nódulos y niveles de limos amarillentos, muy frecuentes en este área.

En el sector se ubican numerosas canteras (La Rebosera) de calizas.

### Estivella

Al SO de la población de Estivella se situa la antigua denuncia para azufre nº 1180 enclavada en materiales triásicos de facies germano-andaluz, entre los que predominan las areniscas compactas de tonos rojos, violaceos y blancos, las arcillas abigarradas y tramos evaporíticos con

yesos blancos, grises y rojos entre los que se intercalan, a veces, niveles carbonatados.

En el reconocimiento efectuado se observó la boca de una galería actualmente obstruida y por donde salía agua con ligero olor fétido. No se encontraron manifestaciones específicas de azufre nativo ni algunas otras antiguas labores. Por el nombre del paraje en donde se sitúa la denuncia - Fuente de Isidro o Cova Fumá - presumimos que se trataba de una denuncia para otra sustancia, posiblemente de aguas minero-medicinales y/o sulfurosas.

En nuestra apreciación, el contexto litológico, siendo apropiado para el desarrollo de depósitos de azufre, en virtud de la posible sustitución de los niveles evaporíticos triásicos, no lo sería en este caso al estar expuestos los materiales, con lo que la posible mineralización habría sido erosionada, incluso, a nuestro criterio, estos materiales triásicos no parecen presentar comportamientos diapiricos, fenómenos esenciales de tipo tectónico que se deben presentar previamente a la formación de un depósito de azufre de tipo bioepigenético en la parte superior de un domo evaporítico.

### Andilla

Las antiguas denuncias n°s 1617 y 1619 se sitúan en la denominada rambla de Andilla ocupando también parte de las laderas Nororientales de Loma Lazaro, entre las poblaciones de Higuieruelas y Andilla, al N. de la provincia de Valencia.

El sector está ocupado por materiales jurásicos, datados desde el Lías inferior (Hettangiense) hasta el Malm (Portlandiense) formando un reticulado de bloques constitui-

dos y delimitados por un sistema de fracturas casi octogonales NO-SE y NE-SO.

De la base al techo la serie sintética es:

|                      |                                                                                        |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Trías - Jurásico     | Dolomías carniolares y brechoides, calizas micriticas y/o bioclásticas.                |
| Jurásico             | Margas. Alternancia ritmica de calizas y margas con juntas de estratificación hojosas. |
| Kimmeridgiense       | Calizas esparíticas, bioclasticas y pisolíticas.                                       |
| Portlandiense (F.P.) | Alternancia de margas, arenas, areniscas, calizas y arcillas.                          |

En estos últimos términos del Jurásico superior en facies Pürbeck es donde se ubican las antiguas labores de exploración y/o explotación encontradas en el sector en relación con las antiguas denuncias.

En la ladera nororiental de Loma Lazaro, muy próximas al cauce de la rambla y de la población de Artaj se encontraron dos galerías horizontales, separadas unos 5 m., en dirección N45°E, y de 9 m. de longitud ambas, comunicadas por un socavon transversal realizado según la dirección del nivel mineralizado, N115-120°E/50-53°N (So).

La serie atravesada por las galerias, de techo a muro, esta constituida por 9 m. de areniscas micaceas en bancos decimétricos con finos niveles de yeso cristalizado en juntas de estratificación y niveles limo-arenosos laminados gris-ocres con yeso. A continuación se encuentra el nivel mineralizado, constituido por un paquete de 80 cm. de potencia en el que se observan niveles de lignito margoso gris y arcillas negras con intercalaciones de azabache, de 1 a 4 cm. al menos en 10 hiladas. Estas delgadas hiladas de

azabache se encuentra tapizadas por azufre. A muro de estos niveles y despues de 2 m. de areniscas se presenta otro nivel carbonoso.

Existen otras labores, a distintas cotas, actualmente obstruidas. Las escombreras son de pequeño a mediano volumen.

En conjunto, en la serie del Pürbeck, de poco más de 2 Km. de corrida y 200 m. de máxima potencia, que queda "pinzada" entre materiales jurásicos más antiguos, por efecto de una tectonica de fractura muy intensa, se han preservado unos niveles carbonosos con abundante contenido en azufre. No se trata por tanto de una manifestación del tipo al que van dirigidas las directrices de este proyecto.

La zona, por tanto, carece de interés en cuanto a posibilidades de azufre biogénico, por su contexto litoestratigráfico y tectónico en general a pesar de la relativa proximidad de los materiales triásicos, a unos 2 Km. al N. del sector.

#### Rambla de Albosa

El cauce de esta rambla, excavando los materiales terciarios, deja al descubierto entre las Casas del Penen de Albosa y la rambla de los Morenos, los materiales triásicos de facies germánica, expuestos aquí a modo de ventana rodeados por los sedimentos neógenos y cuaternarios. En este sector se ubican las antiguas denuncias para azufre n°s. 1763, 1766 y 1767.

En esta zona el Triás, esencialmente yesífero, esta recubierto por una formación de calizas lacustres (manglares) con arcillas grises y niveles de lignito o por una serie detrítica esencialmente constituida por conglome-

rados, es decir por conjuntos permeables en general no adecuados para el sellado de las formaciones potencialmente azufrosas.

El Triás presenta niveles evaporíticos, de 5 a 50 cm. de espesor, de aspecto detrítico, formados por granos finos de yeso alabastrino hasta constituir agregados de cristales caóticos. Algunos niveles presentan sustitución a caliza que se observa en finos niveles, y un fuerte olor fétido.

Los niveles de yeso, de variados colores, se presentan bien estratificados alternando con niveles arcillosos. Entre ellos es característico uno de más de 2 m. de espesor formado por un entramado de cristales de yeso en un cemento arcilloso rojo, sobre él, otro de 1 m. de arcillas verdes con apenas cristales de yeso y niveles de yeso en bancos centimétricos constituidos por aglomerado de cristales, sin cemento, niveles de arcillas y carbonatos y calizas de sustitución en determinadas capas.

En general los niveles evaporíticos tableados se presentan muy deformados y plegados, en discordancia neta con la formación superior, o paraconformes.

No se observaron manifestaciones de azufre biogénico ni restos de antiguas labores. Si en cambio se aprecian, aunque de forma leve, otras características asociadas a la formación de depósitos de azufre bioepigenético como son los olores fétidos (a sulfhídrico y gasolina) que presentan algunos niveles así como el proceso parcial de sustitución que han sufrido algunas capas de evaporitas, transformando el yeso en caliza, si bien esta sustitución no presenta, en este sector, una gran intensidad.

Es posible que en algunos niveles la sustitución haya dado lugar, también, a azufre elemental motivo de las

antiguas denuncias, que en cualquier caso no sería en grandes proporciones y además muy difícil de observar en este contexto litológico de abigarrados colores, con predominio a veces del color amarillo, debido a otras sustancias no azufrosas.

#### Baños de Fuente Podrida - Los Hervideros

El balneario de aguas sulfhídricas de Fuente Podrida está situado en el centro-oeste de la provincia de Valencia, al NE de Casas Ibañez, en el límite con la de Albacete. Si bien se asienta sobre materiales neógenos, los triásicos, que ocupan el eje Cabriel - Jalance - Ayora, se encuentran muy próximos al sector.

Los materiales miocenos que conforman el área se encuentran horizontalizados, destacando entre ellos unos niveles de arcillas verdosas y pardas con fuerte olor fétido, así como otros detríticos constituidos casi en su totalidad por jacintos.

No se observaron en este sector niveles evaporíticos ni indicios de azufre elemental.

Al igual que en Fuente Podrida el balneario de Los Hervideros, situado al O de Cofrentes, es de aguas sulfhídricas y termales intimamente relacionado con un vulcanismo reciente que se pone de manifiesto en Cerro Agras y Castillo de Cofrentes.

Los materiales triásicos de este sector son esencialmente de facies Keuper con predominio de los niveles de yeso constituyendo potentes paquetes, como el que se presenta a techo de la serie, recubierto por un tramo final de arcillas rojas verdes y negras con niveles calcareos pardos intercalados.

En algunas capas de yeso se observa una leve sustitución de este a caliza sin que se aprecien indicios de azufre elemental.

### 3.1.3. Áreas de interés

La determinación de las áreas más interesantes en la provincia de Valencia, en cuanto a sus posibilidades en azufre biogénico esta en función de sus teóricas posibilidades de encontrar en ellas un depósito de tipo bioepigenético en relación con domos evaporíticos diapíricos, bien en la parte superior de estos, en los flancos (rin syncline) o en las zonas con estructura anticlinal que crean estos materiales en sus movimientos halocinéticos. Además estos depósitos deben encontrarse a una profundidad y contexto geológico determinado al objeto de que puedan ser explotados mediante el método Frasch, proceso de extracción con mayor garantía de futuro desde el punto de vista económico y ambiental.

Con esa perspectiva y teniendo en cuenta los parámetros fundamentales para la exploración de este tipo de yacimientos, ya comentados en el apartado 2.3, en el plano nº 1 - Plano Geológico de los sectores con antiguas denuncias e indicios de azufre. Prov. de Valencia - se representan las características geológicas esenciales de los sectores de mayor interés que a continuación se exponen.

#### Área de Estivella

Esta área, constituida esencialmente por materiales triásicos con importantes niveles evaporíticos posee sus máximas posibilidades en aquellos sectores en donde se encuentran fosilizados por terrenos terciarios y cuaternarios que han actuado como selladores del sistema, condición fundamental para dar lugar a la formación de un depósito de azufre elemental del tipo al que nos referimos.

En las zonas en donde los niveles evaporíticos afloran solo existe la posibilidad de encontrar restos de mineralización sin interés económico, ya que el elemento ha sido erosionado u oxidado, si llegó a tener las condiciones adecuadas, previamente, para su formación.

Por otro lado solo existe en el área referencias de una antigua denuncia para azufre, que no se ha detectado en los reconocimientos de campo efectuados, así como ningunos otros parámetros esenciales que denuncian su presencia, por lo que el interés del área lo consideramos muy bajo. Si además se confirmara el carácter no diapírico de los sedimentos triásicos, las zonas recubiertas por materiales terciarios y cuaternarios también perderían su relativo interés.

#### Area de Andilla

Siendo el único sector en donde se ha constatado la presencia de azufre en relación con niveles carbonosos, es el que presenta menor interés de todas las áreas seleccionadas en tanto que no se dan ninguna de las características geológicas adecuada, y si exceptuamos el indicio, sin relación con el tipo de depósitos objetivo de este proyecto, tampoco se han observado otros parámetros indicadores de su posible formación.

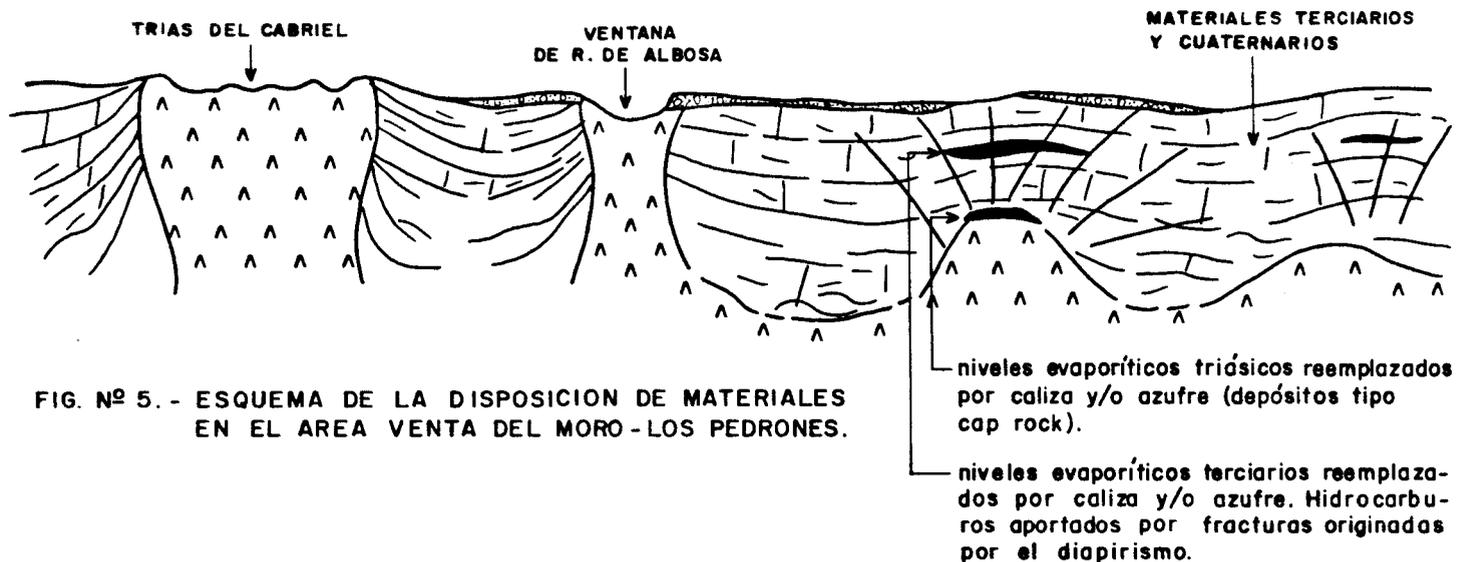
El área esta ocupada por materiales jurásicos esencialmente carbonatados, afectados por una intensa tectónica de fractura por donde eventualmente han podido extruir los niveles evaporíticos triásicos y ser sutituidos posiblemente y parcialmente a caliza y azufre en determinados sectores, por aporte de hidrocarburos. En este caso remoto, el depósito o yacimiento de azufre estaría muy localizado, dificilmente detectable y seguramente sin interés económico.

### Area de Venta del Moro - Los Pedrones

Esta zona, ocupada por materiales terciarios esencialmente, esta confinada al O y S por los límites provinciales de Valencia y Albacete, al N por las Sierras de la Bicuerca y Utiel y al E por la Sierra de las Cabrillas el Martés y La Muela del Albeitar.

El área presenta un contexto litoestratigráfico y estructural en principio favorable para la formación de depósitos de azufre bioepigenético, en aquellos sectores en donde los niveles evaporíticos diapíricos del Triás se encuentren recubiertos o sellados por los materiales suprayacentes. Evidencia de la posibilidad de que estos materiales se presenten bajo los terrenos mio-cuaternarios que rellenan la cuenca, la tenemos en la ventana triásica de la rambla de la Albosa en donde se ubicaron las antiguas denuncias para mineral de azufre.

Los materiales terciarios se estructuran según una sucesión de sinformas y antiformas suaves, motivadas por la disposición del zocalo y/o por el diapirismo de los materiales triásicos, y según una orientación preferencial NO-SE (fig. nº 5). Son estas directrices y sobre todo las coincidentes con áreas de abombamiento, aunque este sea suave, las de mayor interés ya que estas zonas, levemente levantadas, pueden denunciar la presencia de un domo evaporítico diapírico en profundidad. En los sectores en donde los materiales triásicos estan aflorantes no existe posibilidad de encontrar manifestaciones de azufre de interés por lo ya indicado en apartados anteriores, es decir, el  $\text{SH}_2$  o no ha sido atrapado en suficiente tiempo y cantidad para dar lugar por oxidación a azufre elemental o si lo fué, está actualmente erosionado.



Sin embargo en estos niveles si se han observado otros parámetros indicadores de la posible presencia de depósitos de azufre como son los olores fétidos que presentan algunas capas de yeso, que denuncian al menos la presencia o el paso de hidrocarburos de  $\text{SH}_2$  o  $\text{SO}_2$ , niveles de calizas de neoformación, procedentes de la sustitución del yeso, lo que manifiesta que el proceso de formación de azufre biogénico se ha producido al menos en pequeña escala y en determinados sectores, lo que induce a pensar en otras zonas en donde las condiciones sean más apropiadas el proceso se ha podido producir a escala mayor. Asimismo la existencia de manantiales de aguas termales y sulfurosas como son los baños de Fuente Podrida y Los Hervideros, indicadores también de la circulación de  $\text{SH}_2$  y/o  $\text{SO}_2$  necesarios para la formación de azufre.

### Area de Godelleta

Este área limitada al O. por la Sierra de Malacara y el Martés, al S. por la Sierra de dos Aguas, al E. por la línea de la carretera nacional 340 aproximadamente, y al N. por el borde Sur del Plá de Quart, presenta características litoestratigráficas y estructurales similares a las del área anteriormente comentada por lo que su interés es prácticamente igual sobre todo en el sector en donde afloran con mayor potencia y desarrollo lateral los denominados Yesos de Niñerola, entre Monserrat y Picasent, en el sector Sur del área; estos niveles evaporíticos poseen delgadas capas con abundante material orgánica y a veces fuerte olor fétido.

## 3.2. PROVINCIA DE ALICANTE

### 3.2.1. Geología

En esta provincia se encuentra la terminación oriental de la cadena Bética en la península, estando representados los dominios del Prebético y Subbético cuya línea aproximada de separación iría por el N. de la Sierra de Crevillente y llegaría más o menos hasta la ciudad de Alicante, con una orientación general OSO-ENE.

En el plano nº 2 Plano Geológico de los sectores con antiguas denuncias e indicios de azufre. Prov. de Alicante - se han representado de forma sintética los materiales Terciarios, Cretácicos, Jurásicos y Triásicos de la parte central de la provincia, en donde mayores posibilidades existe de encontrar un depósito de azufre de interés, excluyendo los sectores N, NE y S en donde el predominio de elementos mesozoicos y cuaternarios y la ausencia de indicios, les resta interés.

En todos los sectores reconocidos, excepto en el área de la cuenca de Concentaina - Muro de Alcoy, los indicios y antiguas denuncias de azufre estan en relación con los materiales terciarios y triásicos por lo que a ellos se presta mayor atención en la descripción que sigue.

### 3.2.1.1. Litoestratigrafía

En la zona intermedia de la provincia afloran materiales pertenecientes a la zona Subbética si bien estos estan restringidos a la Sierra de Crevillente y la de Elche presentando una intensa tectonización. Las facies Prebéticas se encuentran bien representadas en la parte N., correspondiendo a las facies del Prebético interno.

#### Triásico

Tanto el Triásico del dominio Subbético como del Prebético se presenta con facies similares al Trías germánico que aflora ampliamente en la Cordillera Ibérica pero con mayor abundancia de margas y arcillas que le confiere un aspecto ligeramente distinto por lo que se le ha denominado Trías germano-andaluz.

Los materiales son bastante plásticos por lo que en general han servido de niveles de despeque, extruyendo a traves de fallas hasta la superficie topográfica como ocurre en la región de Aspe-Novelda y en el Valle del Vinalopó.

Estos materiales han jugado un papel importante en la geometría de la cuenca de sedimentación post-triásica al originar, el diapirismo, altos fondos, que son los causantes de variaciones de facies y espesor en los materiales cretácicos y terciarios especialmente.

Las series del Triásico se presentan, por tanto, muy incompletas debido a su comportamiento tectónico.

- Buntsandstein: Se cita su presencia en la hoja de Elda y pequeños afloramientos al N. de Sax, en los que se observan areniscas rojas con cantos de cuarcitas. En la región de Agost también se señala su presencia en facies areno-arcillosas. Los tramos superiores arcillosos y evaporíticos suelen estar ausentes.
- Muschelkalk. En general se presenta mezclado entre la masa arcillo-evaporítica del Keuper en donde se encuentran bloques calcareos o dolomíticos. En el área de Agost, diversos autores, señalan la presencia de dos barras calcareas pertenecientes a esta Serie, con una intercalación detrítica.
- Keuper: Presenta las litofacies típicas de arcillas y margas de colores abigarrados, rojos, verde, amarillos y negros con intercalaciones de potentes bancos de yesos masivos.

### Jurásico

El Jurásico del dominio Subbético se encuentra representado en la Sierra de Crevillente, Muela de Novelda y Altos de Verdún, el resto de afloramientos pertenecientes al Prebético son escasos, limitándose a masas perforadas o núcleos extruidos por los materiales triásicos. Sus términos son esencialmente calizos y dolomíticos.

## Cretácico

Las litofacies del Cretácico del Prebético de Alicante son muy monótonas pudiéndose agrupar en tres conjuntos superpuestos de edad Neocomiense-Barremiense, Aptiense-Albiense y Cenomaniense-Senoniense.

Las litologías dominantes de estos tres conjuntos son para la unidad inferior, de calizas arenosas y facies margosas de tipo flichoides hacia el techo. El conjunto intermedio presenta unas litofacies muy monótonas de margas y margocalizas en serie rítmicas. El conjunto superior se presenta en forma de carbonatos detríticos, dolomías y calizas dolomíticas para culminar con facies claramente calizas.

El Cretácico del Subbético está representado por un conjunto de margas y margocalizas blancas con abundantes ammonites piritizados de edad Neocomiense-Barreniense y un conjunto superior de edad Albiense y Senoniense constituido por calizas margosas.

Existen cuatro formaciones definidas para el entorno del Subbético, de abajo a arriba son:

Cretácico inferior: Form. Miravets: Calizas micríticas.

Form. Argos: Calcilutitas y margas.

Cretácico Sup. \_

Eoceno inferior: Form. Represesa: Calcilutitas grises de tonos verdosos.

Form. Quipar - Jorquera: Alternancia de calcilutitas y calizas margosas de tonos grises y ocreos.

## Terciario

Paleógeno: Los depósitos del Paleoceno están representados por una alternancia flyschoides de margas y calizas con un espesor muy reducido.

Eoceno: Comienza por una sucesión de arcillas y margas verdosas sobre las que se disponen dos tipos de facies. Un conjunto de materiales calcáreos y otro margoso formado por margas y calizas grises. El primer conjunto corresponde a un medio de tipo pararrecifal y el segundo a un medio de deposición más profundo.

Oligoceno: La parte inferior está formada por calizas nummulíticas y conglomerados basales sobre los que se apoyan calizas con niveles de margas. En cambio lateral de los sedimentos anteriores se pueden presentar una sucesión de materiales en facies Flysch formados por la alternancia de margas, areniscas y calizas margosas de tonos ocres. En el N. de la provincia existen afloramientos oligocenos en facies continental que se caracterizan por la presencia de conglomerados de tonos rojos y salmón así como arcillas de los mismos colores.

## Neógeno - Cuaternario

La estratigrafía del Neógeno presenta problemas debidos a los cambios de facies, así como a las discordancias internas y falta de datos paleontológicos.

Mioceno: La base está constituida por un tramo calcáreo denominado "Calizas de Algas y Amphis-  
teginas" y "Calizas con Lepidocyclinas". Sobre estos materiales se desarrolla una serie margosa, de tonos blancos, con algunas intercalaciones de

calizas y calcarenitas. Sobre este conjunto se presenta el Mioceno basal propiamente dicho, constituido por calizas detríticas y microconglomerados con "cantos blandos", cuarzos y jacintos. Esta unidad presenta variaciones laterales apareciendo en otros casos, calizas margosas y margas arenosas y fétidas.

La barra de "Calizas con Algas y Amphisteginas" puede aparecer intercalada entre los materiales del Mioceno basal y las margas de edad Burdigaliense - Helvetiense o "Tap-1" que afloran en amplias zonas con una potencia superior a los 300 m. Se le conoce como Tap-Langhiense para distinguirla del Tap-Serravaliense o "Tap-2".

Calizas biodetríticas o "Transgresión Serravalliense"; con estos nombres se designa la barra de calizas biodetríticas que corta en discordancia a las margas del Tap-1. Estos materiales tienen edades comprendidas entre el Langhiense superior y el Serravalliense, presentando un espesor variable entre 2 y 50 m.

A partir de estos niveles el resto del Neógeno, desde el Serravalliense hasta el Messiniense-Cuaternario, se estructura en unidades tectosedimentarias (UTS), de esta manera en el sector de Pinoso la unidad Serravaliense-Tortonense 1 está representada por margas blancas, calizas arenosas, arcillas y conglomerados, en el sector de Sax-Castalla-Ibi, es fundamentalmente detrítica con grandes cambios de facies y potencia, constituida por biomicritas, conglomerados e intercalaciones de arcillas y margas y en el sector de Alcoy-Planes se encuentra muy poco representada por medio de calizas detríticas, areniscas, conglomerados y margas.

El Tortoniense 2 - Messiniense 1 esta constituido por margas verdosas y amarillentas con interclaciones detriticas a modo de lentejones correspondientes a biomicritas y areniscas calcareas. A esta unidad se atribuyen los niveles evaporiticos que afloran entre Elda y Sax asi como un conjunto de margas y lutitas con niveles carbonosos que aparece en las proximidades de Planes, en el sector NE de la cuenca.

El Messiniense 2 - Plioceno 1 presenta también grandes variaciones de facies y potencias, estando incluso ausente en muchos sectores, así en el centro de la cuenca está constituido por calcirruditas y calizas lacustres con gasterópodos de agua dulce, mientras que en el sector oriental aparecen margas arenosas verdosas y niveles de lignito.

El Plioceno 2 - Pleistoceno 1 presenta también una gran variedad y esta constituido esencialmente por arcillas limo-arenosas rojas, conglomerados (halos diapíricos), calizas de color gris y areniscas.

El Pleistoceno 2 - Actual esta formado por los materiales que conforman las terrazas, costras calcareas, conos de deyección y depósitos de ladera.

#### 3.2.1.2. Rasgos estructurales

Desde el puntos de vista litoestratigráfico y tectónico la zona presenta características apropiadas para que en determinados sectores se haya podido formar un depósito de azufre nativo de interés, esencialmente porque existen niveles evaporiticos en diferentes tramos de las series que la ocupan y parte de los materiales han tenido un comportamiento diapírico en sucesivos momentos de la historia geológica, desde al menos el Albiense hasta incluso la actualidad.

La zona seleccionada en el plano nº 2, ocupada esencialmente por materiales del Prebético externo, al N. de una línea imaginaria Sax-Ibi, del Prebético interno, al Sur de dicha línea y del dominio Subbético, se estructura como una plataforma afectada por grandes fallas a modo de teclas de piano.

Si bien la directriz general de la estructura es NE-SO, paralela a las direcciones regionales de la Bética, existen otras alineaciones anómalas casi ortogonales, motivadas posiblemente por la tectónica de fractura y por el comportamiento diapírico de los materiales triásicos especialmente de facies Keuper. A este respecto nos encontramos el denominado - diapiro de Pinoso - como uno de los domos evaporíticos más característicos de la península.

Este domo al igual que otros afloramientos triásicos que aparecen en la zona, como por ejemplo, Sax, Cati, Castalla esencialmente, parece presentarse alineado según la directriz principal NE-SO, de entre las que cabe destacar la denominada, alineación anticlinal diapírica de Sax-Castalla-Ibi, cuyo eje pasaría aproximadamente por Pinoso, Hondon, Sax hasta Castalla, en donde parece sufrir un desplazamiento hacia el Sur, continuando hacia el NE hasta las proximidades de Gorga y Benimasol, en el extremo nororiental de la zona.

Los desplazamientos sufridos por las alineaciones NE-SO han podido ser causados por accidentes de gran envergadura en direcciones casi perpendiculares a las ya mencionadas, es decir NO-SE, fracturas por donde se inyerta también el Triás constituyendo actualmente grandes afloramientos en esa dirección como el de Villena - Sax - Elda-Novelda - Aspe, así como el del río Verde - Monnegre - Seco.

Estos accidentes parecen haber jugado también como diapiros precoces, constituyendo altos fondos a distintos

niveles, es decir su génesis es debida, en origen, a un efecto diapírico evolucionando a fallas de transformación por donde los materiales plásticos del Keuper aprovechan para extruir.

Los materiales de estos afloramientos dominan esencialmente en la mitad occidental de la zona y constituyen el substrato sobre el que parecen flotar una serie de afloramientos, sobre todo terciarios.

Los principales impulsos halocinéticos parecen haber tenido lugar precozmente ya que faltan potentes series del Jurásico y Cretácico inferior y medio, en esta edad es posible que los materiales triásicos estuvieran próximos a la superficie. Durante el infratortoniense los materiales plásticos presentan nuevamente una gran actividad así como en el Plioceno.

En general los movimientos halocinéticos se producen de forma continuada desde el pre-albiense hasta la actualidad, con fases más activas en los momentos señalados y que parecen influir de forma decisiva en la situación de los depósitos de azufre, la mayor parte de ellos ubicados entre el Tortoniense y el Plioceno, a escala mundial.

### 3.2.2. Minería

Al contrario de lo que ocurre para la provincia de Valencia, de Alicante si existen referencias bibliográficas acerca de indicios de azufre elemental, debidas a Jimenez Cisneros y a S. Calderon, datos recogidos en publicaciones de estos autores, a principios de siglo.

Así por ejemplo en el Boletín de la Soc. Esp. de Historia Natural (1905) Jimenez de Cisneros describe un pequeño yacimiento en las proximidades de Petrel, consti-

tuido por lo que él llama "un filón de un metro de espesor, entre capas de yeso y margas, con azufre en su centro, asociado a cristales de celestina".

Por otra parte, este mismo autor indica la presencia de azufre nativo en otros puntos de la provincia de Alicante, siempre en pequeña cantidad y asociado a celestina y/o baritocelstina. De esta manera y describiendo la mineralización de sulfato de estroncio que encuentra en las proximidades del Vuelo del Aguila en el término de San Vicente de Raspeig indica "... se hayan hecho registros mineros y en uno de ellos se han encontrado pequeñas porciones de azufre, acompañado de yeso laminar y fibroso y celestina..."

Asimismo en el Mapa Metalogenético de España a escala 1:200.000 se señalan otros indicios de azufre al E. de San Vicente de Raspeig en las proximidades de Sierra Mediana, al N. de Elda, entre esta población y Sax, si bien pensamos que este indicio corresponde al que Jimenez de Cisneros denomina Petrel y ubica en las proximidades de la partida de Cati, al menos a 5 Kms. al E. de donde lo sitúa el Mapa Metalogenético. También se señala otro indicio al N. de Sax así como el del Vuelo del Aguila. Exceptuando el de Cati, el cual se señala como estratiforme, de los restantes no se indican sus características principales, solo que tal como describía Jimenez de Cisneros, el azufre se encuentra asociado con celestina o minerales de estroncio.

Estos indicios así como las antiguas denuncias para mineral de azufre, recopiladas en la Jefatura de Minas de Alicante, han sido reconocidos en campo, constatándose la coincidencia de la ubicación de las denuncias con las manifestaciones de azufre señaladas en el Mapa Metalogenético, excepto en el sector de Planes, al NE de la zona, en donde la presencia de azufre ha sido puesta de manifiesto por las

investigaciones llevadas a cabo por el ITGE para lignitos en ese sector de la cuenca de Alcoy.

### 3.2.2.1. Revisión del Catastro Minero

En la provincia de Alicante, las antiguas denuncias para mineral de azufre que figuran en la Jefatura de Minas de dicha ciudad, son las siguientes:

- 1º - Nombre: Maria Consuelo  
Nº de registro: 740  
Mineral: Azufre  
Municipio: Sax  
Paraje: Los Prados  
Peticionario: Pascual Pardo Jimeno  
Solicitud: 26 de Agosto de 1889
  
- 2º - Nombre: Santa margarita  
Nº de registro: 877  
Mineral: Azufre  
Municipio: Villena  
Peticionario: Emilia Herault

Estas dos antiguas denuncias, actualmente caducadas se ubican, muy proximas entre si, al N de Sax, entre este pueblo y el de Santa Eulalia, coincidiendo con un indicio de azufre, que en ese sector, situa el Mapa Metalogenético a escala 1:200.000.

Sobre materiales triásicos de facies Keuper parcialmente recubiertos por elementos del Plioceno-Cuaternario. No se observó mineral in situ ni antiguas labores para reconocimiento o explotación de azufre biogénico.

- 3º - Nombre: Tobilo  
 Nº de registro: 1770  
 Mineral: Azufre  
 Municipio: Petrel  
 Paraje: Solana de Matá o Catí  
 Peticionario: Enrique Ravello Mathet  
 Solicitud: 18 de Septiembre de 1916
- 4º - Nombre: Ampliación de Tobilo  
 Nº de registro: 1823  
 Mineral: Azufre  
 Municipio: Petrel  
 Paraje: Solana de Matá o Cati  
 Peticionario: Gabriel Ravello Sánchez  
 Solicitud: 25 de Junio de 1918

Estas dos denuncias corresponden al indicio que ya señalaba Jimenez de Cisneros al NE de Petrel en el pasaje de Cati. Es en el único sector de los señalados por el Mapa Metalogenético y por las antiguas denuncias, en donde existen aun restos de antiguas labores de explotación de azufre, habiendose observado un nivel mineralizado en niveles evaporíticos de la facies Keuper en contacto con calcarenitas terciarias.

Se situa en un afloramiento triásico (Keuper) aislado que se presenta entre los materiales cretácicos del borde de la Sierra del Cid y los terciarios del Maigmo.

- 5º - Nombre: San Jaime  
 Nº de Registro: 2310  
 Mineral: Azufre  
 Municipio: Biar  
 Paraje: Barranco del Infierno - Argüeña  
 Peticionario: Jaime Más Albiñana  
 Solicitud: 16 de Septiembre de 1964

Esta antigua denuncia se ubica próxima a la carretera de Sax a Castalla, hacia la mitad del recorrido, en un afloramiento triásico de facies Keuper en donde se enclavan actualmente unas canteras para explotación de arcillas. Este afloramiento de materiales arcillosos y yesíferos se encuentra prácticamente en el considerado como eje diapírico de Pinoso - Sax - Castalla, aflorando el Triás a modo de "ventana" rodeado de terrenos terciarios y cuaternarios.

En el Plan de investigación que figura en la documentación de la Jefatura de Minas, se señala la existencia de cuatro pocillos de 1 m. de diámetro y 10 m. de profundidad y una galería de 20 m. de longitud, realizados manualmente.

En el reconocimiento de campo efectuado se detectó unos de estos pocillos así como la entrada de la galería, actualmente inaccesible. No se vio azufre biogénico.

La renuncia al permiso se produjo el 18 de mayo de 1967.

6º           -    Nombre: San Vicente  
                  Nº de registro: 2105  
                  Mineral: Azufre  
                  Municipio: Orihuela  
                  Paraje: Barranco de las Rocas  
                  Peticionario: Pedro Cremós Lizarralde  
                  Solicitud: 10 de Septiembre de 1935

Esta antigua denuncia, actualmente caducada, no pudo ser localizada en el terreno.

Todas las denuncias existentes se encuentran, al igual que en la provincia de Valencia, en la actualidad canceladas y caducadas, o en trámite de paso a esa situa-

ción. En ocasiones no se llegaron a demarcar, por los técnicos de la Jefatura de Minas, al renunciar los peticionarios al permiso antes de su demarcación o al no pagar los cánones estipulados.

Existe un permiso de investigación activo para bario y/o estroncio en esta provincia de Alicante. Minerales relacionados con el azufre y que de hecho engloba los dos sectores del municipio de San Vicente de Raspeig en donde Jimenez de Cisneros y el Mapa Metalogenético señalan la presencia de azufre con celestina y/o baritocelastina, son los sectores de Vuelo del Aguila y de Sierra Mediana.

- Nombre: Melibea (300 cuadrículas)
- Nº de registro:
- Mineral: bario y/o estroncio
- Municipios: Alicante, Elche, Crevillente, Aspe, Monforte del Cid.
- Peticionario: Estevez Rubio; Pina Gonzalez
- Punto de Partida: Long 0º, 49', 20".
- Lat.38º, 17', 40"

Todas las denuncias e indicios explorados, exceptuando los de San Vicente de Raspeig, se encuentran ubicados en materiales triásicos concretamente de facies Keuper y dentro de las grandes alineaciones diapíricas o grandes accidentes por donde el Trías extruye. Cuando se ha visto mineralización, como en el caso del indicio de Catí, está en relación o en el contacto de materiales carbonatados terciarios con los triásicos mediante facturas importantes, con componente tangencial.

### 3.2.2.2. Revisión de indicios

#### Santa Eulalia

En el sector reconocido se ubican las antiguas denuncias para mineral de azufre n°s 740 y 877, así como el indicio n° 12 del Mapa Metalogenético a escala 1:200.000 n° 72 (Elche).

El área se sitúa muy próxima a la población de Santa Eulalia, entre Sax y Villena, constituida esencialmente por materiales triásicos de facies Keuper, arcillas, margas y yesos de varios colores y restos de margo-calizas laminadas y calizas oscuras posiblemente pertenecientes al Muschelkalk, constituyendo algunos de los relieves dominantes.

Este afloramiento triásico se encuentra dentro de la zona de intersección de dos grandes alineaciones estructurales diapíricas, el eje Pinoso - Sax - Castalla y el gran accidente NO-SE, casi ortogonal al anterior, por el que extruye el Trias en casi toda su longitud máxima, de Villena -Sax - Elda - Novelda - Aspe.

El área reconocida presenta en general una topografía plana estando el Trias parcialmente recubierto de materiales limo-arcillosos cuaternarios, en donde se han encontrado los únicos indicios de actividad minera pasada. Se tratan de varios pocillos de 1 a 3 m. de profundidad, así como pequeñas calicatas y rozas, realizados muy próximos unos de otros, en un área de 50 Ha aproximadamente, y, que al parecer explotaron una capa de turba de 50 cm. de espesor máximo, que se presenta a muro de un nivel calizo (manglar) irregular, con una potencia no superior a 1 m. y entre niveles de limos y arcillas amarillo-rojizas.

No se encontraron niveles mineralizados en azufre biogénico ni restos de antiguas labores de exploración ó explotación para este mineral.

### Biar

A unos 3 Km. aproximadamente al Sur de la población de Biar se situa la antigua denuncia para mineral de azufre nº 2310, muy proxima al Km. 27 de la carretera de Sax a Castalla. En este sector el Mapa Metalogenético no señala indicio alguno.

El área esta ocupada por materiales triásicos de facies Keuper, que afloran a modo de una ventana tectónica, rodeados por terrenos miocénicos y cuaternarios.

Este asomo triásico sería un pequeño representante en superficie del posible Triás extruido o inyectado a lo largo del eje estructural diapírico de Pinoso-Sax-Castalla, de dirección general bética, NE-SO.

En el sector, el Triás de facies Keuper está constituido por arcillas y margas verdes, rojas y ocres con niveles de yesos a techo, constituyendo las partes apicales de la estructura. Estos materiales estan recubiertos por calizas detríticas con cantos blandos de arcilla verde y presentan abundante pirolusita. Entre los materiales triásico y carbonatados del Terciario aparecen, a veces, facies conglomeráticas canalizadas.

En el lugar de la antigua denuncia se observó un pozo de más de 30 m. de profundidad con agua a ese nivel y 1 m. de diámetro, emboquillado en las calizas detríticas. Asimismo existe actualmente un socavon, con al menos 15 m. de longitud, cuya boca se encuentra parcialmente obstruida, en el contacto entre los materiales triásicos y terciarios.

También existen hasta 4 galerías, excavadas en los materiales terciarios (calcarenitas) en perfecto estado de conservación, y con direcciones N60°E, N90°E, N70°E y N-130°E, , separadas unos escasos metros unas de otras. El reconocimiento detallado de una de ellas, de 70 m. de longitud, no proporcionó datos para siquiera deducir el objetivo de su realización. Podrían tratarse, al menos las galerías excavadas en las calizas detríticas, muy próximas al contacto con los materiales, más impermeables, triásicos, de labores para captación de agua, sin embargo llama la atención el nº de galerías efectuadas y la proximidad entre ellas.

No se observaron indicios de azufre biogénico ni in situ ni en las escombreras, así como tampoco en los niveles de yeso del Trias, los cuales eventualmente presentan una ligera sustitución a caliza.

Por otra parte, los niveles yesíferos no son muy abundantes, ni potentes, presentándose solamente a techo de la serie del Keuper, recubierto en este sector por materiales terciarios permeables.

#### San Vicente de Raspeig

Al N. de esta población en las inmediaciones del Vuelo del Aguila y al E, en las laderas orientales de Sierra Mediana, Jimenez de Cisneros (1908-1910) cita la presencia de "pequeñas porciones de azufre, acompañado de yeso laminar y fibroso". Esta mención de azufre la realiza en la publicación \_ La Celestina del Vuelo del Aguila en el término de San Vicente de Raspeig (Alicante) (1908) - en la que se dedica especialmente a la mineralización de sulfato de estroncio que se presenta en el Aptense de las inmediaciones del Vuelo del Aguila y más particularmente en las laderas del Cabezo de Gonzalez, comparandola con la que se

presenta en el Raio de Seva, al NO del Cabezó y los depósitos de las laderas NE de Sierra Mediana, si bien en este sector del Vuelo del Aguila, la celestina esta "penetrada" por ocre rojo, circunstancia que no aprecia en los otros yacimientos del mismo mineral en esta provincia.

En estos sectores el Mapa Metalogenético situa dos indicios de estroncio con azufre subordinado, sin embargo no existen denuncias antiguas para este mineral, estando actualmente ocupado por el permiso de investigación activo para bario y/o estroncio denominado Melibea (3.2.2.1).

La relación existente entre estos elementos, bario, estroncio y azufre así como la mención de este último en la bibliografía antigua en el sector del Aguila, nos llevó al reconocimiento en campo de estos sectores.

El contexto geológico en ambos sectores es similar, tanto en el sector o pasillo que va desde Rebolledo hasta El Saladar (E. de Sierra Mediana), limitado por la Sierra de Foncalent al SE y Sierra Mediana al NO como en la alineación de Loma Redonda, El Tosalreo y Bec del Aguila (Pico o Vuelo del Aguila), los materiales cretácicos, esencialmente desde el Barremiense hasta el Turoniense, se encuentran extruidos por los triásicos, fundamentalmente de facies Keuper, que aprovechando facturas distensivas han ascendido hasta la superficie. Tanto en el sector de Rebolledo (Ermita de Rebolledo) como al NE de Sierra Mediana, los materiales triásicos rompiendo en calizas y margas cretáceas han motivado y/o reactivado, una intensa red de fracturas parcialmente rellenas de calcita y/o celestina, formando estas sustancias pequeños filoncillos irregulares, de escasa extensión lateral y potencias inferiores a 10 cm. Al NE de Sierra Mediana los materiales del Barremiense-Aptiense constituidos por una alternancia de calizas, de 10 a 20 cm. de espesor, y margas gris-verdosas, a veces algo

bituminosas, en capas de 30 a 40 cm., se presentan también fracturados, si bien en menor intensidad que en el sector de Rebolledo, con filones centimétricos rellenos de calcita, esencialmente con directrices N170°E.

Los materiales del probable Albiense inferior, constituido por una serie de flychoide de capas de margas y margocalizas grises, algo bituminosas, con fractura concoide, con intercalaciones de calizas en bancos centimétricos, poseen también filones de calcita y/o celestina de hasta 10 cm. de potencia. Esta serie se encuentra recubierta por un glacis conglomerático.

Por otro lado, el área del Bec del Aguila - Sabinar - Tosalreo, en donde se ubican las antiguas explotaciones para ocres rojos, en las que Jimenez de Cisneros cita la mineralización de estroncio y azufre subordinado, esta ocupada por materiales, pertenecientes al Albiense sup.-Cenomaniense, de calizas y margas arenosas calcarenitas y calizas areniscosas, afectadas por una intensa red de fracturas de entre las que destacan las de dirección N-S, N30°-50°E y N120-140°E. Las estructuras discontinuas norteadas, en general N170°-180° presentan una componente de cizalla dextra importante, pudiendo ser las causantes de las de dirección N30-50°E en donde se encuentra la mineralización de ocres con, a veces, cristales de celestina.

En los reconocimientos efectuados por todos estos sectores no se observó en ningún nivel mineralización de azufre biogénico. Si existe, estaría en relación con los afloramientos triásicos inyectados a través de las fracturas mencionadas, o en el mejor de los casos interestratificados (estrato - ligados). En cualquier caso los materiales selladores para atrapar el SH<sub>2</sub> en la suficiente cantidad y tiempo, no son muy apropiados ya que en general poseen una gran permeabilidad primaria y adquirida por la intensa

fracturación, por lo que de encontrar mineralización de azufre biogénico este estaría ligado a zonas de fractura y/o juntas de estratificación y además en cantidades menores sin interés económico.

### Petrel (Catí)

En el sector denominado - Solana de Cati - coinciden la situación de antiguas denuncias para mineral de azufre, n°s 1770 y 1823, así como referencias bibliográficas, debidas a Jimenez de Cisneros, sobre la presencia de este elemento. Este autor cita al respecto: "el pequeño yacimiento de Petrel.. forma un filon de 1 m. de grosor entre capas de yeso y margas con azufre en su centro, asociado a cristales de celestina". Lo compara al depósito de Perticara en Sicilia.

En el Mapa Metalogenético a escala 1:200.000 (n° 72) se sitúa un indicio de azufre, estratiforme, al N. de Elda, con el número 14. Creemos que este indicio puede corresponder al encontrado en la Solana de Cati, desplazada su situación exacta, en este mapa, unos 7 Km. al O.

El acceso a las antiguas labores se realiza desde Petrel tomando la carretera comarcal en dirección a Catí, en las proximidades de la Residencia de TV y por una pista forestal hacia el Sur, hay que llegar hasta la denominada Casa de la Administración y de esta a la Ermita de la Rabosa, a unos 1000 m. al SO de esta se encuentran los restos de las antiguas labores.

Actualmente se aprecian dos pozos, uno de ellos revestido de fabrica, de 1 m. de diámetro y 20 m., al menos de profundidad, y, el otro de más de 2 m. de diámetro y relleno hasta los 5 m. de la superficie. Inmediatamente a cota inferior un plano inclinado y más abajo dos galerías

horizontales hundidas. Todas las labores se alinean en el contacto de los materiales triásicos de facies keuper con las calizas detríticas (biocalcarenitas) terciarias, contacto que se realiza mediante una falla normal de dirección N120°E verticalizada, buzando 70-80° al SO.

Las labores se encuentran realizadas en los materiales triásicos, constituidos por arcillas verdes y rojas y niveles de yeso blanco y negro, muy caóticos y claramente diapíricos o extrusivos.

La mineralización se encuentra en un nivel de yeso de casi 2 m. de espesor que ha sido sustituido, en una proporción a veces superior al 40%, por caliza y azufre elemental, verde-amarillento. Este nivel se encuentra justo en el contacto con las biocalcarenitas con ostreas, no habiéndose observado sustitución en ellas. El tramo de arcillas y yesos del Keuper se encuentran fuertemente tectonizado en unos 5 m. a partir del plano de falla de las biocalcarenitas, presentandose numerosas y pequeñas fracturas y diaclasas de tensión, sobre todo en los niveles evaporíticos, rellenas de calcita y/o celestina, formando cristales que han crecido desde las paredes de la fractura hacia el interior de esta.

La distancia entre las labores más noroccidentales y las surorientales es al menos de 250 m.

En el plano n° 5 adjunto se representa el esquema geológico del sector. En el se aprecian los materiales de facies Keuper que han extruido aprovechamiento la red de fracturas, esencialmente la falla extensiva NE-SO, posiblemente originada a partir de las grandes estructuras discontinuas o fallas de dirección NO-SE con importante componente de desgarre (cizalla). El Triás aprovecha también estas otras fracturas para extruir, así como posiblemente los

hidrocarburos necesarios para dar lugar a la sustitución de los niveles evaporíticos, en caliza y azufre, como en el caso del indicio que nos ocupa.

En los reconocimientos efectuados sobre los materiales triásicos no se ha visto ningún otro nivel de yeso que presentara metasomatismo, es decir, ni siquiera una leve sustitución a caliza y/o azufre, lo que parece indicar que el aporte de hidrocarburos se realizó esencialmente a través y en proximidad a la zona de fractura, formandose al azufre en una fase en donde los niveles evaporíticos estuviesen sellados por materiales impermeables, tanto a techo y muro como lateralmente.

Lo anterior nos lleva a considerar como sectores con mayores posibilidades aquellos en donde las fracturas, esencialmente las de dirección NO-SE, se encuentren fosilizadas por materiales más recientes, fundamentalmente pliocenos, como puede ocurrir en el área del barranco de las Quinquilleras y de la Paradita (Plano nº 5), constituidos esencialmente por margas blancas impermeables, y, según la hipótesis que se representa en el esquema de la figura nº 6.

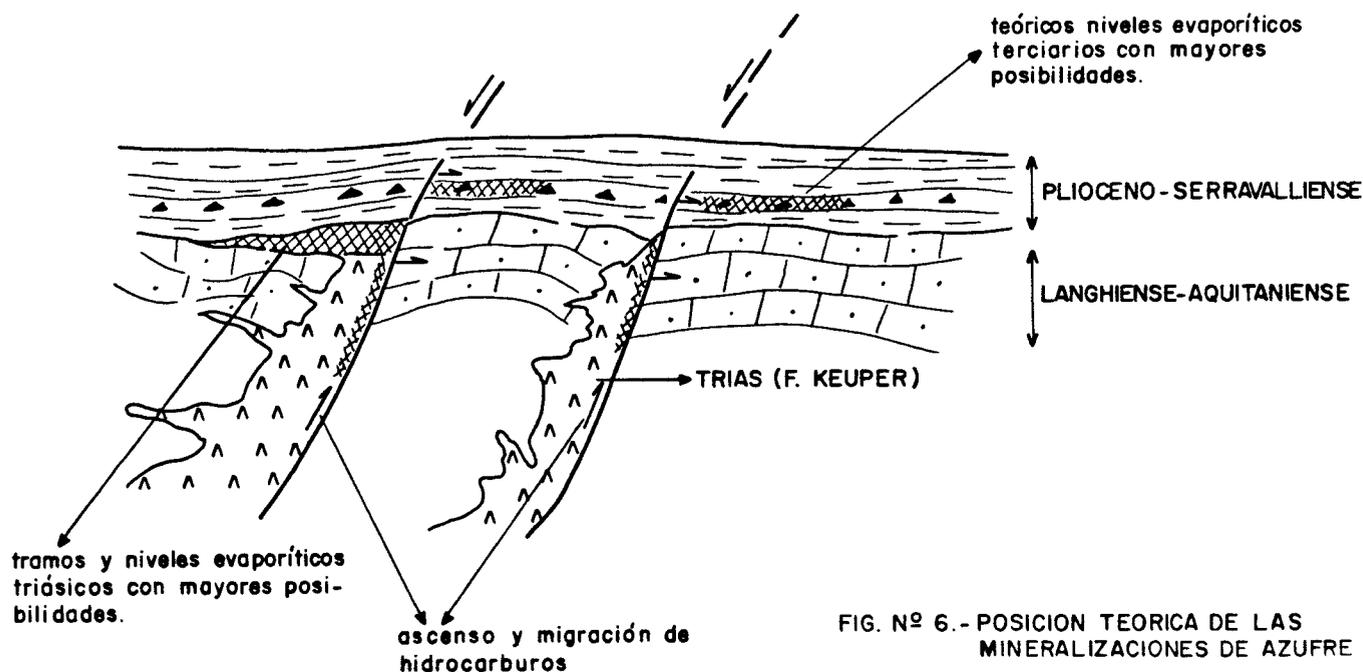


FIG. Nº 6.- POSICION TEORICA DE LAS MINERALIZACIONES DE AZUFRE

Existe otro factor importante a considerar como es el olor fétido que presentan los materiales del Langhiense-Serravalliense, especialmente las calcarenitas, en todo el sector. Esto evidencia el contenido o la migración de hidrocarburos y/o al menos  $\text{SH}_2$  por estos materiales. Esto puede interpretarse, al menos, de dos maneras, o que han sido impregnadas, vía fracturas, tal como se esquematiza en la figura n° 6 o bien que han sido estos materiales los que lateralmente han aportado estos compuestos, resultando, por tanto, sustituidos solo los niveles evaporíticos más próximos a las zonas de fractura ya que las arcillas impermeables que sellan estos niveles evitan la continuación de la migración lateral de los hidrocarburos y/o  $\text{SH}_2$  (figura n° 7).

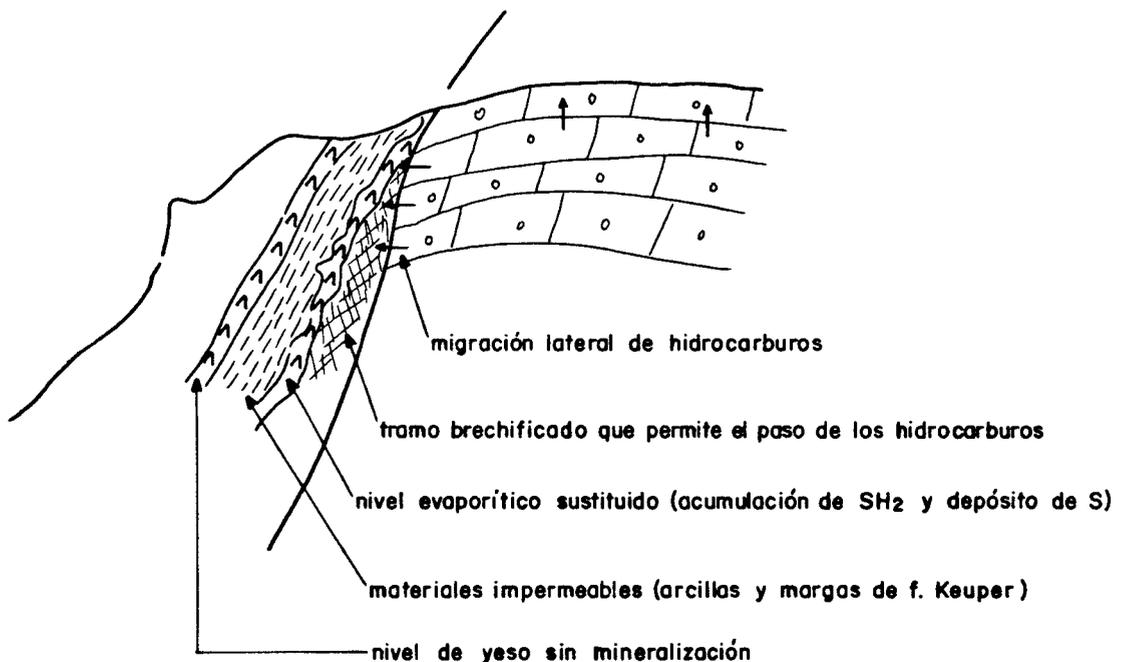


FIG. N° 7. - HIPOTESIS SOBRE EL ORIGEN DEL AZUFRE BIOGENICO DE CATI.

Lo anterior reduce las posibilidades de encontrar mineralización a solamente las alineaciones de fracturación, por lo que encontrar un depósito de azufre de interés económico sería bastante más hipotético.

En cualquier caso, tanto los hidrocarburos hayan viajado vías fracturas o por migración vertical y lateral aprovechando la porosidad primaria de los materiales, las posibilidades de encontrar mineralizaciones de azufre en los materiales del Mioceno Superior - Plioceno, se mantienen, siempre que estos posean niveles evaporíticos de estimable potencia. En el sector de Catí no se han observado tramos yesíferos ni la bibliografía geológica los cita. Sin embargo se observa una serie evaporítica, de edad posiblemente Tortoniense, en el corte de la carretera de Sax a Elda, por lo que es posible que también puedan presentarse bajo los materiales Pliocenos que rellenan la cuenca del Barranco de las Quinquilleras - Paradita.

### Planes

La mineralización de azufre nativo encontrada en las proximidades de esta localidad lo ha sido como consecuencia de los trabajos de exploración que el ITGE lleva a cabo en la cuenca neógena de Alcoy - Concentaina - Muro de Alcoy, para lignitos.

Existían vagas referencias bibliográficas acerca de la presencia de este mineral en las proximidades de dicha localidad, debidas a S. Calderon y en su libro - Los minerales de España - cita "azufre masivo en el municipio de Planes" sin aportar otro tipo de información. Asimismo en los mapas topográficos existen denominaciones que hacen referencia a este elemento como por ejemplo: barranco del Azufre y Cerro del Azufre.

Los reconocimientos de campo e indagaciones a los habitantes de esos parajes nunca dieron resultado positivo en cuanto a detectar u obtener información de este mineral, como por otra parte, los niveles de lignito que en esa cuenca se presentan, poseen en algunos casos una importante cantidad de azufre, se pensó que esa sería la causa de las denominaciones del barranco y cerro. Sin embargo en uno de los sondeos realizados para la investigación de los niveles lignitíferos se cortó la mineralización en los siguientes tramos, a partir de la superficie:

- 85 - 86 m.      Azufre diseminado en nódulos y rellenando fisuras. Tramo de margas arenosas grises.
- 93 - 94 m.      Azufre diseminado en margas gris-verdosas con elementos volcánicos.
- 99 - 107 m.     Azufre nativo diseminado rellenando fisuras y huecos en margas y margas limoarenosas gris-verdes con niveles de lignito a la base.
- 118,50 -  
121,50            Azufre nativo diseminado rellenando huecos y fisuras en margas gris-verdosas a la base de los niveles lignitíferos.
- 140 - 141 m.    Azufre nativo rellenando fisuras en margas gris-verdosas con pasadas limo-arenosas.
- 143,50 -  
145 m.            Igual al anterior.

Los niveles con azufre se sitúan en los materiales margosos, a veces con pasadas limosas y arenosas, tanto a techo como a la base de los paquete lignitíferos de la

unidad Messiniense 2- Plioceno 1 en su facies lacustre. Llamam la atención dos hechos importantes como son, la ausencia de niveles evaporíticos a los cuales siempre se encuentra ligado el azufre biogénico y la forma de presentarse la mineralización, rellorando pequeños huecos y fisuras de los materiales margosos, los cuales si bien no son totalmente impermeables tampoco presenta características adecuadas como trampa del  $\text{SH}_2$ , en todo caso sí como selladores del sistema. Estas características nos inducen a pensar que el origen de esta mineralización no sea biogénica, o al menos bioepigenética, si no biosingénica ya que el medio sedimentario es propicio para ello, suponiendo que el lago fuese invadido periódicamente por las aguas del mar que aportara sulfatos en la suficiente cantidad, para que en un ambiente euxínico y en presencia de metano biogénico fuesen reducidos y posteriormente oxidado, el  $\text{SH}_2$  resultante, con la consiguiente deposición del azufre.

Ejemplo de medios lacustre y lagoonales, en donde se han formado importantes niveles de azufre, han sido citados por diversos especialistas en esta materia como Ivanov (1968) y Nisembaum y Kaplan (1966) esencialmente. En este tipo de depósitos la materia orgánica y la acción microbiológica adquieren un carácter fundamental para provocar los procesos de oxidación y reducción que dan lugar al azufre.

### 3.2.3. Areas de interés

Con miras al objetivo esencial ya expuesto en el apartado 3.1.3. al referirnos a la provincia de Valencia, en la de Alicante el área de mayor interés es aquella conformada por los sectores próximos al eje Pinoso - Sax - Castalla, probable alineación estructural diapírica en donde pueden existir domos evaporíticos en profundidad, recubiertos por materiales terciarios, y, en cuyas partes apicales

pueda presentarse una mineralización de azufre biogénico de interés económico. Testigos en superficie de estos probables domos son los diapiros de Pinoso y Castalla así como otros afloramientos triásicos al Sur de la Sierra de la Sima y de Biar.

Dentro de esta alineación, de directriz general NE-SO, el sector con máximas posibilidades sería la superficie abarcada por el polígono en cuyos vértices se sitúan aproximadamente Biar-Sax-Monovar-Elda-Castalla ya que en los materiales terciarios que rellenan la zona central de este polígono se observan niveles evaporíticos susceptibles de haber sufrido, en profundidad, su sustitución, por aporte de hidrocarburos en caliza y azufre.

Como área más concreta, las mejores posibilidades se centran en la cubeta terciaria del Barranco de las Quinquilleras, en donde los materiales miopliocenos, con niveles de yeso, pueden estar fosilizando fracturas NO-SE por donde han podido extruir materiales evaporíticos triásicos y aportar los hidrocarburos (indicio de Cati) necesarios para dar lugar a la formación y depósito de azufre, a la vez que determinados tramos de la serie miopliocena, esencialmente las margas blancas, se han podido constituir en selladores del sistema, condición indispensable para que se formen los yacimientos de azufre biogénico.

### **3.3. PROVINCIA DE MURCIA**

#### **3.3.1. Revisión del Catastro Minero**

Las denuncias para mineral de azufre en la provincia de Murcia se centran en dos sectores fundamentalmente, Lorca y Calasparra - Isso, mapas topográficos a escala

1:50.000 nºs 953, 868 y 890. La relación de estas denuncias es la que sigue:

| Nombre                | Nº de Registro | Mineral | Municipio | Paraje                          | Peticionario                 | Estado Actual              |
|-----------------------|----------------|---------|-----------|---------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| Santa Teresa          | 2328           | Azufre  | Lorca     | S. de los Colegiales - Barranco | José Jimenez                 | En trámite de cancelación. |
| De María Santa Teresa | 2640           | Azufre  | Lorca     | "                               | "                            | "                          |
| Por si acaso          | 3449           | Azufre  | Lorca     | La Serrata                      | Particulares                 | Caducada                   |
| El León               | 4436           | Azufre  | Lorca     | Muestra del Nublo - El río      | Unión de Exp. Riotinto       | En trámite de cancelación  |
| La Alfonso            | 4438           | Azufre  | Lorca     | S. de los Yesares - El río      | Particula                    | "                          |
| La Prosperidad        | 9685           | Azufre  | Lorca     | "                               | Evaristo Llanos Regua        | Caducada                   |
| Segunda Sta Elena     | 10931          | Azufre  | Lorca     | Loma de los Yesares - El río    | Unión de Explosivos Riotinto | Caducada                   |
| Letra B               | 19222          | Azufre  | Lorca     | S. de los Yesares - El río      | Unión de Explosivos Riotinto | "                          |
| Demasia a Letra B     | 19223          | Azufre  | Lorca     | S. de los Yesares - El río      | Unión de Explosivos Riotinto | En trámite de cancelación  |
| Demasia a Letra B     | 19224          | Azufre  | Lorca     | S. de los Yesares - El río      | Unión de Explosivos Riotinto | "                          |
| Letra C               | 19225          | Azufre  | Lorca     | "                               | "                            | Caducada                   |

|                                  |       |        |          |                                    |                               |                           |
|----------------------------------|-------|--------|----------|------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| Demasia a Letra C                | 19226 | Azufre | Lorca    | "                                  | "                             | En trámite de cancelación |
| Demasia a Letra C                | 19227 | Azufre | Lorca    | "                                  | "                             | "                         |
| Letra E                          | 19232 | Azufre | Lorca    | "                                  | "                             | Caducada                  |
| Demasia a Letra E                | 19233 | Azufre | Lorca    | S. de los Yesares - El río         | Unión de Explosivos Riotinto  | En trámite cancelación    |
| Virgen de la Caridad             | 19234 | Azufre | Lorca    | "                                  | "                             | Caducada                  |
| Demasia a a Virgen de la Caridad | 19235 | "      | "        | "                                  | "                             | En trámite cancelación    |
| Demasia a Virgen de la Caridad   | 19236 | Azufre | Lorca    | S. de los Yesares - El río         | Unión de Explosivos Riotinto  | En trámite cancelación    |
| Mí Estrella 2ª                   | 19240 | "      | "        | S. de los Yesares - El río         | "                             | Caducada                  |
| Letra A                          | 19379 | "      | "        | "                                  | "                             | "                         |
| S. Valentin                      | 19421 | "      | Moratala | Cañada de Mohorgue-Salmeron        | Sociedad Azufrera S. Valentin | En trámite cancelación    |
| Pepica                           | 19535 | "      | "        | "                                  | "                             | "                         |
| El Chorrillo                     | 19584 | Azufre | Lorca    | El Chorrillo y Los Yesares -El Río | Unión de Explosivos Riotinto  | "                         |
| Demasia a El Chorrillo           | 19585 | Azufre | "        | "                                  | "                             | "                         |
| Demasia a El Chorrillo           | 19586 | "      | "        | "                                  | "                             | "                         |

|                                      |       |           |           |                            |                         |          |
|--------------------------------------|-------|-----------|-----------|----------------------------|-------------------------|----------|
| El Chorri-<br>llo. Se-<br>gundo      | 19587 | "         | "         | "                          | "                       | "        |
| "                                    | 19587 | "         | "         | "                          | "                       |          |
| Luisito                              | 20260 | "         | "         | "                          | "                       | Caducada |
| Andresito                            | 20346 | "         | Moratalla | El Salmeron                | Andres Miñaro<br>Mendez |          |
| Joselis                              | 20407 | Azufre    | "         | El Salmeron<br>-Rio Segura | "                       |          |
| Nuestra Sra.<br>de las Mer-<br>cedes | 20408 | Azufre    | Moratalla | Majadahonda<br>-Rio Segura | "                       |          |
| Sta. Cata-<br>lina                   | 20409 | "         | "         | El Salmeron<br>-Rio Segura | "                       |          |
| Ntra. Señora                         | 21154 | Estroncio | Fortuna   | La Hortichue-<br>la        | ?                       | Viva     |

Además de estas antiguas denuncias que se ubican en los sectores de Murcia tradicionalmente mineros en cuanto a azufre, como han sido las minas de azufre de Lorca y de Hellin - Cenajo - Socovos, existen en la provincia otras áreas en donde se realizaron labores de explotación y exploración de azufre en el pasado y sobre las que no existen referencias en el catastro minero, si en cambio en la bibliografía histórica, no habiéndose efectuado en ellas estudios geológico-mineros más o menos profundos en los pasados años. Por ello y debido al conocimiento que se posee en las áreas de Lorca es por lo que se seleccionó la zona de Abarán para un estudio más detallado en este proyecto, al objeto de tratar de establecer, al menos en unas primeras estimaciones, sus posibilidades mineras, en cuanto a azufre, hasta el momento prácticamente desconocidas.

### 3.3.2. Area de Abaran

Se situa en el cuadrante nororiental del mapa topográfico a escala 1:50.000 n° 891 (Cieza), ocupando una pequeña parte del Suroriental del topográfico, a la misma escala, n° 869 (Jumilla) y del 892 (Fortuna) en su parte noroccidental.

El área esta ocupada por materiales terciarios que rellenan una cuenca neógena continuación hacia el SO de las que ocupan el eje Ibi - Castalla - Pinoso, en o próximo al contacto entre el dominio Subbetico y Prebético.

La selección de esta zona para su estudio más detallado ha sido motivada por su situación en el contexto geológico, área con actividad halocinética de materiales plásticos-evaporíticos de facies Keuper, por la existencia de antiguas labores de explotación de azufre y la ausencia de estudios específicos más o menos actuales que pusieran en evidencia las posibilidades reales de este area en cuanto a este tipo de mineralización.

#### 3.3.2.1. Geología

En la zona a estudiar, plano geológico n° 3, se ha realizado una cartografía a escala 1:25.000 con apoyo de fotogramas aéreos a escala 1:18.000, revisión y reconocimiento de las antiguas labores mineras y exploración mediante sondeos, con recuperación de testigo continuo de estos indicios de azufre.

#### Litoestratigrafía

Triásico (1). Su carácter diapírico es evidente en muchos sectores de la zona Prebética, relacionado casi siempre con discontinuidades tectónicas. Los afloramientos

triásicos de la zona constituyen en general un conjunto arcilloso-yesífero de facies Keuper, abundando las arcillas y limolitas multicolores, predominando los tonos rojizos, yesos blancos, rojos, grisáceos y margas abigarradas.

Su comportamiento halocinético motiva una gran irregularidad en lo que afloramientos se refiere, presentándose especialmente en el sector oriental del área extruyendo en algunos casos hasta los materiales más modernos de edad pliocena, o mioceno superior (6).

Jurásico (2) . Los afloramientos jurásicos cartografiados, en el sector S. del área (Sierra de la Pila), corresponden a litologías carbonatadas atribuidas al Sinemu-riense-Toarciense medio, del dominio Subbético, dispuesto sobre los materiales del Prebético interno.

Se trata de una serie calco-dolomítica de color gris y aspecto masivo. Está formada por micritas y biomicritas que en algunos tramos han sufrido una intensa dolomitización. La potencia visible en este sector de los materiales jurásicos llega a sobrepasar los 200 m. de espesor. El medio de sedimentación varía entre marino restringido y plataforma.

Cretácico (3). El Cretácico se encuentra poco representado en el área de estudio. Se pueden diferenciar dos facies: el término inferior, de dolomias masivas, brechoides, gris negruzcas en las que se observan trazas de textuláridos y equínidos, de edad Cenomaniense-Turonense y el término superior constituido por 30-40 m. de calizas dolomíticas en delgados bancos, que se van haciendo más margosos hacia techo, pertenecientes al Campaniense superior-Maestrichtiense.

Estos términos se encuentran enmarcados dentro del dominio Prebético Interno que en el Senoniense se caracteriza por un ambiente marino abierto con globotruncanas.

Terciario (4) (5) (6) (7). Entre los materiales terciarios se pueden distinguir dos grupos atendiendo a la fase tectónica que origina el apilamiento de los distintos dominios en el Mioceno inferior. Estos grupos son la formación premantos que corresponde al Paleógeno y la formación postmantos del Neógeno.

Paleogeno (4). El Paleogeno está integrado por dos dominios geotectónicos. Los afloramientos del NW del sector corresponderían al Dominio Prebético interno Septentrional y los materiales situados al S y SE pertenecen al Prebético interno central.

El Paleoceno del Prebético interno septentrional está constituido por bancos de calizas bioclásticas, bioturbadas, que alternan con pasadas más o menos gruesas de margas blancas nodulosas muy ricas en fauna indicativa de un ambiente de plataforma.

En el Eoceno se distinguen los siguientes términos: repeticiones de pasadas margosas calcareas de niveles arenosos o areniscas y de bancos de calizas más o menos areniscosas, pertenecientes al Eoceno inferior - Ypresiense. La siguiente unidad está formada por calizas masivas en bancos de gran espesor, bioblásticas, caracterizadas por la abundancia de algas rojas en rodolitos y que han sido explotadas como roca ornamental. El depósito parece característico de ambiente infralitoral con desarrollo de facies pararrecifales. El tramo superior está constituido por 30 m. de margas con bioturbación, areniscas y calizas bioclásticas con nummulites. Se produce una progresión desde deposición en ambientes costeros a ambientes algo más abiertos de

plataforma interna. La edad estaría comprendida entre el Ypresiense al Luteciense.

Por encima se sitúan depósitos arcillosos y arenosos, ocasionalmente conglomeráticos de tonos grisáceos y versicolores. Hacia el techo de la unidad son más frecuentes los bancos calcareos y bioclásticos. La deposición se produjo en ambientes marinos restringidos con posibles pasos a ambientes costeros entre el Luteciense superior y el Priabonense.

La base del Oligoceno es una formación compuesta por un paquete de conglomerados que a techo pasa a margas arcillosas masivas de color rojo salmón con intercalaciones conglomeráticas - areniscosas e incluso niveles calcareos finos. Las facies son netamente continentales y lateralmente, dentro del dominio Prebético interno, pasan a facies marinas.

El Paleógeno del Dominio Prebético interno central está compuesto por los siguientes tramos: la base del Eoceno la constituye una potente sucesión masiva de arcillas verdes y a veces con presencia de yesos. Estos depósitos son indicativos de sedimentación en un medio de plataforma somera con pequeñas recurrencias litorales.

Por encima se dispone un conjunto masivo de biocalcarenitas con abundancia de algas, restos de equinodermos, lamelibranquios, gasterópodos y briozoos. El medio de depósito corresponde a un dominio infralitoral con desarrollo de facies pararrecifales formadas entre el Ypresiense medio y Luteciense.

La serie continua con calizas pararrecifales y margas de plataforma costera que dan paso a una unidad constituida por arcillas rojas y verdes con abundantes

ostreidos y turritellidos. La edad de estos materiales corresponde al Eoceno superior.

En el Oligoceno la sucesión está formada por conglomerados, areniscas, arcillas y margas rojo salmón, con un espesor aproximado de 100 m., en contacto discordante con el Eoceno. A techo aparecen calizas micríticas y margas con lamelibranquios, algas rojas, etc. que pertenecen al Oligoceno medio.

La serie continua con bancos de calizas con delgadas pasadas conglomeráticas y calizas y margas finamente laminadas de carácter marino restringido a continental, en medio de tipo lagoon. La serie culmina con un conjunto formado por calcarenitas de color amarillo que alternan rítmicamente con niveles de margas que corresponden a un medio de plataforma externa.

Neogeno (5) (6) (7). El Neogeno se encuentra ampliamente representado en el área de estudio por los materiales del Mioceno y Plioceno.

Mioceno (5) (6). Son esencialmente facies marinas que se disponen discordantemente sobre materiales infrayacentes tanto del dominio Prebético interno septentrional como en el central. Esta discordancia es tanto de carácter angular como erosivo, apareciendo el mioceno basal en facies conglomeráticas y de biocalcarenitas. En el plano geológico a escala 1:25.000 (plano nº 3) se han diferenciado dentro del Mioceno dos formaciones si bien los resultados dados por los estudios micropaleontológicos efectuados sobre muestras tomadas en el sondeo Abaran-1, incluyen parte de la formación superior (6) en el Plioceno, posiblemente en la UTS Messiniense 2 - Plioceno 1.

Mioceno medio-superior (5). Esta representado por margas masivas de colores blanco o beige que en la base contienen frecuentes intercalaciones de calcarenitas. Hacia techo la serie experimenta una desaparición progresiva de los niveles calcareníticos y un aumento de margocalizas laminadas y calizas con fragmentos de corales silicificados, espiculas de erizos y lamelibranquios. Culmina la serie con un conjunto conglomerático en la base y arenoso a techo. Las margas que forman esta unidad constituyen depósitos de carácter pelágico cuya sedimentación se produjo en un medio de plataforma progresivamente más profunda con una repentina somerización en las fases finales.

Mioceno superior - Plioceno (6). Esta unidad esta formada por margas masivas de color blanco que se extienden ampliamente en la depresión de la Rambla de la Raja. La serie es muy monótona si exceptuamos en la base dos niveles de calcarenitas de escasa continuidad lateral con mineralizaciones de azufre. Localmente presenta fisuras rellenas de yeso fibroso que en algunos casos contienen diseminación de azufre.

La sedimentación de estas margas tuvo lugar en un ambiente de plataforma externa por la asociación de foraminíferos plantónicos y bentónicos.

Plioceno (7). Se trata de un conjunto de conglomerados calcáreos, areniscas y arcillas de color rojo y potencia variable, estimandose en 30 m. en los sectores donde está más desarrollado.

Son depósitos en facies continentales de tipo fluvial y fluviolacustres.

Cuaternario (8) (9) (10). Mantos de arroyada difusa y abanicos aluviales (8). Se trata de depósitos con

un gran desarrollo superficial, formados por conglomerados, brechas, arenas y arcillas que frecuentemente presentan un encostramiento superficial de origen edáfico.

Los mantos de arroyada difusa y abanicos aluviales se sitúan al pie de la sierra y zonas elevadas, en algunos casos con suave pendiente, dando lugar a formas morfológicas tipo glacis como de hecho se ha destacado a veces en la cartografía.

Aluvial (9). Son depósitos mixtos formados por la acción de la red efímera actual, a veces con pequeños aportes laterales de las laderas.

Litológicamente están constituidos por arenas y arcillas con niveles de conglomerados. Estos depósitos se sitúan tapizando el fondo de los valles.

Indiferenciado (10). Son depósitos arcillo-limosos de color gris oscuro formados por la acción de distintos procesos (edáficos, fluviales, endorréicos, etc).

#### Estudio Micropaleontológico y Sedimentológico del Sondeo Abaran-1

Se estudió este sondeo, perforado para investigación de azufre, desde los puntos de vista micropaleontológico y sedimentológico. Las muestras se han preparado en levigado o en lámina delgada, según su carácter litológico, aunque, desgraciadamente, dada la naturaleza esencialmente caliza de la serie atravesada, solo han podido prepararse 3 levigados para estudio micropaleontológico, mientras que 8 muestras han tenido que prepararse en lámina delgada, para estudios de microfacies y sedimentología.

Se separan tres unidades deposicionales o U.T.S., limitadas por discontinuidades o discordancias erosivas, que son relativamente importantes, ya que se ha eliminado, entre dichas discordancias, parte de la serie estratigráfica. Los límites que se dan de cada unidad se han ajustado a la columna litológica del sondeo que se ha recibido.

Las tres unidades separadas y sus principales características son:

**Plioceno (5-72 m)**

Muestras 24,85; 39; 49,20 y 63,50 m.

La parte superior (hasta el m. 25) está constituida por calizas arenosas de tonos amarillentos y gris-azulados, con algunos niveles conglomeráticos, mientras que el resto de la sección viene definida por calcilutitas finas (biomicritas), que presentan una ligera laminación y que en su base contiene limo de cuarzo (hasta el 20%).

Todas las muestras han tenido que estudiarse en lámina delgada. Las microfacies de los niveles superiores arenosos (con un 20% de cuarzo, mal clasificado, SA/SR) contienen hasta un 40% de fósiles entre los que predominan los Briozoos y Globigerínidos, habiendo, además, otros Foraminíferos (Rotalia, Lenticulina (Robulus), Gyroidina, Quinqueloculina, Elphidium, Ataxophragmiidos, etc) junto a Algas Rodofíceas (Lithothamnium), fragmentos de Ostreidos y radiolas de Equinodermos. Las calcilutitas (biomicritas) del resto de la serie contienen un 20-30% de fósiles, predominando los Globigerínidos (entre los que pueden haber diferentes especies de Orbulina, Globigerina, Globigerinoides y Globorotalia) junto a otros Foraminíferos bentónicos (Lenticulina (Robulus), Eponides, Lagena, Textularia, Cibicides, etc.). Hay que destacar la presencia de Escafópodos (Dentalium) en la muestra de 49,20 m., que es muy frecuente en

el Plioceno. También debe remarcar la presencia de fragmentos de rocas volcánicas (cineritas) en la muestra de 39 m. En la región de Carboneras (parte septentrional de la Sierra de Gata) la sucesión volcano-sedimentaria es de edad esencialmente Tortoniense y Messiniense inferior (SERRANO y GONZALEZ DONOSO, 1989) por lo que nada tiene de particular que existan resedimentaciones de estos materiales durante el Plioceno.

La facies son, en conjunto, de plataforma externa o abierta. En la parte inferior (muestra 63,50 m.) el contenido de terrígenos, junto a la abundancia de Equinodermos, fragmentos de Ostreidos y presencia de *Rotalia* gr. *beccarii* (LIN.) indican que las facies son someras, correspondiéndose con los niveles basales de la transgresión pliocena.

La edad Pliocena de esta unidad se pone de manifiesto por las microfacies y su posición sobre los niveles evaporíticos y lacustres del Messiniense superior. La unidad es equivalente de la UTS Ne-6 (Plioceno 2-Cuaternario) descrita por MEGIAS, et al (1983) en las Béticas, así como de la denominada "unidad deposicional pliocena" de Mallorca (ALVARO, et al, 1984), aunque con facies diferentes.

#### Messiniense (72-90 m.)

Muestras 75,20; 79,70; 84 y 86,70 m.

La litología es de alternancia de margas de tonos gris-verdosos o gris-blanquecinos, limolíticas en algunos niveles, y de calizas brechoides, con aspecto de caliche, que contienen cantos de calizas oscuras y presentan una matriz microcristalina con limo y arena fina, a veces con laminación, así como de calizas micríticas con cristales de yeso sustituidos por esparita.

En los levigados de las muestras de margas se han reconocido Ostrácodos lacustres (*Cyprideis torosa* (JONES) y *Candona*), oogonios y restos de Charofitas y fragmentos de Moluscos.

La unidad es semejante, tanto por sus litofacies como por su contenido paleontológico, al "Complejo Terminal Messiniense" definido por ESTEBAN (1979) en el Mediterráneo occidental y descrito en Mallorca por ALVARO, et al. (1984). Se corresponde, por otra parte, con la UTS Ne-5 (Messiniense 2-Plioceno 1) de MEGIAS, et al. (1983) definida en las Cordilleras Béticas.

Messiniense inferior o Tortoniense superior (90-base desconocida)

Muestra 95 y 129 m.

La litología es de calizas (calcilutitas) finas, microcristalinas, grises, compactas (biomicritas) con limo (5-10%) y un contenido de fósiles (con predominio de Foraminíferos planctónicos) del 20% aproximadamente.

La muestra de 129 m. se ha levigado, disgregándola con diferentes productos químicos, dada su compactación, habiéndose obtenido un contenido micropaleontológico muy mal preservado y de difícil identificación, en el que son casi exclusivos los Foraminíferos planctónicos: *Orbulina universa* d'ORB., *O. suturalis* BRONN., *Globorotalia acostaensis* BLOW, *G. scitula* (BRADY), *G. cf. obesa* BOLLI, *Globigerinoides trilobus* (REUSS), *Globoquadrina cf. dehiscens* (CHAPM., PARR. y COLL.), *Globigerina aff. nepenthes* TODD, *G. apertura* CUSHM, y *G. aff. foliata* BOLLI.

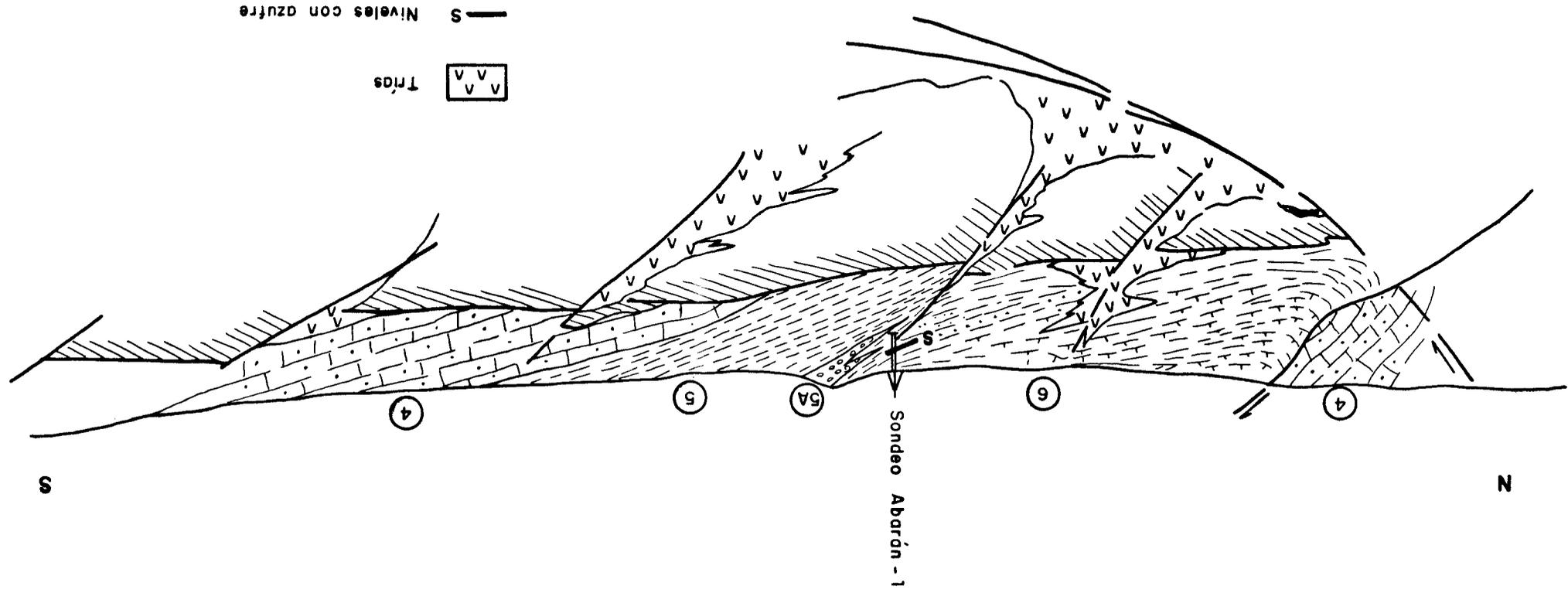
La edad Messiniense bajo o Tortoniense alto parece clara, aunque de la asociación mencionada no es posible definirla con exactitud. En todo caso, el tramo es equivalente de la "unidad Mioceno superior: capas de Heterosteginas y Complejo Arrecifal" definida en Mallorca por ALVARO, et al. (1984), aunque las facies son muy diferentes. Se corresponde también con la UTS Ne-4 (Tortoniense 2-Messiniense 1) de MEGIAS, et al. (1983).

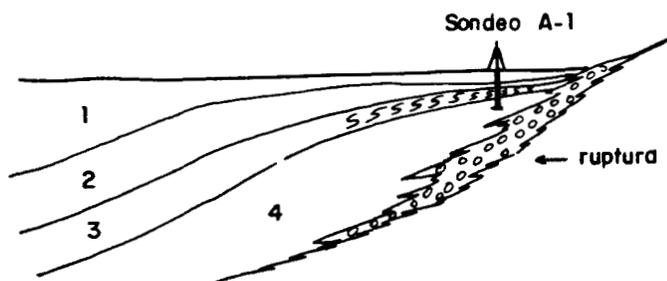
Las facies de estos materiales es marina abierta y relativamente profunda, a juzgar por elevado porcentaje de formas planctónicas.

Del estudio micropaleontológico y sedimentológico efectuado sobre las muestras de testigos del sondeo Abaran-1 así como del levantamiento litológico de la columna de los sondeos Abaran 1 y 2, se llega a definir y concretar las edades de los diferentes materiales neógenos cartografiados en la cuenca de Abarán (Rambla de la Raja) así como deducir las posibilidades de encontrar una mineralización de azufre elemental de interés.

En cuanto al primer aspecto, y según el corte de la figura nº 8 a partir de la serie cartografiada en el plano geológico nº 3 y denominada 5 y 5A asignada al Mioceno medio o infraserravaliense, se desarrolla el Mioceno Superior con representación al menos de tres UTS, la Tortoniense 2 - Messiniense 1, Messiniense 2 - Plioceno 1 y Plioceno 2-Actual., de las cuales solo aflora la parte superior de la última unidad citada y representada por las margas blancas y parte del tramo basal de esta misma unidad.

FIG. Nº 8 . - CORTE GEOLOGICO INTERPRETATIVO DEL AREA DE ABARAN





- 1.- Margas blancas. Plioceno
- 2.- Calizas y niveles conglomeráticos. Pliocenos
- 3.- Laminitas y calizas brechoides con azufre. Messiniense 2
- 4.- Calcilutitas y biomicitas. Tortoniense 2 - Messiniense 1

Fig. nº 9 Disposición de los materiales Neogenos

Por otro lado la serie de interés y portadora de la mineralización se encuentra muy condensada en este sector al situarse en proximidad al borde la cuenca por lo que cabe la posibilidad que hacia el centro de la depresión, la unidad Messiniense, constituida por laminitas (pizarras bituminosas), calizas brechoides y azufre aumente de espesor y por tanto sus posibilidades en cuanto a contener un depósito de azufre de interés.

La condensación e irregularidad de espesor de esta unidad en el borde de la cuenca del Mioceno superior se confirma en el sondeo Abaran-2, situado a 400 m. al Oeste del Abaran-1, en donde el conjunto mineralizado no se presenta.

### Tectónica

El área de estudio esta influenciada por la tectónica alpina que a grandes rasgos viene definida por los distintos dominios que la integran:

Prebético externo  
 Prebético interno  
 Subbético.

Dentro de cada uno de estos dominios se diferencian distintos subdominios o sectores en función de sus facies y estilo estructural o geometría de la deformación. El área y concretamente los materiales inframiocenos que la bordean, presenta una complejidad estructural difícil de reconocer a nivel de afloramiento, siendo necesario obtener una visión general para integrar estos en cada uno de los subdominios establecidos.

En general se observa una dirección fundamental NE-SW que coincide con la regional de este sector de las Cordilleras Béticas, aunque en detalle el área presenta direcciones anómalas debido a deformaciones con componente tangencial y por el comportamiento diapírico del Keuper.

#### Dominios estructurales

La estructura general está regida por un gran accidente tectónico de dirección NE-SO que pasaría por el centro del área que limita los sectores geotectónicos Prebético interno septentrional (Sierra de Carche y Rajita de Enmedio) y central (Torre del Rico y Sierra de la Pila).

#### Prebético interno septentrional

La Sierra de Carche y Rajita de Enmedio forman parte de un gran pliegue anticlinal en "champiñon" afectado en su parte central por numerosas fallas normales de dirección NE-SO, o sea paralelas a los ejes de los pliegues. Su flanco septentrional cabalga hacia el NO mientras que el

meridional se introduce bajo las series neógenas, buzando subverticalmente, hasta invertirse. (figura nº 8).

### Prebético interno central

Presenta estructuras de amplios y suaves anticlinales adomados. En Torre del Rico se observa una estructura anticlinal con vergencia hacia el N., de dirección NE-SW, cuyo núcleo está ocupado por margas verdes del Eoceno inferior.

Las fallas normales del Prebético de la Sierra de la Pila se agrupan en un sistema de orientación NO-SE y otro NE-SO, perpendiculares al anterior y subparalelo a las estructuras de plegamiento. Estas últimas fallas han ocasionado repetidos hundimientos escalonados sobre el flanco Sur del anticlinal de la Sierra de la Pila.

Según lo anterior, la cuenca neógena se estructura según como se esquematiza en la figura nº 8 con la extrusión de los materiales triásicos en facies Keuper, aprovechando las discontinuidades estructurales, afectando a los materiales más modernos pliocenos como se pone de manifiesto en el extremo oriental del área en proximidad a la rambla de la Raja.

Este comportamiento halocinético del Triás favorece la posibilidad de formación de depósitos de azufre bioepigenético en aquellos sectores en donde la estructura presentara una impermeabilización adecuada provocada por los materiales menos permeables (margas blancas) del Plioceno.

#### **3.3.2.2. Minería**

Las antiguas labores mineras encontradas en la zona se limitan a una pequeña explotación actualmente aban-

donada. Se encuentra en la denominada cañada de Alicante, próxima a la casa de las Minas.

No se puede apreciar la morfología de la mineralización debido a la imposibilidad de penetrar dentro de los pozos y galerías que actualmente se conservan.

En muestras recogidas en las escombreras se puede apreciar que el azufre aparece diseminado en litologías margosas con cristales de yeso. En estas escombreras se observan también fragmentos de arcillas rojas y verdes similares a las que presenta el Triás de facies Keuper en afloramientos próximos.

Asimismo se han detectado dentro de la cuenca, en las margas blancas pliocenas (6), dos puntos en los que presentan una leve diseminación de azufre ligado a pequeñas fracturas rellenas de yeso.

En cuanto a la historia minera de esta cuenca, con respecto a las manifestaciones de azufre, se posee la que describe J. Mesequer Pardo en su publicación sobre los Yacimientos de Azufre de las provincias de Murcia y Albacete (1923) -. En ella, refiriéndose a las que denomina \_ Minas de Abaran - (Indicio JU-1 del plano geológico) y después de una breve descripción geográfica, indica:

"El yacimiento se extiende en dirección E-30°S por una serie de cabezos, entre los que sobresale el denominado del Yesarico o de las Liebres, que sirvió para el descubrimiento del azufre al notar que en un horno de yeso se desprendían abundantes vapores de ese metaloide".

Hay que especificar que los cabezos en los que se encuentran las antiguas labores se disponen según una dirección N60°E, casi perpendicular a la que señala Mesequer-

Pardo, y, por otra parte que no hemos observado en superficie niveles evaporíticos (yeso o anhídrita) de entidad como para que existieran previamente hornos de yeso.

El autor continua:

"La primera capa sulfo-yesosa reconocida tiene una dirección E 40° S y buzamiento al NE y fuerte inclinación que pasa de los 45°. La potencia que llega a 3 m. en algunos sitios, es siempre bastante grande y el azufre que aparece en nódulos que se presentan en proporción de 12% en bruto. Por encima de esta capa, que suele ofrecer también materias bituminosas, se encuentra otra de pizarra de 1 m. de espesor recubierta por una caliza arcillosa muy potente".

Sigue llamando la atención la dirección que se señala para las capas, pues tal como puede observarse en el plano geológico y en la ficha del indicio, esa es la dirección que corresponde aproximadamente con la de los planos inclinados, casi perpendiculares a la de los estratos, en general de N40 a 60°E y buzando al NO.

Por otra parte el autor no señala la litología de los niveles en donde encajan los nódulos de azufre, si se tratan de niveles calcareos, evaporíticos, etc., indicando, no obstante, la presencia de materias bituminosas, citadas de forma general en casi todos los indicios de azufre del SE peninsular.

Continua el informe señalando:

..."En la falda N de este cabezo se perforó un pozo en el que a los niveles 25, 44 y 58 m. se emboquillaron galerías que cortaron el azufre. Tanto el pozo como las galerías se encuentran faltos de dirección y método".

Este pozo consideramos que puede tratarse del pozo principal (figura nº 4 de la ficha de indicios) que se encuentra tal como describe Meseguer en la falda N. del Cabezo, perfectamente emboquillado y con unas dimensiones de 2 x 2 m. y 15 m. de profundidad actual. Según la descripción se deducen, al menos, tres capas con azufre entre los 25 y 60 m. de profundidad aproximadamente.

El autor indica que además de este pozo existen otros tres pozos más y un cuarto que se estaba realizando en aquellos momentos. Además los trabajos, desde el afloramiento estaban constituidos por una "trancada" con techo "el pendiente de la capa explotada, de 35 m., y en su parte inferior una galería de 300 m. que se comunicaba con los pozos de extracción".

Nosotros, además del pozo principal solo hemos observado otros dos posibles pozos, actualmente cegados hasta la superficie, así como tres planos inclinados, uno de ellos, el más suroccidental, también relleno hasta la entrada.

Es interesante destacar el siguiente párrafo del informe.

"... este pozo, después de atravesar la capa azufrosa ya reconocida, que se presenta en esta parte casi en estéril y en posición horizontal, ha puesto de manifiesto una nueva capa que aparece asimismo sensiblemente horizontal, con una potencia de 4 a 5 m. y gran mineralización...

De las labores de reconocimiento y explotación practicadas en ambas capas y no obstante que dichas labores se hallan circunscritas a un área poco extensa, se deduce lógicamente que la cantidad de mineral contenido en la demarcación es bastante elevada.... Esta cantidad de mine-

ral, que se presume, puede aun resultar muchísimo mayor si se tiene en cuenta que dadas las condiciones geológicas del terreno, es harto verosímil la continuidad del yacimiento tanto en dirección como en profundidad".

### 3.3.2.3. Sondeos

Al objeto de reconocer en profundidad la mineralización antiguamente explotada en la Casa de la Mina. (indicio JU-1 del plano geológico nº 3) se realizaron dos sondeos, Abaran-1 y Abaran-2, según una alineación NE-SO, separados unos 400 m. uno de otro.

El sondeo Abaran-1 se ubicó unos metros al NO de la alineación que conforma la dirección de un plano inclinado y el pozo principal, cortandose los siguientes tramos:

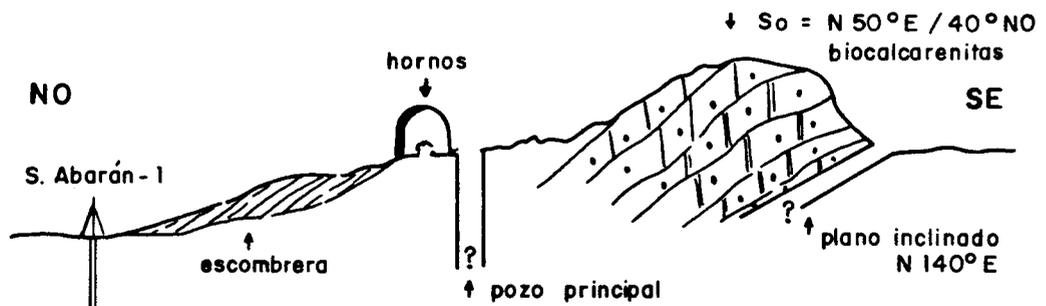


FIG. Nº 10.- DISPOSICION DE LABORES ANTIGUAS Y SONDEO ABARAN-1

Plioceno: de 0 a 72 mts. aproximadamente. Constituido por margo-calizas de tonos amarillentos y gris-azulados, con pasadas limo-arenosas y niveles conglomeráticos, hacia la base pasan a calcilutitas finas (biomicritas) compactas. Este tramo puede representar la base del Plioceno-2 así como

formar parte del techo del Plioceno-1. No se observo mineralización en él así como ni otro tipo de litologias, esencialmente evaporíticas, asociadas a las manifestaciones de azufre elemental.

Messiniense: de 72 a 90 mts. Constituido por margas de tonos gris-verdosos, limoníticas y calizas brechoides. A veces las margas son negras, con abundante materia orgánica y laminadas (laminitas) y con cristales de yeso sustituidos por esparita. En este tramo se presenta el azufre elemental de color amarillo-verdoso, diseminado y rellenando pequeñas cavidades y fisuras. El mineral se concentra esencialmente en dos niveles, entre 84 y 86 m. y 87 y 90 m. de profundidad.

Este conjunto con parte del superior anteriormente descrito puede constituir la UTS - Messiniense 2 - Plioceno 1, muy condensada en este sector de la cuenca.

Tortoniense: De 90 a 150 m. profundidad final del sondeo. Es un conjunto litológico muy uniforme, formado por calizas finas (calcilutitas), grises, compactas y abundante contenido en fósiles (foraminiferos plantonicos). Forma parte de la UTS - Tortoniense 2 - Messiniense 1, de carácter marino franco en esta cuenca.

El sondeo Abaran-2 emplazado a unos 40 m. al SO del primero cortó durante los 150,65 m. en que se realizó la perforación un conjunto de características litológicas muy similares, pero al no presentarse el tramo bituminoso-mineralizado con azufre elemental, se hace más difícil establecer la secuencia y separación de las distintas unidades, por lo que se engloban en Tortoniense 2 - Messiniense 1 y Messiniense 2 - Plioceno.

Al no encontrarse los niveles con azufre se interpreta la situación como de borde de cuenca en donde las distintas unidades se presentan condensadas con espesores irregulares y discontinuos, desechandose la idea de que la mineralización pueda estar localizada en fracturas al encontrarse en relación con niveles bituminosos, si bien no se descarta totalmente el papel de estas discontinuidades como vias de más facil acceso de los hidrocarburos que son necesarios para la sustitución de los niveles evaporíticos.

### 3.3.3. Areas de interés

Tal como se ha ido poniendo de manifiesto el área de Abaran posee características geológicas y mineras propicias para que en algún sector de ella pueda presentarse un depósito de azufre elemental de origen biogénico, de interés. Este se concentra especialmente en los niveles laminados bituminosos con evaporitas del Messiniense, con un probable mayor desarrollo lateral y de espesor hacia el eje de la cuenca, aproximadamente por donde discurre la rambla de la Raja. Estos materiales además, han podido estar afectados por la actividad halocinética de los materiales arcillo-evaporíticos de facies Keuper, como puede deducirse de los afloramientos triásicos cartografiados en la parte oriental de la cuenca.

Por otro lado la actividad de los hidrocarburos como agente responsable de la sustitución de los niveles evaporíticos se ha puesto de manifiesto no solo en el sector en donde se encuentran las antiguas labores de explotación si no también en las margas blancas pliocenas en donde a pesar de su relativa impermeabilidad, se han observado, en algunos puntos, con una leve diseminación de azufre.

Además los materiales más bajos en la columna poseen una permeabilidad tanto primaria como adquirida por las fracturas, que permite el paso de los fluidos, mientras que a techo, las margas blancas pliocenas han podido servir como materiales selladores del sistema.

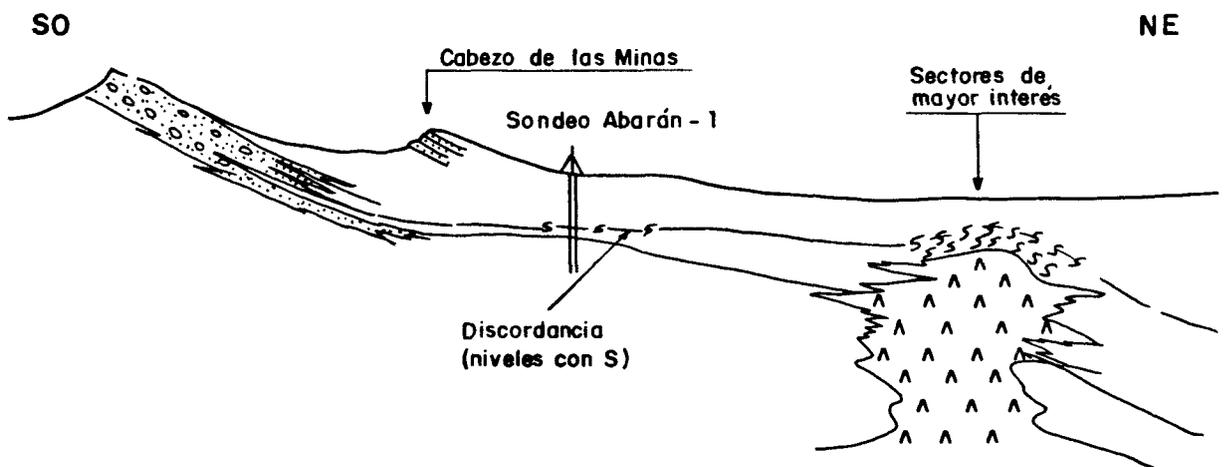


FIG. Nº 11. - SECTOR DE MAYOR INTERES EN ABARAN

La mineralización se interpreta como de origen secundario debida a escapes de  $\text{SH}_2$  procedente de sectores más profundos y que llegando a las calizas areniscosas laminatas y yesos han dado lugar a azufre elemental de segunda generación.

Por tanto las mayores posibilidades de la cuenca se encuentran, en profundidad, en las evaporitas sustituidas, tanto del Triás como del Mioceno y naturalmente en aquellos puntos en donde puedan coexistir o encontrarse espacialmente relacionadas tal como se esquematiza en la figura nº 11. Estos sectores deben corresponder a la parte central de la cuenca y con mayor interés en su área oriental, en la zona comprendida entre la carretera de Casas de

los Capitos y la línea que une las casas de Ecequiel y de Aroca, ocupada por margas blancas pliocenas, tomando como punto central el afloramiento triásico JU-7 del plano geológico nº 3.

En cualquier caso el objetivo siempre deben ser los niveles evaporíticos sustituidos ya que en los otros materiales que se observan en la zona, calizas detríticas en general, la mineralización de azufre que se puede presentar sería muy irregular y en caso de ser importante, en cuanto a volumen, muy difícil de recuperar.

#### **3.4. PROVINCIA DE ALBACETE**

##### **3.4.1. Revisión de Catastro minero**

Son escasas las antiguas denuncias para mineral de azufre existentes en esta provincia que por otra parte fue una de las grandes productoras de este mineral, en el pasado, gracias a las minas de Hellín, actualmente inactivas.

La mayor parte de las denuncias antiguas se centran en proximidad a esas antiguas labores en las hojas topográficas a escala 1.50.000 nºs 868 y 890, Isso y Calasparra respectivamente. La relación de estas denuncias, es la que sigue:

| Nombre               | Nº de Registro | Mineral | Municipio           | Paraje                                       | Peticionario           | Estado Actual |
|----------------------|----------------|---------|---------------------|----------------------------------------------|------------------------|---------------|
| Rio Segura           | 1150           | Azufre  | Hellin y Moratalla  | Cenajo                                       | Azufres de Lorca, S.A. | Viva          |
| Angel Luis Celdran   | 1156           | Azufre  | Socovos             | Estribaciones del NO del Cerro de Palotares. | Azufres de Lorca, S.A. | Caducada      |
| Paco Celdran         | 1157           | Azufre  | Hellín              | Coto Menor de Hellín y Macro                 | Azufres de Lorca, S.A. | Caducada      |
| Antonio Cachá        | 1158           | Azufre  | Socovos             | Loma del Yesar o de la Mina                  | Azufres de Lorca, S.A. | Caducada      |
| Virgen de la Caridad | 1159           | Azufre  | Hellín              | Cortijo del Macro                            | Azufres de Lorca, S.A. | Caducada      |
| San Antonio          | 1363           | Azufre  | Hellín y Calasparra | Minas                                        | Rafael Serra Aleman    | Caducada      |
| San Antonio          | 1367           | Azufre  | Calasparra          | Minas                                        | Rafael Serra Aleman    | Viva          |

Además de estas antiguas denuncias existen los permisos de exploración e investigación siguientes:

|                |                  |        |                                                   |  |                       |
|----------------|------------------|--------|---------------------------------------------------|--|-----------------------|
| P. Exp. Mundo  | 21595<br>1400 AB | Azufre | Tobarra, Hellín<br>Socovos, Cieza<br>y Calasparra |  | Minersa               |
| P.I. Mundo     | 21595<br>bis     | Azufre | Moratalla y Hellin                                |  | Minersa               |
| Dem. A. Carlos | 21604            | Azufre | Calasparra                                        |  | Antonio Ruiz<br>Moral |

### 3.4.2. Area de Hellin-Cenajo-Socovos

Este área forma parte del conjunto Neógeno en donde se encuentran las antiguas minas del coto Minero de Hellín y del Cenajo, ambos en el extremo oriental del pantano del mismo nombre y el embalse de Camarillas, a unos 15 Km., en línea recta, al Sur de Hellin. El área de Socovos se encuentra en el extremo suroccidental del pantano del Cenajo a unos 8 Kms. aproximadamente al E. del pueblo de Socovos, en el extremo Suroriental de la Hoja topográfica a escala 1:50.000 n° 867 (Elche de la Sierra).

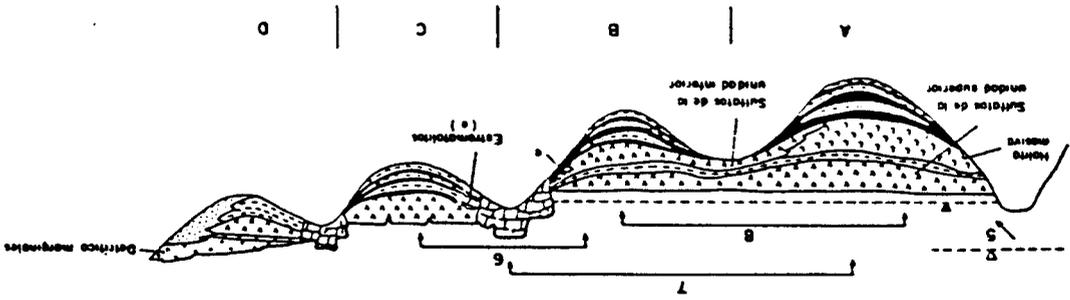
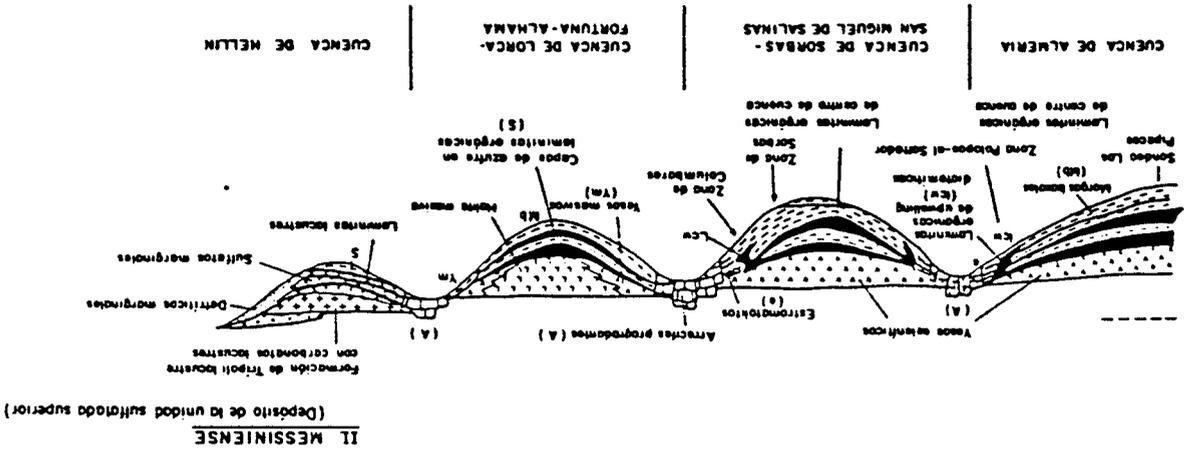
El conjunto Hellin-Cenajo-Socovos forma parte de la cuenca neógena del Sureste peninsular, denominada genericamente, cuenca de Hellín, caracterizada por la presencia de una sedimentación evaporítica durante el Tortoniense final-Messiniense y por la presencia de sedimentos laminados (pizarras bituminosas) preevaporíticos. En resumen, esta cuenca posee una formación detrítica de base seguida por una alternancia de pequeños ciclos evaporíticos con yeso y laminitas, culminando con una serie lacustre rica en diatomitas.

Dentro del conjunto de cuencas del SE de la península la de Hellín se sitúa en una posición más externa con respecto a las de Lorca-Fortuna-Alhama, Sorbas-San Miguel de Salinas y Almería, todas ellas con episodios evaporíticos, preevaporíticos y mineralizaciones de pizarras bituminosas y azufre. (fig. n° 12 y 13). Ocupa una extensión aproximada de 1.000 Km<sup>2</sup> extendiéndose aproximadamente desde el embalse de Camarillas al E. hasta las depresiones neógenas al O. del embalse del Cenajo.

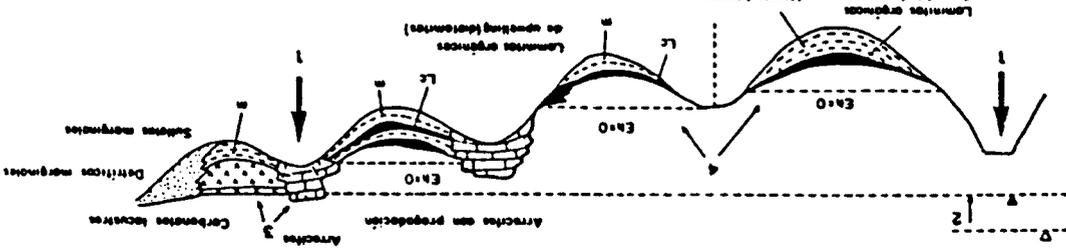
MODELO SEDIMENTARIO DEL MESSINIENSE MEDITERRANEO (ROUCHY, 1981)  
Y SU APLICACION A LAS CUENCAS NEOGENAS DEL SURESTE PENINSULAR

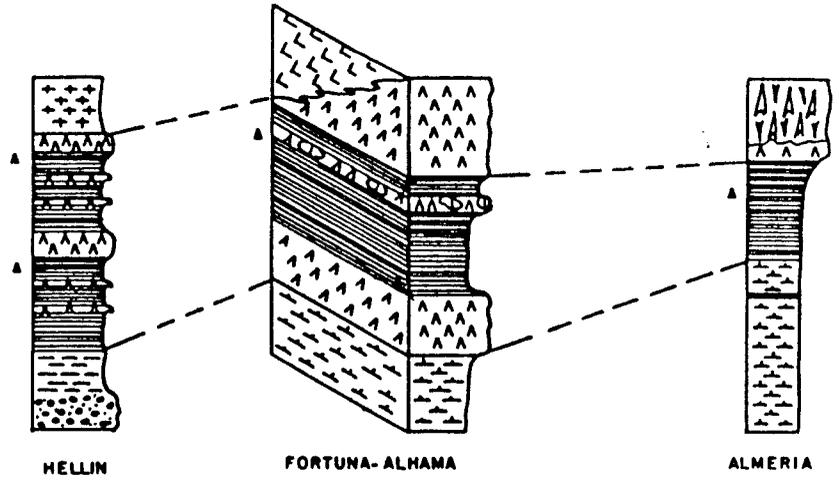
FIG. Nº 12

III POSICION DE LAS CUENCAS EN EL  
MESSINIENSE DEL SE PENINSULAR



I. INICIO DEL MESSINIENSE





- |  |                      |  |                                  |
|--|----------------------|--|----------------------------------|
|  | DIATOMITAS LACUSTRES |  | FACIES LAMINADAS PREEVAPORITICAS |
|  | SALES SODICAS        |  | MARGAS                           |
|  | ANHIDRITA            |  | ARCILLAS                         |
|  | YESO SELENITICO      |  | CONGLOMERADOS                    |
|  | AZUFRE               |  |                                  |

(Sin escala)

ESQUEMA DE CORRELACION

Fig. nº 13

Los relieves más importantes lo constituyen las sierras de Baladre, Darcelas, Enmedio y de Las Cabras al N. y las sierras del Puerto, Picarcho y Larga al Sur. El río Segura y el Mundo son los cauces fluviales más importantes.

Geológicamente se trata de un conjunto de depresiones intramontañosas desarrolladas sobre materiales jurásicos y cretácicos del Prebético externo al Noroeste de la falla de Socovos.

La secuencia litoestratigráfica general de abajo a arriba se establece de la siguiente manera:

- Conjunto detrítico
- Conjunto evaporítico
- Conjunto diatomítico

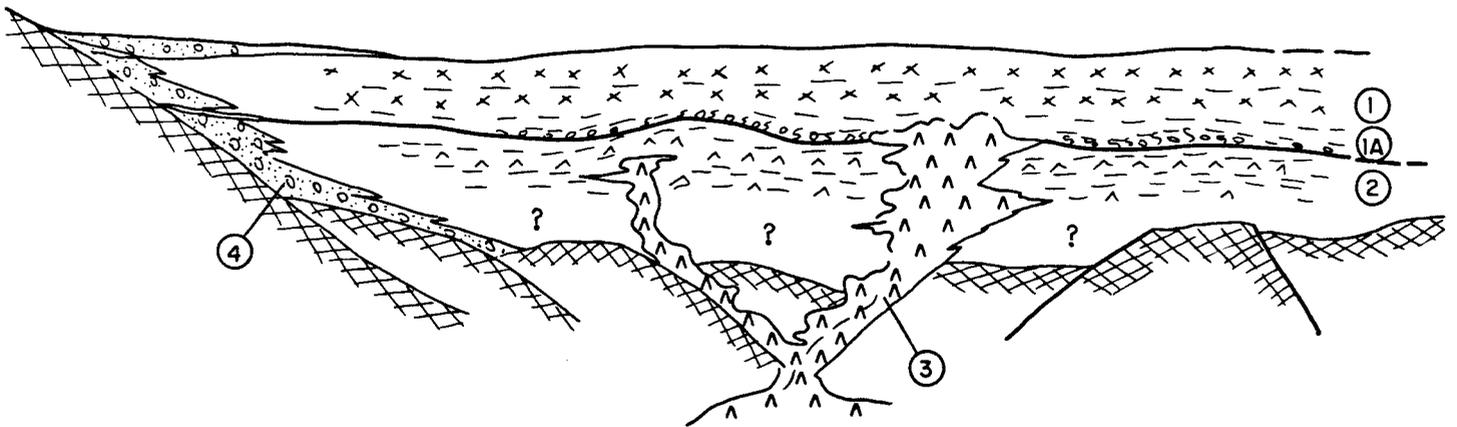
El conjunto detrítico esta compuesto fundamentalmente por arcillas rojas y conglomerados sobre las formaciones continentales rojas del Mioceno inferior.

El conjunto evaporítico, se caracteriza por la presencia de pequeños ciclos evaporíticos que van precedidos por facies laminadas preevaporíticas ricas en materia orgánica, niveles calizos y margocalizas y azufre. Los bancos de yeso suelen ser de yeso masivo. Se distinguen principalmente dos ciclos mayores y numerosos episodios de menor envergadura con las mismas características. Los yacimientos de azufre se asocian a los bancos de yesos de esta formación.

El conjunto diatomítico esta compuesto por una alternancia de calizas con arenas de grano fino y margas claras ricas en diatomeas. En la base niveles de chert. La sedimentación de este tramo es de origen lacustre.

En años recientes, E. Elizaga y J.P. Calvo (1987-88) realizan una columna estratigráfica detallada de la cuenca, fundamentada en una sección levantada en el borde occidental de la cuenca, en proximidad al Embalse del Cenajo. Diferencian dos unidades tectosedimentarias inferior y superior, separadas por una discordancia coincidente con la intramessiniense. Esta ruptura está asociada a un vulcanismo de caracter ultrapotásico, cuyo resultado en la cuenca es un fuerte aporte de sílice (niveles de chert citados a la base del conjunto diatomítico).

Por estudios anteriores realizados por el ITGE para pizarras bituminosas y azufre junto con las observaciones realizadas en este, nos permiten configurar la cuenca esquemáticamente tal como se representa en la figura nº 14.



- 1) Unidad superior diatomítica.
- 1A) Tramo detrítico, base de la anterior. Niveles con azufre.
- 2) Tramo superior de la unidad inferior, con niveles de pizarras bituminosas, yesos, calizas y azufre.
- 3) Extrusiones de Trias, facies Keuper y volcánicas.
- 4) Detríticos de borde. Mioceno basal.

Fig. nº 14.- Esquema de la disposición de los niveles mineralizados en la cuenca de Hellín-Cenajo-Socovos.

La unidad denominada - 1 - representa la sedimentación lacustre con niveles de diatomitas y laminitas (pizarras bituminosas) intercaladas en la serie.

El tramo 1A, basal de la unidad diatomítica, situado inmediatamente a techo de la discontinuidad tectosedimentaria, esta constituido por niveles detriticos, conglomerados y calcarenitas conglomeráticas y areniscas con cantos de 1 a 2 cm., esencialmente. Estos niveles se encuentran mineralizados, habiendose observado en las inmediaciones del embalse del Cenajo, en proximidad a un borde diapirico de materiales de facies Keuper, como, los cantos de yeso que constituyen los niveles detriticos se encuentran, a veces, en un 90%, sustituidos a azufre. Esto implica en principio que el metasomatismo de los niveles evaporíticos y su sustitución en calizas y/o azufre se produjo como muy temprano a partir del Plioceno medio, si como parece evidente la unidad superior evaporítica pertenece al Messiniense 2 - Plioceno 1.

Inmediatamente por debajo del tramo 1A, se encuentra la unidad superior constituida esencialmente por la alternancia de margas, laminitas, niveles de yeso y calizas (de sustitución) con nódulos de azufre bioepigenético, al menos en su tramo superior, en donde se ubican las labores mineras de Hellín (Barrio de las Minas) y del Cenajo.

La uniformidad de facies que presenta la cuenca en toda su extensión, si exceptuamos los sectores más próximos a sus bordes, hace predecir que por debajo de las facies lacustres diatomíticas se van a presentar los niveles evaporíticos con laminitas enriquecidas en materia orgánica así como en azufre y/o caliza, Si bien los niveles Kerogénicos también se presentan alternantes con los de trípoli, debido a que las condiciones euxínicas se mantienen y repiten

periodicamente a lo largo de la evolución sedimentológica de la cuenca, desde semiconfinada a confinada (lacustre).

Además, desde el punto de vista del interés en cuanto a depósitos de azufre, la cuenca presenta otras características tectónicas favorables como son la extrusión de materiales triásicos de facies Keuper (evaporíticos) y/o volcánicos, factores que han podido contribuir a un mayor desarrollo de la mineralización con la creación de estructuras más favorables (abombamientos) y, de reactivación de las reacciones metasomáticas que dan lugar a la sustitución de los niveles de yeso en calizas y/o azufre.

Según estas características geológicas generales de la zona y de acuerdo con las opiniones de B. Kubica, especialista polaco en depósitos de azufre biogénico, se decidió el estudio más detallado del sector de Socovos que a priori presenta condiciones más favorables de presentar un depósito de este elemento de mayor interés.

#### 3.4.2.1. Sector de Socovos

##### Introducción

Como se ha comentado anteriormente el sector de Socovos se encuentra situado al Sur de la provincia de Albacete, incluido con en su totalidad en la hoja del M.T.M. a escala 1:50.000 nº 867 (Elche de la Sierra).

En él se encuentran antiguas labores de extracción de azufre enmarcadas en un contexto geológico-minero mucho más amplio, para este elemento, que incluye importantes y antiguas zonas mineras (zona de Hellín, Barrio de las Minas, Cenajo, etc).

En este sector se ha realizado recientemente un estudio geológico denominado "Investigación de azufre en el área de Hellín-Socovos (Albacete-Murcia)" que se utiliza en este trabajo como elemento básico, demarcando el área favorable con manifestaciones de azufre, situando las labores mineras antiguas e incluyendo nuevos elementos, sobre todo de índole litoestratigráfica y estructural que han surgido como consecuencia de la realización de la cartografía geológica.

El objetivo del estudio ha consistido especialmente en relacionar los indicios de azufre observados en el área, con los distintos elementos estructurales que presenta el sector teniendo en cuenta fundamentalmente las zonas anticlinales, abombamientos y fracturas como áreas más favorables.

### Litoestratigrafía

El área de estudio se configura casi en su totalidad como una de las numerosas cuencas intramontañosas de las Cordilleras Béticas que en el Mioceno Superior adquiere un carácter marcadamente continental (lacustre, fluvio-lacustre) con desarrollo local de facies evaporíticas a la que se suelen asociar los indicios de azufre.

Exceptuando los materiales del Substrato Bético, (constituido en la zona por Trias en facies Keuper, Jurásico y Cretácico incluidos en el Prebético externo) afloran sedimentos del Mioceno medio al Cuaternario que se han dividido en varios tramos.

Los niveles inferiores del Mioceno medio (tramo 4 del plano geológico) son calizas lacustres en bancos potentes con briozoos y algas que frecuentemente tienen aspecto brechoide pasando a calcirruditas y conglomerados de matriz

carbonatada. Superpuestas a este tramo se observan calizas arenosas (tramo 5) con gasterópodos y algas que intercalan localmente lechos arenosos.

El Mioceno superior se corresponde con un potente conjunto (más de 300 mts.) detrítico-carbonatado que en algunos sectores incluyen niveles evaporíticos y en algún punto bancos de diatomitas. Hacia la base (tramo 6) dominan los niveles margosos (margas arenosas y limosas) con niveles de calizas tableadas, arenosos y conglomeráticos.

En el sector central de la zona se ha diferenciado un "subtramo" (tramo G<sub>A</sub>) caracterizado por presentar niveles de yeso y abundantes niveles calcareos con textura "móldica" con probable origen de reemplazamiento y que presentan agregados y pequeños nódulos de azufre.

En este sector es donde se han localizado las distintas labores.

El Mioceno Superior pasa hacia el techo a niveles de arenas, areniscas y conglomerados (tramo 7).

El Plioceno (tramo 8) aflora fundamentalmente al Sur de la zona y está constituido también en su totalidad por conglomerados y areniscas con un claro origen fluvial.

En el Cuaternario (tramo 9) se han incluido los depósitos coluvionares y aluvionares así como algunas costas carbonatadas.

### Tectónica

Gran parte de los sedimentos del Mioceno superior y Plioceno que afloran en la zona aparecen horizontales o con unos buzamientos bajos (menores de 10°) que atestiguan la

escasa actividad tectónica que sufrió la zona en estas épocas. En su sector oriental, al Norte de Almiraz, se observa la disposición sinclinal típica de muchas de las cuencas que se corresponden con rellenos de depresiones intramontañosas de los relieves béticos, en donde las capas presentan buzamientos variables hacia el centro de la cuenca.

El borde Sur en este sector lo constituye una intrusión diapírica de Trias en facies Keuper que se extiende en un afloramiento muy alargado de unos 5 kms. Las capas en contacto con el Trias están fuertemente inclinadas o verticalizadas aunque se amortiguan rápidamente hacia el centro de la Cuenca.

Los elementos tectónicos distorsionados en la disposición homogénea citada de la cuenca, son el afloramiento extrusivo citado y las fracturas asociadas a un afloramiento Jurásico que aparece situado en el centro de la cuenca rodeado por sedimentos miocénicos.

Este afloramiento, situado al Sur de la aldea de El Cañar, aparece limitado por fracturas N 130°E a N 150°E. Estas fracturas junto con otras subparalelas producen repliegues en la serie miocena bastante acusados en algunos puntos.

Al Sur del afloramiento junto a la fractura directa que lo limita, se observan las capas de margas yesíferas verticalizadas y pliegues métricos muy apretados. Algo más al Sur hay algunos repliegues de mayor radio y más lazos.

Al NW del relieve mesozoico citado se observa un claro pliegue anticlinal situado entre dos fracturas N 130° E y que presenta asimismo esta dirección.

En el flanco Norte las capas llegan a ponerse subverticales en las cercanías de las fracturas mientras que en el flanco Sur los buzamientos oscilan entre  $30^{\circ}$  y  $50^{\circ}$ . En este pliegue se localizan varias de las labores para azufre existentes en la zona.

En el sector W de la zona las capas aparecen siempre horizontales o subhorizontales.

#### 3.4.2.2. Minería

En el área estudiada se han diferenciado 4 indicios correspondientes a otras tantas labores o grupos de labores antiguas realizadas para extraer el azufre. Todos ellos se encuentran en el sector central del área estudiada, situado entre las aldeas de El Casar y Casas del Arroyo en donde afloran niveles margosos y carbonatados con textura "móldica" que intercalan abundantes niveles de yeso. El azufre aparece como agregados entre las calizas rellenando huecos o como ligeras diseminaciones en las margas.

La situación de los indicios se muestra en el plano geológico y en las fichas de los indicios correspondientes.

A continuación se describen someramente las características de cada indicio.

##### INDICIO 1

Se trata de un pozo de unos 4 m. de diámetro, semihundido, observándose en la actualidad con una profundidad de unos 3 m. En la escombrera, de unos  $300 \text{ m}^3$ , se observan numerosos fragmentos de caliza con azufre. Se sitúa muy cerca de la charnela del anticlinal situado al NW del

afloramiento Jurásico citado en el apartado anterior. En la embocadura del pozo las capas buzán 15° al SW.

#### INDICIO 2

Se sitúa en el flanco N del anticlinal citado junto a una fractura de dirección N 130° E. Es un pozo vertical de unos 4 m. de diámetro y de 20-30 m. de profundidad en donde se observan las capas buzando de 70° a 80° al N. Hay algunas excavaciones superficiales en las proximidades. En la escombrera no se ha observado mineralización aunque ha desaparecido casi en su totalidad.

#### INDICIO 3

Es un pozo hundido con una pequeña escombrera y una pequeña excavación superficial. En un afloramiento próximo se observan niveles de calizas tableadas alternando con yesos que incluyen pequeños agregados de azufre.

#### INDICIO 4

Son un par de pequeñas labores no descritas anteriormente, situadas a ambos lados del camino que conduce de Socovos a El Cañar. Se observan dos pequeños pozos hundidos y pequeñas escombreras y una pequeña cantera de unos 40 m. de anchura con un frente de excavación de unos 2 m.

En el centro se observan restos de un antiguo horno. La posición geológica es muy similar a la del indicio 1.

Desde el punto de vista histórico, las antiguas minas existentes en el término de Socovos son objeto de atención en un informe de J. Mesequer Pardo, en el que indica que sus condiciones estratigráficas y litológicas

son completamente análogas a las de Hellín y Cenajo "habiéndose descubierto algunas capas de margas y yesos que contienen azufre y pertenecen a la formación Miocena lacustre".

Este autor indica además "no obstante el excelente aspecto del yacimiento y la existencia de trabajos subterráneos que han permitido la extracción de cantidades de azufre que revisten cierta importancia, no se ha podido beneficiar el metaloide ni efectuar exportación alguna de la mina, a causa de los 30 Km. de distancia a que sería preciso transportar los productos, con la elevación consiguiente de precio".

Por otro lado, en el proyecto de investigación realizado en 1988, se efectuaron cuatro sondeos en el sector de máxima concentración de indicios, el más profundo de 65 m. de longitud, cortándose en todos ellos pequeños niveles con azufre, especialmente, en mayor cantidad, en el sondeo realizado en proximidad a una zona de charnela anticlinal.

### 3.4.3. Areas de interés

Después del reconocimiento geológico realizado y teniendo en cuenta el objetivo que se perseguía, que era el detectar zonas favorables estructuralmente para la acumulación de azufre y el relacionar los indicios de azufre existentes en el área con las estructuras reconocidas, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- 1) Gran parte de la zona presenta una tectónica muy tranquila con buzamientos horizontales o subhorizontales. Sólo en el sector oriental se observa una cierta disposición sinclinorial con las capas buzando suavemente desde los bordes de la cuenca hacia el centro.

- 2) En este sector oriental se observa también una alineación extrusiva de Trias en facies Keuper que provoca una cierta tectonización en los bordes, en el contacto con la serie Miocena apareciendo verticalizaciones en las capas y pliegues menores. Al Sur de la aldea de Almirez, justo en este contacto, se han reconocido varias labores (calicatas y pequeñas canteras) que se han situado en el plano geológico aunque la no aparición de mineralización, ni en los afloramientos ni en las escombreras, hace dudar de su origen minero.
- 3) Los elementos tectónicos que producen una cierta dislocación tectónica en la zona, son una serie de fracturas asociadas a un afloramiento Jurásico situado en el sector central del área, rodeando por la serie yesífera Miocena.

Entre estas fracturas de dirección N 130° E a N 150° E se observan varios repliegues que alcanzan un escaso desarrollo.

- 4) El elemento tectónico más a destacar es un anticlinal situado al NW del afloramiento citado, cuyos flancos aparecen limitados por dos fracturas. En este anticlinal aparecen varios de los indicios observados en la zona, dos junto a la zona de charnela y otro en la fractura que limita el flanco Norte.

Esta estructura, a pesar de su escasa continuidad y desarrollo, es la que parece más favorable en la zona para albergar mineralizaciones de azufre de cierta entidad. Asimismo pueden ser de gran interés las zonas de borde, tanto septentrionales como meridionales de los materiales diapíricos de facies Keuper según lo observado en las márgenes del Trias del sector del Cenajo, ya que estos niveles plásticos evaporíticos,

constituidos periódicamente en terrenos subaéreos, han aumentado el aporte de sulfatos a la cuenca, constituyendo niveles detríticos con yeso, posteriormente transformado en azufre y/o caliza, por lo que en estos sectores pueden encontrarse dos tramos mineralizados superpuestos, el inferior constituido por los niveles evaporíticos lacustres y el superior formado esencialmente por niveles detríticos con yeso procedente de la desmantelación de materiales Triásicos.

**4.- RESUMEN, CONCLUSIONES. RECOMENDACIONES**

#### 4.- RESUMEN. CONCLUSIONES. RECOMENDACIONES

- El objetivo fundamental de este proyecto es la delimitación y caracterización geológico-minera de los indicios, explotaciones antiguas, tramos y niveles de azufre biogénico en varias zonas de las provincias de Alicante, Albacete y Murcia, para seleccionar áreas de interés.
- La exploración se amplía a la provincia de Valencia así como con el estudio bibliográfico sobre el azufre en cuanto a sus características geológico-mineras, forma de presentarse, tipo de depósitos y condiciones socio-económicas.
- Las etapas de trabajo han constituido en recopilación y estudio bibliográfico, localización y estudio de indicios, estudio a escala 1:25.000 de tres áreas, análisis e interpretaciones de cuencas, estudios sedimentológicos y paleontológicos y sondeos mecánicos con recuperación de testigo continuo.
- Del estudio de las características y condiciones socio-económicas del azufre, se deduce:
  - Es una sustancia insustituible en la industria.
  - La demanda es superior a la oferta.
  - Altos costos para la implantación o modernización de plantas de obtención de azufre de otras fuentes distintas al azufre biogénico (brimstone).
  - Máximo desarrollo actual, por lo anterior, y futuro de depósitos de azufre de tipo bioepigenético explotados mediante el método Frasch.

- Los parámetros fundamentales para la exploración de este tipo de yacimientos son:
  - Presencia de niveles evaporíticos, debidos a sedimentación o movimientos halocinéticos de facies evaporíticas Triásicas, en paquetes de cierta potencia.
  - Formación impermeable a techo de los materiales evaporíticos, al objeto de retener el máximo tiempo posible y en cantidad considerable el  $\text{SH}_2$  que debe ser oxidado para dar lugar al azufre.
  - Formación permeable a muro de los niveles de anhidrita o yeso.
  - Presencia de importantes fracturas y/o intensa red de diaclasas, vías de acceso de hidrocarburos e incluso circulación de agua necesaria para la oxidación.
  - Zonas de charnelas anticlinales o incluso débiles abombamientos de los materiales superficiales que puedan denunciar la presencia de un domo salino en profundidad.
- Para desarrollar el método Frasch, el depósito debe estar al menos entre 70 y 80 m. de profundidad.
- En la provincia de Valencia existen antiguas denuncias para azufre, actualmente caducadas, pero no se ha detectado ningún indicio con azufre nativo visible.
- Si existen otras manifestaciones ligadas a los depósitos y formación de este elemento, como son los manan-

tiales de aguas sulfurosas, las principales en materiales evaporíticos triásicos.

- Se definen, en esta provincia, dos áreas o cuencas de interés de donde pueden existir depósitos de azufre bioepigenético de tipo "caprockh", a techo de domos evaporíticos de facies Keuper, recubiertos por materiales Terciarios, que a su vez presentan niveles evaporíticos de entidad, yesos de Los Ruices y Niñerola.
- El interés de estas áreas, denominadas Venta del Morollos Pedrones y Godelleta se basa en su contexto litoestratigráfico y tectónico favorable.
- En la provincia de Alicante si se han detectado indicios de azufre biogénico en sectores en donde era citado por la bibliografía antigua y existían antiguas denuncias. Ej.: Cati (Petrel).
- Todas las denuncias antiguas con mineralización visible o no, están en relación con materiales evaporíticos de facies Keuper. Las manifestaciones visibles, además, con estructuras discontinuas (fracturas).
- El contexto litoestratigráfico-estructural es similar al que se presenta en la provincia de Valencia, en donde destaca esencialmente la actividad diapírica de las facies evaporíticas del Trias Keuper.
- En base a encontrar depósitos bioepigenéticos del tipo "caprockh", se seleccionaran áreas en donde puedan existir domos evaporíticos recubiertos por materiales terciarios. Es decir diapíros tipo Pinoso, no aflorantes.

- Las alineaciones diapíricas más importantes presentan directrices NE-SO y NO-SE, siendo la primera la más importante, marcando ejes estructurales como el de Pinoso-Sax-Castalla.
- Dentro de estas alineaciones el sector con máximas posibilidades sería la superficie abarcada por el polígono en cuyos vértices se sitúan, aproximadamente Biar-Sax-Monovar-Elda-Castalla ya que en los materiales terciarios que rellenan la zona central de este polígono se observan, además, niveles evaporíticos susceptibles de haber sufrido en profundidad, su sustitución en caliza y azufre, por aporte de hidrocarburos.
- Otra área favorable es la cubeta terciaria del Barranco de las Quinquilleras, en donde los materiales miopliocenos, con niveles de yeso, pueden estar fosilizando fracturas NO-SE por donde se inyectan materiales evaporíticos triasicos con azufre biogénico (indicio de Catí).
- En la provincia de Murcia la mayor parte de las denuncias antiguas se centran en el sector de Lorca, en donde se encuentra una de las antiguas minas de azufre más importantes de España hasta casi mediados de siglo, junto con Hellín y Libros.
- Existen otros indicios más o menos importantes, todos con antiguas labores de explotación, como las de Fortuna, Mula, Librilla y Abaran esencialmente.
- Se selecciona para un estudio más detallado, a escala 1:25.000, el indicio de Abaran por ser el más desconocido en cuanto a exploraciones actuales, poseer buenas perspectivas en sus referencias bibliográficas antiguas (J. Mesequer Pardo) y presenta dentro del

contexto en donde se enclava características litoestratigráficas estructurales favorables, como es la extrusión de materiales de facies Keuper, que no se observan en las cuencas de Lorca y Fortuna-Alhama.

- En base a la cartografía geológica a escala 1:25.000, reconocimiento de indicios, estudios sedimentológicos y paleontológicos y sondeos mecánicos con recuperación de testigo continuo, se define un tramo, entre los 72 y 90 m. de profundidad, constituido por calizas brechoides, margas, niveles bituminosos (laminitas) y azufre, este elemento muy abundante entre los 84 y 86 m. y los 87 a 90 m.
- Este tramo corresponde a la unidad tectosedimentaria del Messiniense 2 - Plioceno 1, y su falta de continuidad lateral y espesor se interpreta como debida a encontrarse, el sector explorado, en el borde de la cuenca neógena.
- Las posibilidades de encontrar una mineralización de mayor interés aumentan hacia el interior de la cuenca, en donde la unidad favorable puede poseer mayor potencia además de estar afectada por la actividad halocínética de materiales plásticos de facies Keuper, tal como se observa en su sector centro-oriental.
- En la provincia de Albacete las antiguas denuncias para azufre se encuentran ubicadas en el coto minero de Hellín, importante mina de azufre en el pasado. Este coto minero comprende parte de las antiguas labores de extracción denominadas Cenajo y Socovos.
- Todo el sector está ocupado actualmente para permisos de exploración e investigación para azufre.

- En toda la cuenca de Hellín - Cenajo - Socovos se dan características litoestratigráficas - estructurales muy favorables, destacando la presencia de:
  - Niveles evaporíticos, alternantes con laminitas kerogénicas, con azufre biogénico (objeto de las antiguas e importantes explotaciones).
  - Actividad diapírica de materiales evaporíticos de facies Keuper.
  - Manifestaciones volcánicas.
  - Materiales permeables a muro de la formación favorable.
  - Materiales impermeables o poco permeables, (tramos de diatomitas), a techo de la formación favorable.
- A pesar de que toda la cuenca posee condiciones favorables, sobre todo a muro de las formaciones o unidad diatomítica, se selecciona el sector de Socovos por haberse observado allí una mayor intensidad de metasomatismo, es decir, sustitución de niveles evaporíticos en caliza y/o azufre.
- En Socovos, los niveles calcareos son idénticos a los que se presentan en los depósitos de azufre polacos (información personal de B. Kubica).
- Del estudio geológico-minero a escala 1:25.000 del sector de Socovos se deducen dos sectores de interés, en función de la estructura y de las características litosedimentarias.

- Uno de los sectores es el borde meridional de la alineación diapírica triásica que se dispone en el centro del área, en directriz aproximada NO-SE, en donde pueden encontrarse dos tramos superpuestos mineralizados.
- Otro de los sectores es en donde se concentran las antiguas labores, concretamente la charnela anticlinal que conforma los materiales neógenos posible respuesta en superficie de la continuación del domo diapírico anterior, en profundidad.
- Recordando que para el desarrollo del método Frasch, el objetivo, en este caso, el yacimiento de azufre, debe poseer una cobertera superior a los 70 m. los estudios de exploración de las áreas seleccionadas deben consistir esencialmente en los siguientes:

Áreas de Valencia y Alicante: (Venta de Moro-Pedroches, Godolleta, Biar-Sax-Monovar-Elda-Castalla, Bco. de Quinquilleras (Cati))

- Estudio geológico-minero a escala 1:25.000 con especial énfasis en la detección y delimitación de las estructuras favorables (antiformas, abombamientos, ejes anticlinales, etc.).
- Estudios de geofísica que permita la comprobación de estas estructuras en profundidad, o la detección de otras sin representación en superficie Ej.: fallas fosilizadas.
- Sondeos mecánicos con recuperación de testigos continuo.

Area de Abaran:

- . Geofísica para detectar los domos salinos si existen según el esquema nº 11
- . Sondeos mecánicos con recuperación de testigo continuo en proximidad a los puntos JU-2, JU-5 y JU-7.

Area de Socovos:

- . Estudio geológico-minero a escala 1:25.000 de toda la cuenca con especial énfasis en la delimitación de estructuras favorables bajo la unidad diatomítica.
- . Estudios geofísicos para comprobar o verificar estas estructuras, espesores de los niveles diatomíticos y nuevas estructuras no representadas en superficie.
- . Sondeos mecánicos con recuperación de testigo continuo en las áreas seleccionadas por su mayor interés.
- . Sondeos mecánicos en el borde meridional de la alineación diapírica del sector de Socovos y en la zona de charnela anticlinal (indicio nº 1, plano nº 4) con el objetivo situado a más de 70 m. de profundidad.
- . Sondeos mecánicos al Sur de las explotaciones principales del Coto Minero de Hellín, Barrio de las Minas, por y según el esquema de la Figura nº 15.

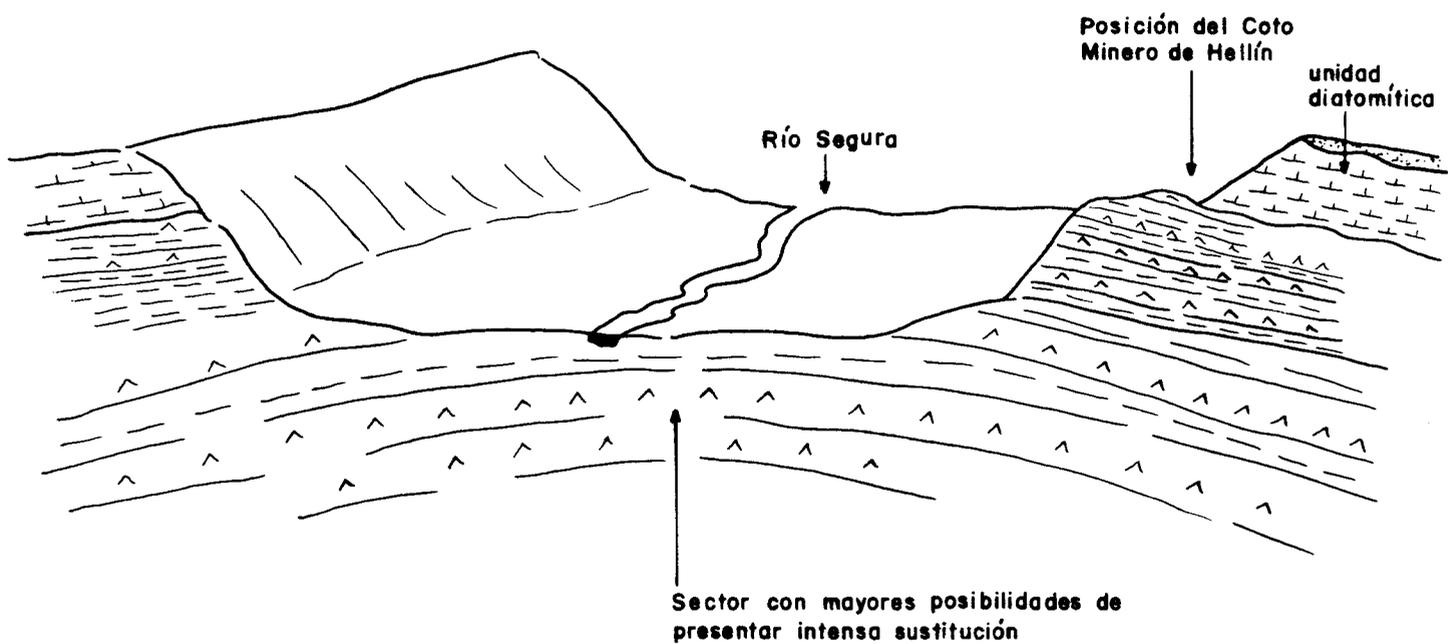


FIG. Nº 15 . - AREA DE INTERES DEL COTO MINERO DE HELLIN

**ANEXO**

**FICHAS DE INDICIOS, ANALISIS  
PALEONTOLOGICOS Y PETROGRAFI-  
COS**

| <p><b>INDICIO O DEPOSITO N.º</b> JU-1</p> <p><b>SUBSTANCIA:</b> AZUFRE</p> <p><b>AUTOR:</b> C.G.S.</p>                                                                          | <p><b>MAPA METALOGENICO 1:200.000 N.º</b> 72</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                 |         |                  |          |  |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------|------------------|----------|--|----------|
| <p><b>DENOMINACION:</b> Abaran</p> <p><b>PARAJE:</b> Cañada de Alicante</p> <p><b>LOCALIDAD:</b> CIEZA</p> <p><b>PROVINCIA:</b> MURCIA</p>                                      | <table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="829 358 1268 403">COORDENADAS UTM</th> <th data-bbox="1268 358 1528 403">LAMBERT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="829 415 1268 483">812735<br/>416141</td> <td data-bbox="1268 415 1528 483">X: .....</td> </tr> <tr> <td></td> <td data-bbox="1268 483 1528 551">Y: .....</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>ACCESOS:</b> A 24 Km. de Jumillas en dirección Murcia hay un cruce hacia la Zarza y a 5 Km. de de este cruce a la izquierda sale el camino de Casa las Minas dondes está el indicio.</p> | COORDENADAS UTM | LAMBERT | 812735<br>416141 | X: ..... |  | Y: ..... |
| COORDENADAS UTM                                                                                                                                                                 | LAMBERT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                 |         |                  |          |  |          |
| 812735<br>416141                                                                                                                                                                | X: .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                 |         |                  |          |  |          |
|                                                                                                                                                                                 | Y: .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                 |         |                  |          |  |          |
| <p><b>MUESTRAS N.º</b> JU-1A - JU-1B</p> <p><b>LAMINAS DELGADAS N.º:</b></p> <p><b>PROBETAS PULIDAS N.º:</b></p> <p><b>ANALISIS QUIMICOS:</b></p> <p><b>OTROS ANALISIS:</b></p> | <p><b>MAPA 1:50.000 N.º</b> 891-Cieza</p> <p><b>OTROS MAPAS:</b></p> <p><u>FOTO AEREA</u></p> <p><b>VUELO:</b></p> <p><b>ESCALA:</b></p> <p><b>PASADA:</b> B 16-17</p> <p><b>N.º:</b> 0670-0671</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                 |         |                  |          |  |          |

**DATOS GEOLOGICO-MINEROS**

**ROCA ENCAJANTE**

**LITOLOGIA:** Margas grises masivas, por encima tienen areniscas calcáreas y calcarenitas con abundantes restos fosiles de lamelibranquios.

**ALTERACIONES (Supergénicas e hipogénicas):**

**UNIDAD O DOMINIO GEOTECTONICO:** Dominio del prebético interno

**ENTORNO GEOLOGICO:** Margas del mioceno superior

## MINERALIZACION

MORFOLOGIA: Desconocida

ESTRUCTURA Y TEXTURA:

MINERALOGIA

M. PRINCIPALES: Azufre y Yeso

M. ACCESORIOS:

ANALISIS QUIMICOS:

LABORES MINERAS: Se aprecia un pozo vertical en la parte superior y varios planos inclinados que pueden estar comunicados (Fig. 2 y 4) y diversas calicatos al mismo nivel que los planos inclinados.

VOLUMEN ESCOMBRERAS: Mediano

LEYES Y RESERVAS: Se desconocen

HISTORIA MINERA: SE recoge en la memoria de este informe y según Maseguer Pardo (1923)

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS E INFORMES:

Mapa metalogenético de España Hoja 72 (Elche)

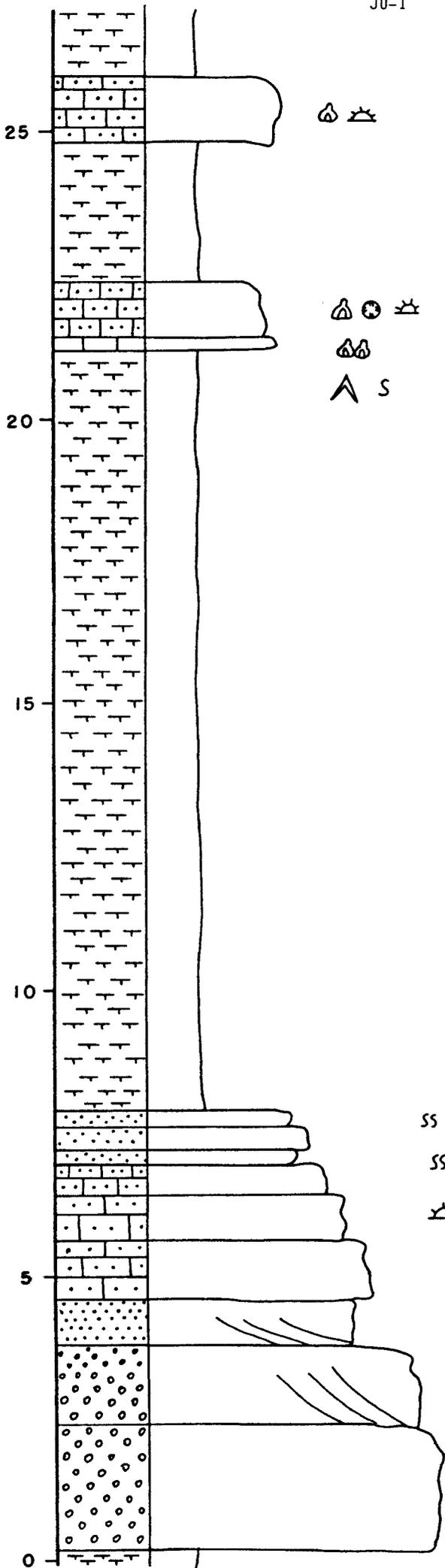
Investigación de pizarras bituminosas en relación con manifestaciones de azufre ITGE 1981

Posibilidades de azufre biogénico en la Península ITGE 1984

Yacimientos de azufre de las provincias de Murcia y Albacete, J. Meseguer Pardo, 1923

EXPLORACION REALIZADA:

JU-1



Margas grises masivas.

Calcarenitas con abundante registro fosil

Margas grises

Calcarenitas y areniscas con abundantes fosiles

Lumaquela formada por conchas de braquiapodos.

Filoncillos rellenos por yesos fibrosos de 3 a 5 cm. de espesor.

Margas grises masivas parcialmente cubiertas.

SS ≡ Areniscas de grano grueso

SS

☀ Calcarenitas y areniscas calcáreas.

SS

Conglomerados poligénicos.

----- Conglomerados poligénicos.

# ESQUEMAS Y CORTES GEOLOGICOS

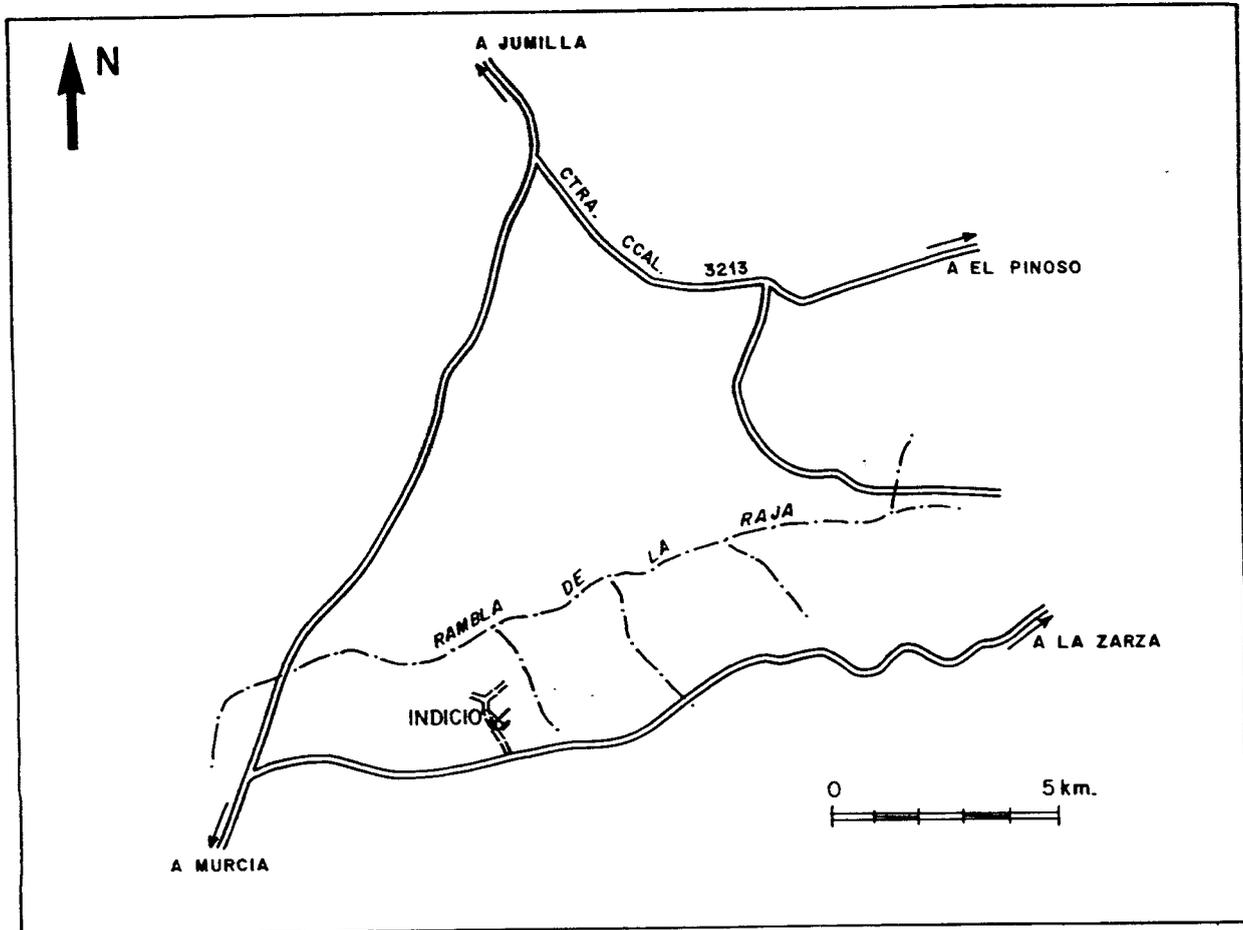


Fig. 1.- Situación geográfica del indicio minero

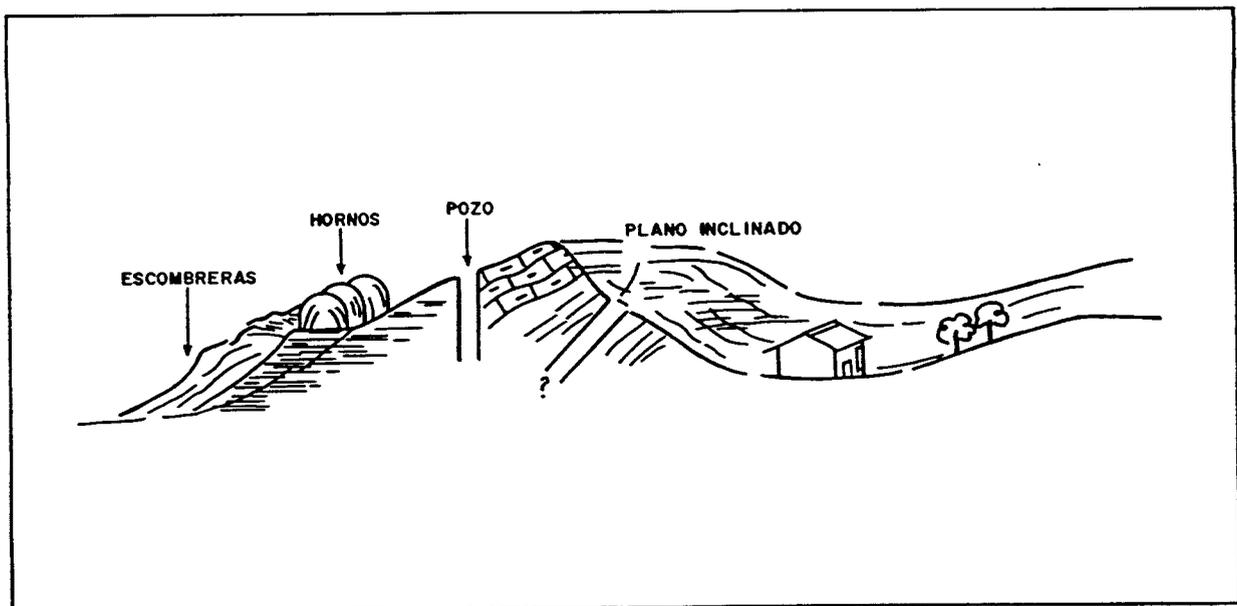


Fig.2 Esquema del laboreo minero

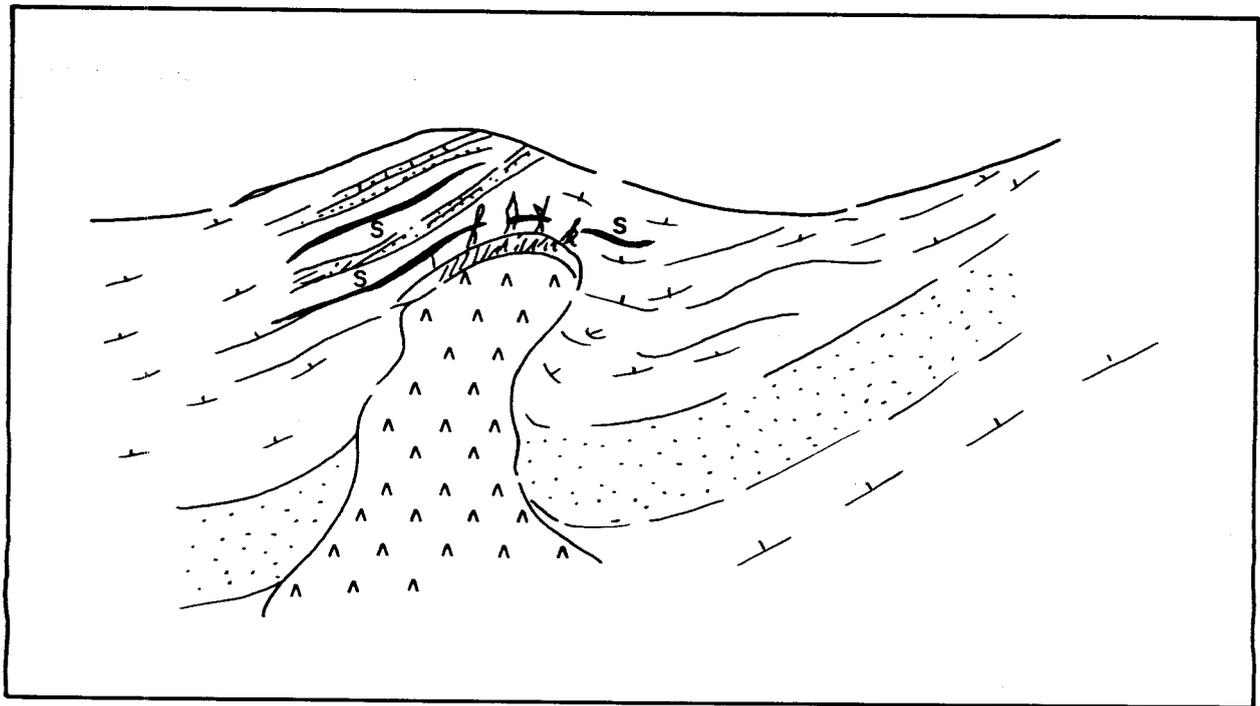


Fig. 3 Interpretación de la posible génesis del yacimiento

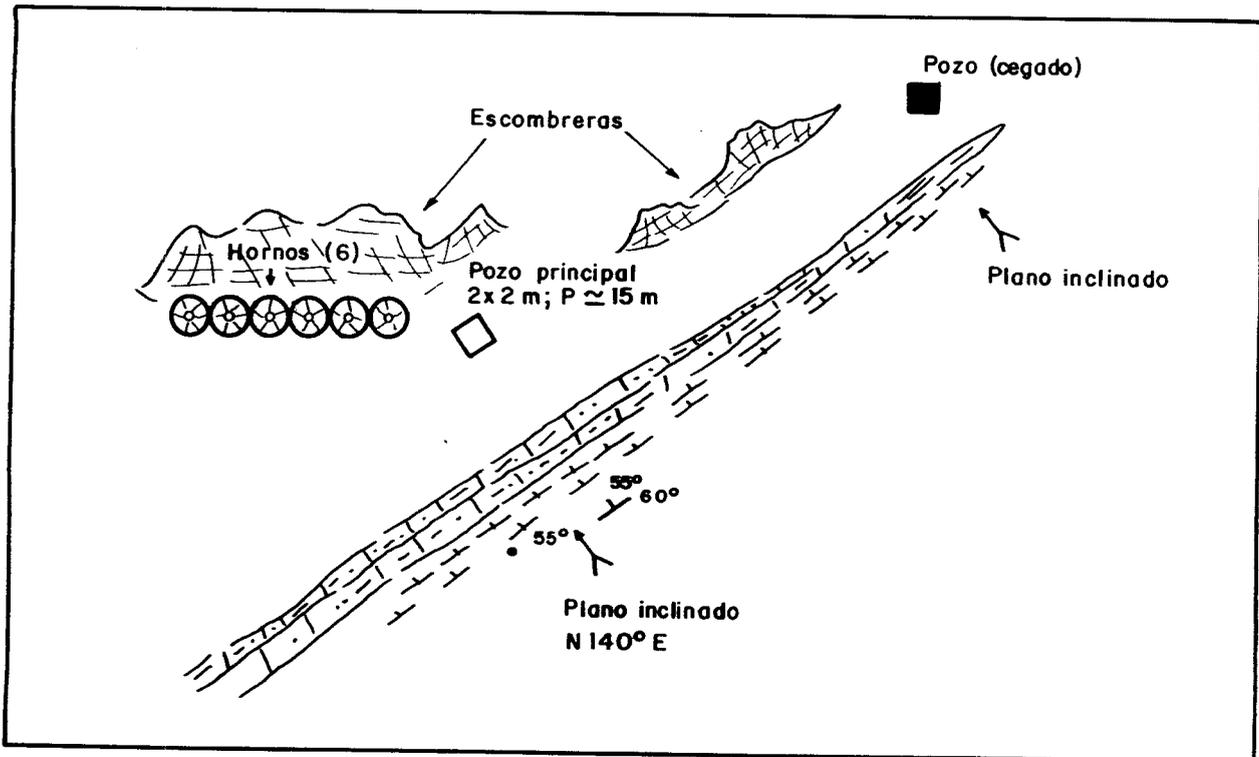


Fig. 4 Esquema en planta de las antiguas labores

|                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                       |                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>INDICIO O DEPOSITO N.º</b>      JU-2</p> <p><b>SUBSTANCIA:</b>      AZUFRE</p> <p><b>AUTOR:</b>      C.G.S.</p>                                             | <p><b>MAPA METALOGENICO 1:200.000 N.º</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                       |                                                                                       |
| <p><b>DENOMINACION:</b></p> <p><b>PARAJE:</b>      CAÑADA DE ALICANTE</p> <p><b>LOCALIDAD:</b>      CIEZA</p> <p><b>PROVINCIA:</b>      MURCIA</p>                | <table border="1"> <tr> <td data-bbox="822 323 1280 562"> <p><b>COORDENADAS</b></p> <p>810645</p> <p>415062</p> </td> <td data-bbox="1280 323 1561 562"> <p><b>UTM</b></p> <p><b>LAMBERT</b></p> <p><b>X:</b> .....</p> <p><b>Y:</b> .....</p> </td> </tr> </table> <p><b>ACCESOS:</b>      A 3,5 Km. del cruce de la carretera de la Zarza con la carretera Jumilla-Murcia en dirección la Zarza hay un desvío a la izquierda a las lomas de Majaén.</p> | <p><b>COORDENADAS</b></p> <p>810645</p> <p>415062</p> | <p><b>UTM</b></p> <p><b>LAMBERT</b></p> <p><b>X:</b> .....</p> <p><b>Y:</b> .....</p> |
| <p><b>COORDENADAS</b></p> <p>810645</p> <p>415062</p>                                                                                                             | <p><b>UTM</b></p> <p><b>LAMBERT</b></p> <p><b>X:</b> .....</p> <p><b>Y:</b> .....</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                       |                                                                                       |
| <p><b>MUESTRAS N.º</b></p> <p><b>LAMINAS DELGADAS N.º:</b></p> <p><b>PROBETAS PULIDAS N.º:</b></p> <p><b>ANALISIS QUIMICOS:</b></p> <p><b>OTROS ANALISIS:</b></p> | <p><b>MAPA 1:50.000 N.º</b>      891 Cieza</p> <p><b>OTROS MAPAS:</b></p> <p><u><b>FOTO AEREA</b></u></p> <p><b>VUELO:</b></p> <p><b>ESCALA:</b></p> <p><b>PASADA:</b>      8 15-16</p> <p><b>N.º:</b>      0669-0670</p>                                                                                                                                                                                                                                 |                                                       |                                                                                       |

**DATOS GEOLOGICO-MINEROS**

**ROCA ENCAJANTE**

**LITOLOGIA:**      Margas grises marinas con pequeños filoncillos de yesos de dirección N50/60°NW

**ALTERACIONES (Supergénicas e hipogénicas):**

**UNIDAD O DOMINIO GEOTECTONICO:**      Dominio del prebético interno

**ENTORNO GEOLOGICO:**      Margas del mioceno superior

## MINERALIZACION

**MORFOLOGIA:** Diseminaciones de pequeños puntos de azufre en margas.

**ESTRUCTURA Y TEXTURA:** La mineralización esta asociada a facturillas rellenas por yesos

### MINERALOGIA

M. PRINCIPALES: Yeso

M. ACCESORIOS: Azufre

**ANALISIS QUIMICOS:**

**LABORES MINERAS:** No hay

**VOLUMEN ESCOMBRERAS:**

**LEYES Y RESERVAS:**

**HISTORIA MINERA:**

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS E INFORMES:**

**EXPLORACION REALIZADA:**

# ESQUEMAS Y CORTES GEOLOGICOS

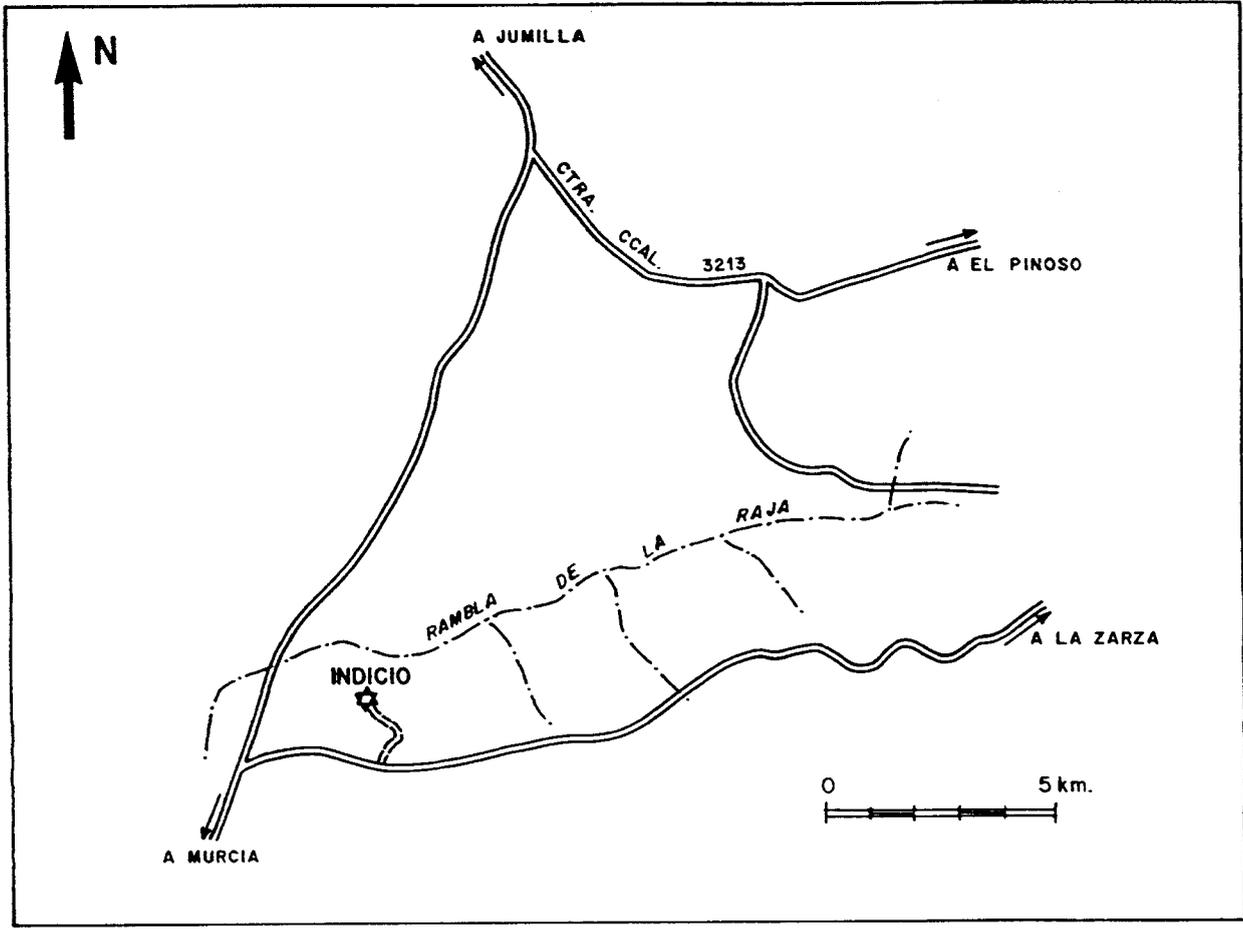
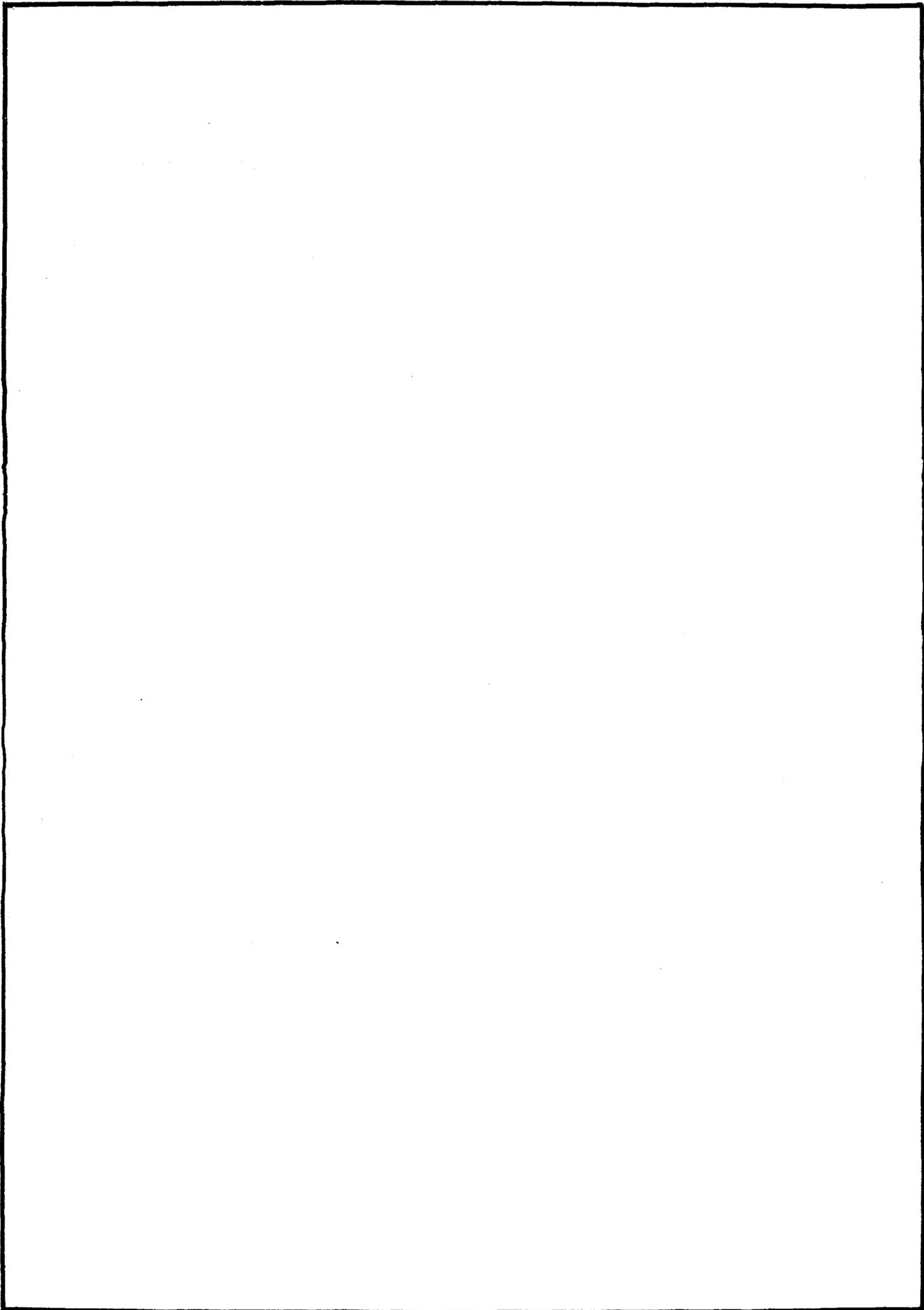


Fig. 1 Situación geográfica del indicio minero



Vertical text or markings along the right edge of the page, possibly a page number or header information, which is mostly illegible due to the high contrast and scan quality.

|                                                                                         |                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| <b>INDICIO O DEPOSITO N.º</b> JU-5<br><b>SUBSTANCIA:</b> AZUFRE<br><b>AUTOR:</b> C.G.S. | <b>MAPA METALOGENICO 1:200.000 N.º</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|

|                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                    |            |                |  |        |          |  |        |          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------|----------------|--|--------|----------|--|--------|----------|
| <b>DENOMINACION:</b> Abaran<br><br><b>PARAJE:</b> LA RAJA<br><br><b>LOCALIDAD:</b> CIEZA<br><br><b>PROVINCIA:</b> MURCIA | <table border="0"> <tr> <td><b>COORDENADAS</b></td> <td><b>UTM</b></td> <td><b>LAMBERT</b></td> </tr> <tr> <td></td> <td>816715</td> <td>X: .....</td> </tr> <tr> <td></td> <td>419732</td> <td>Y: .....</td> </tr> </table> <p><b>ACCESOS:</b> A través de un camino que sale de la carretera de la Zarza y va las Casas del Olmo, cruzando la rambla de la Raja.</p> | <b>COORDENADAS</b> | <b>UTM</b> | <b>LAMBERT</b> |  | 816715 | X: ..... |  | 419732 | Y: ..... |
| <b>COORDENADAS</b>                                                                                                       | <b>UTM</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>LAMBERT</b>     |            |                |  |        |          |  |        |          |
|                                                                                                                          | 816715                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | X: .....           |            |                |  |        |          |  |        |          |
|                                                                                                                          | 419732                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Y: .....           |            |                |  |        |          |  |        |          |

|                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>MUESTRAS N.º</b> JU-5<br><br><b>LAMINAS DELGADAS N.º:</b><br><br><b>PROBETAS PULIDAS N.º:</b><br><br><b>ANALISIS QUIMICOS:</b><br><br><b>OTROS ANALISIS:</b> | <b>MAPA 1:50.000 N.º</b> 869 Jumilla<br><br><b>OTROS MAPAS:</b><br><br><u>FOTO AEREA</u><br><br><b>VUELO:</b><br><b>ESCALA:</b><br><b>PASADA:</b> G-20-21<br><b>N.º:</b> 2815-2816 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**DATOS GEOLOGICO-MINEROS**

**ROCA ENCAJANTE**

**LITOLOGIA:** Son margas grises marinas que presentan filoncillos de yeso fibroso subverticales y de dirección N20 aproximadamente.

**ALTERACIONES (Supergénicas e hipogénicas):**

**UNIDAD O DOMINIO GEOTECTONICO:** Dominio del prebético interno

**ENTORNO GEOLOGICO:** Margas del mioceno superior

## MINERALIZACION

**MORFOLOGIA:** Diseminaciones de pequeños puntos de azufre en margas.

**ESTRUCTURA Y TEXTURA:** La mineralización está asociada a fracturillas rellenas por yesos.

### MINERALOGIA

M. PRINCIPALES: Yeso

M. ACCESORIOS: Azufre

**ANALISIS QUIMICOS:**

**LABORES MINERAS:** No hay

**VOLUMEN ESCOMBRERAS:**

**LEYES Y RESERVAS:**

**HISTORIA MINERA:**

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS E INFORMES:**

**EXPLORACION REALIZADA:**

# ESQUEMAS Y CORTES GEOLOGICOS

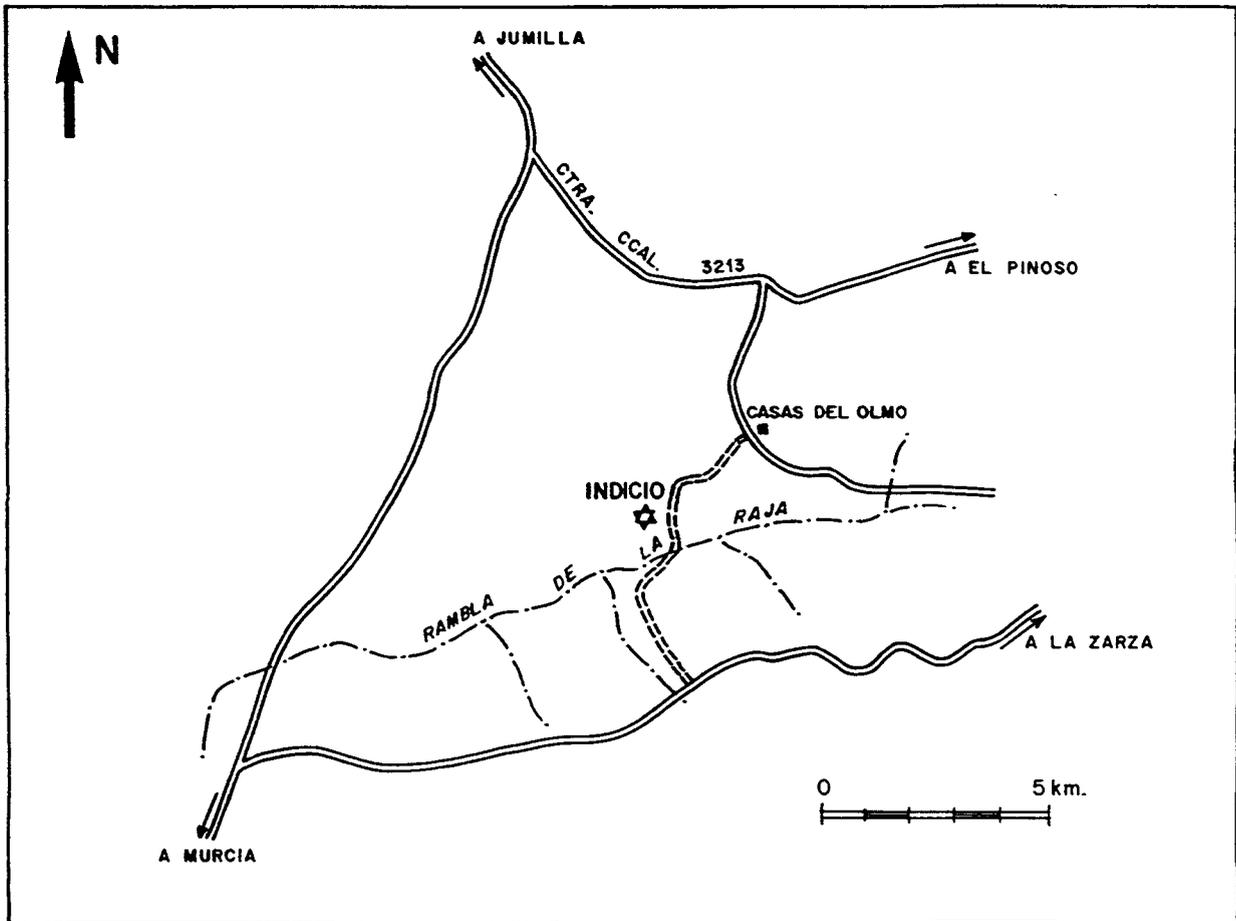
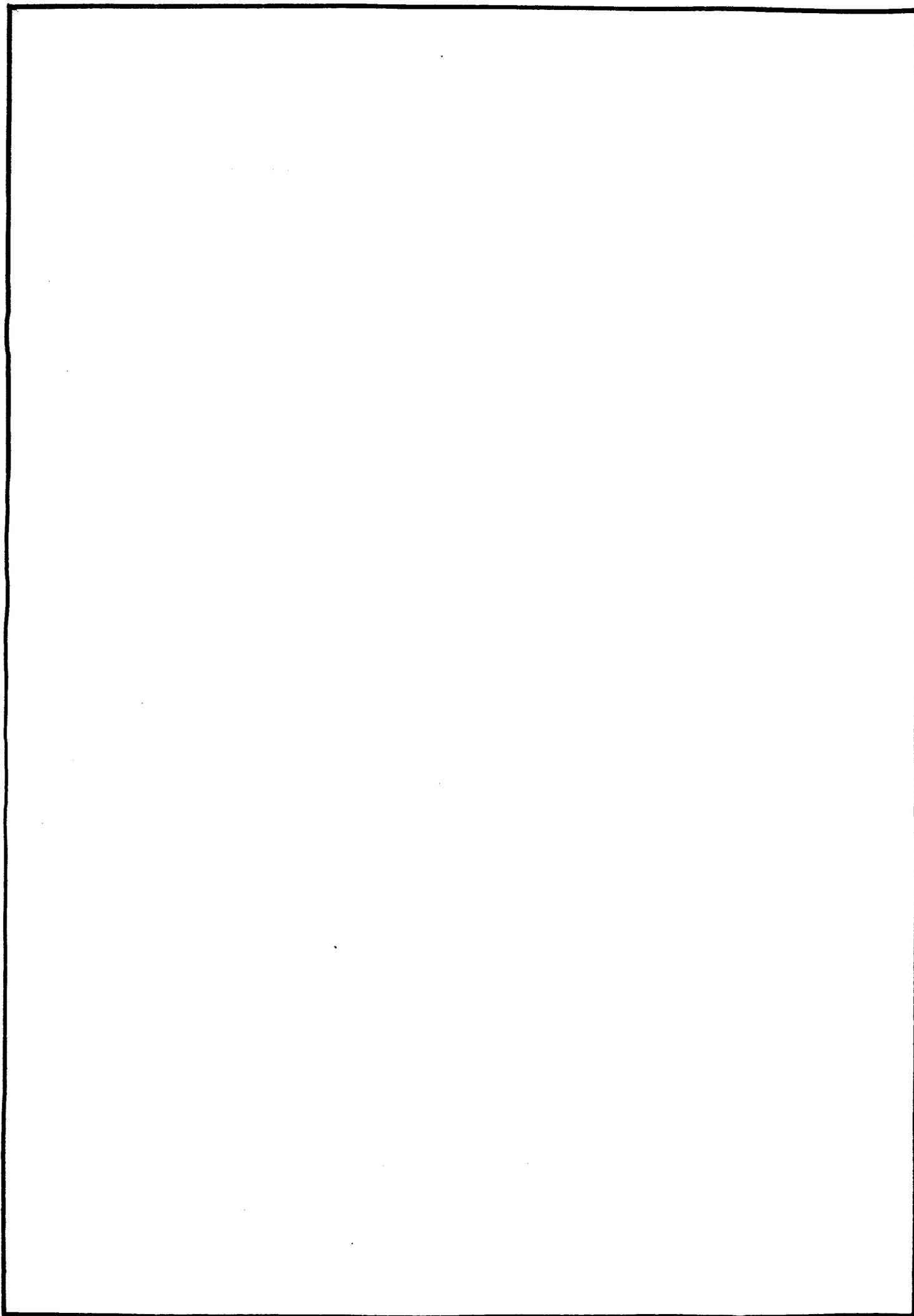


Fig. 1 Situación geográfica del iindicio



|                          |                                 |
|--------------------------|---------------------------------|
| INDICIO O DEPOSITO N.º 1 |                                 |
| SUBSTANCIA: AZUFRE       | MAPA METALOGENICO 1:200.000 N.º |
| AUTOR: C.G.S.            |                                 |

|                            |                                                     |     |          |
|----------------------------|-----------------------------------------------------|-----|----------|
| DENOMINACION:              | COORDENADAS                                         | UTM | LAMBERT  |
|                            | 5 95 51                                             |     | X: ..... |
|                            | 42 45 55                                            |     | Y: ..... |
| PARAJE: Barranco del Yesas | ACCESOS: Saliendo de Socovos en dirección Tara      |     |          |
| LOCALIDAD: Socovos         | zona a 15 km. hay un desvío a El Cañar y a 5 Km. a  |     |          |
| PROVINCIA: Albacete        | la derecha se situa el indicio en un pequeño barran |     |          |
|                            | co.                                                 |     |          |

|                       |                                           |
|-----------------------|-------------------------------------------|
| MUESTRAS N.º          | MAPA 1:50.000 N.º 267. Elche de la Sierra |
| LAMINAS DELGADAS N.º: | OTROS MAPAS:                              |
| PROBETAS PULIDAS N.º: | <u>FOTO AEREA</u>                         |
| ANALISIS QUIMICOS:    | VUELO:                                    |
| OTROS ANALISIS:       | ESCALA: 19.000                            |
|                       | PASADA: F-(18-19)                         |
|                       | N.º: 9996-9998                            |

**DATOS GEOLOGICO-MINEROS**

**ROCA ENCAJANTE**

**LITOLOGIA:** Los niveles más gruesos de margas grises con intercalaciones de niveles de yeso y otros de caliza de reemplazamiento. Las capas tienen de dirección N.130º y buzan 15ºS.

**ALTERACIONES (Supergénicas e hipogénicas):**

**UNIDAD O DOMINIO GEOTECTONICO:** Prebético externo

**ENTORNO GEOLOGICO:** Facies evaporíticas del Mioceno. superior

## MINERALIZACION

**MORFOLOGIA:** Diseminaciones en bancos de calizas de reemplazamiento que en su conjunto comprende a una morfología estratificada.

**ESTRUCTURA Y TEXTURA:** La mineralización son pequeños puntos de azufre que se concentran en moldes de cristales de yesos.

### MINERALOGIA

M. PRINCIPALES: Azufre

M. ACCESORIOS:

**ANALISIS QUIMICOS:**

**LABORES MINERAS:** Pozo semihundido. De unos 4 m. de diámetros y una profundidad de unos 5 m. Por el volumen de escombros la profundidad debió ser mucho mayor. Se observan alrededor pequeñas excavaciones superficiales. A unos 100 m. al N. de este pozo hay otras labores de menor importancia.

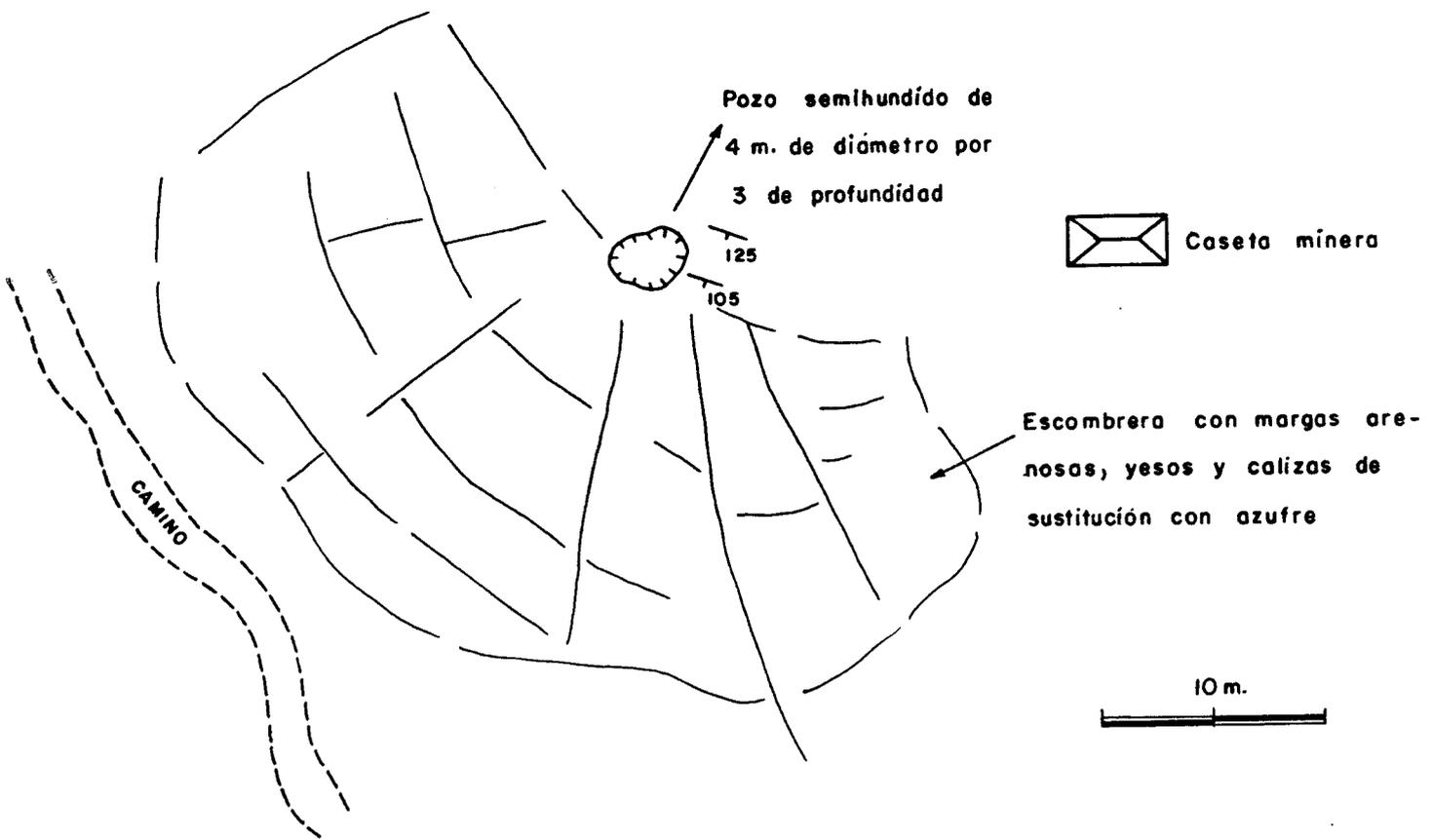
**VOLUMEN ESCOMBRERAS:** 300 m<sup>3</sup>

**LEYES Y RESERVAS:**

**HISTORIA MINERA:**

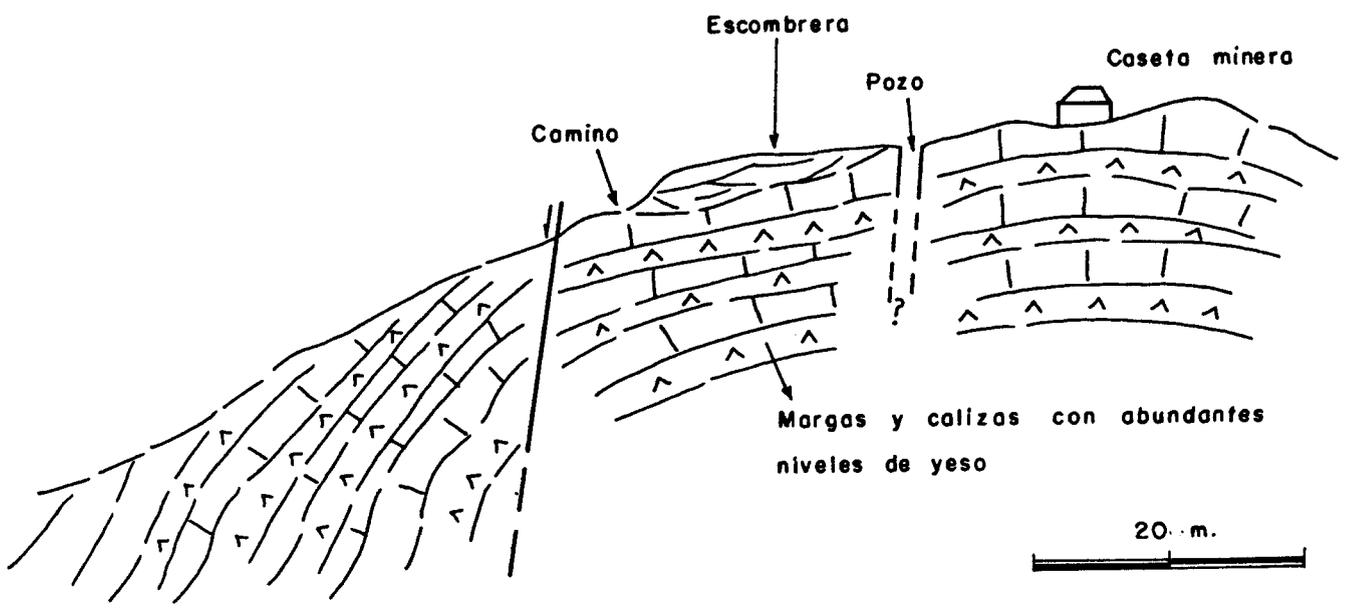
**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS E INFORMES:**

**EXPLORACION REALIZADA:**



SN

NE



ESQUEMAS Y CORTES GEOLOGICOS

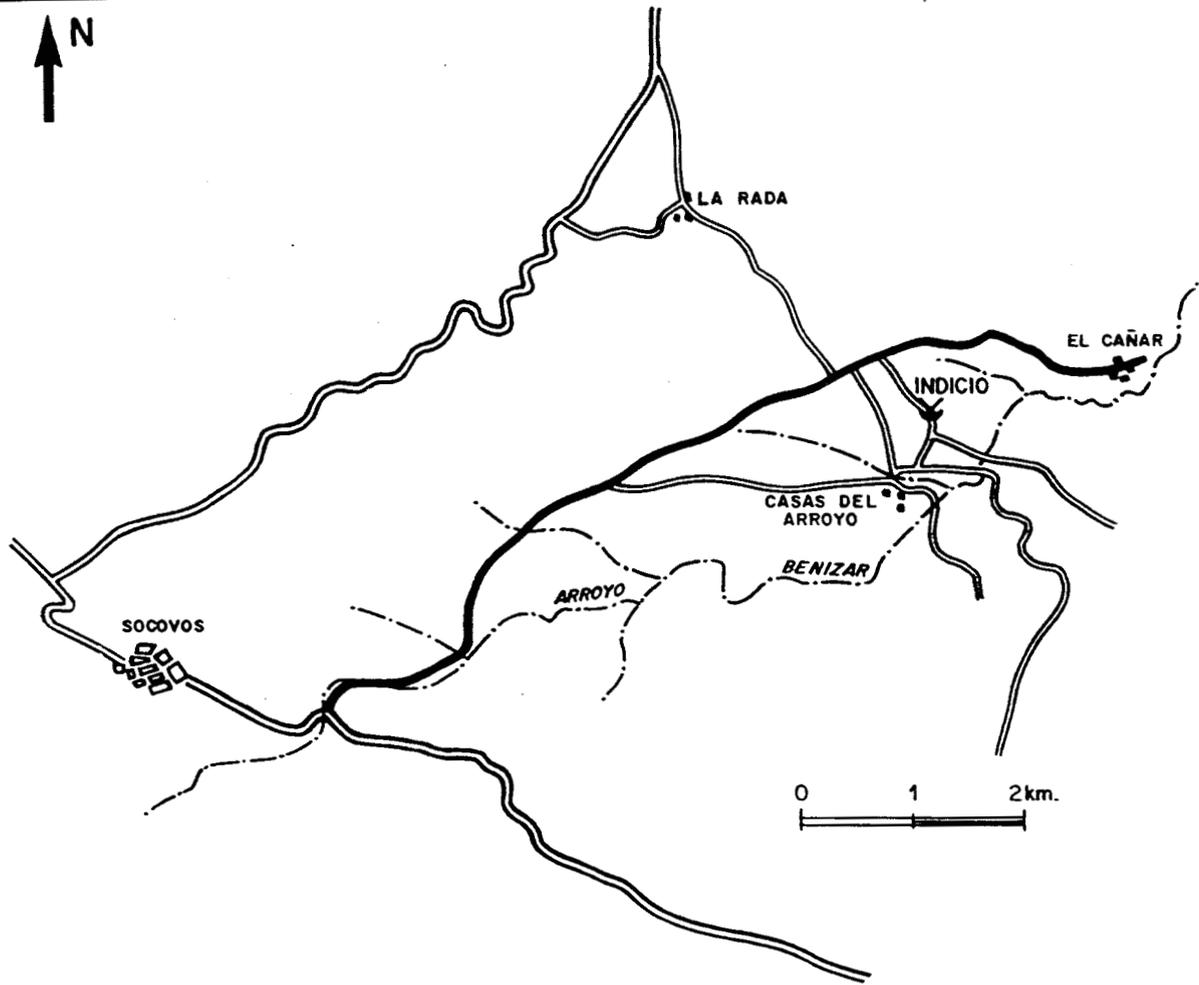
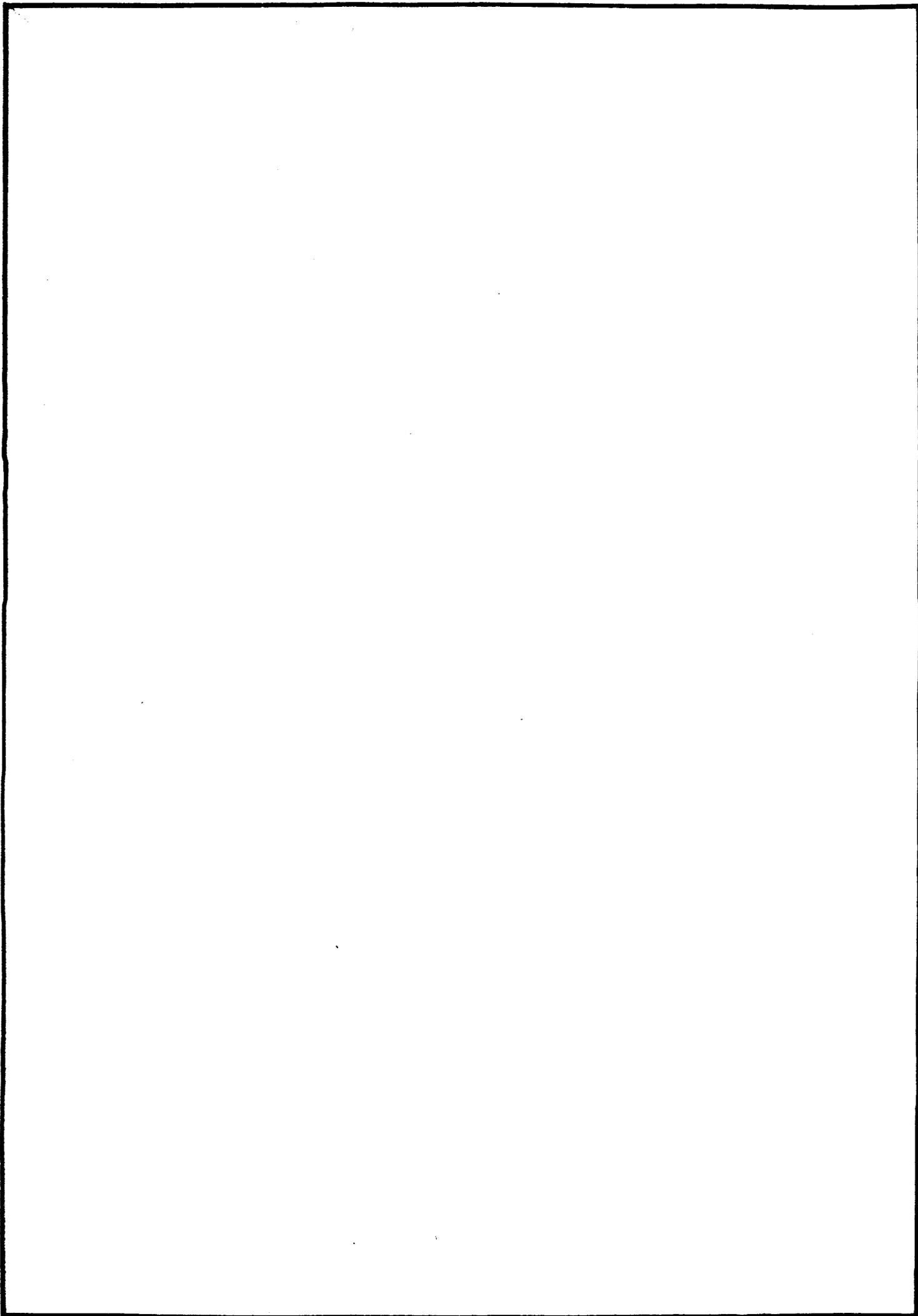


Fig. 1 Localización del indicio minero



| <b>INDICIO O DEPOSITO N.º 2</b><br><b>SUBSTANCIA:</b> AZUFRE<br><b>AUTOR:</b> C.G.S.                                                                       | <b>MAPA METALOGENICO 1:200.000 N.º</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |     |         |         |  |          |          |  |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----|---------|---------|--|----------|----------|--|----------|
| <b>DENOMINACION:</b><br><br><b>PARAJE:</b> El Cañar<br><br><b>LOCALIDAD:</b> Socovos<br><br><b>PROVINCIA:</b> Albacete                                     | <table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="828 317 1282 408">COORDENADAS</th> <th data-bbox="1282 317 1347 408">UTM</th> <th data-bbox="1347 317 1549 408">LAMBERT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="828 408 1282 476">5 96 12</td> <td data-bbox="1282 408 1347 476"></td> <td data-bbox="1347 408 1549 476">X: .....</td> </tr> <tr> <td data-bbox="828 476 1282 544">42 45 90</td> <td data-bbox="1282 476 1347 544"></td> <td data-bbox="1347 476 1549 544">Y: .....</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>ACCESOS:</b> A 1,5 Km. de Socovos en dirección Tarazona se toma un camino hacia El Cañar y un Km. antes de llevar a la derecha en un barranco se situa el indicio.</p> | COORDENADAS | UTM | LAMBERT | 5 96 12 |  | X: ..... | 42 45 90 |  | Y: ..... |
| COORDENADAS                                                                                                                                                | UTM                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | LAMBERT     |     |         |         |  |          |          |  |          |
| 5 96 12                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | X: .....    |     |         |         |  |          |          |  |          |
| 42 45 90                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Y: .....    |     |         |         |  |          |          |  |          |
| <b>MUESTRAS N.º</b><br><br><b>LAMINAS DELGADAS N.º:</b><br><br><b>PROBETAS PULIDAS N.º:</b><br><br><b>ANALISIS QUIMICOS:</b><br><br><b>OTROS ANALISIS:</b> | <b>MAPA 1:50.000 N.º 867-Elche de la Sierra</b><br><br><b>OTROS MAPAS:</b><br><br><u>FOTO AEREA</u><br><br><b>VUELO:</b><br><b>ESCALA:</b> 19.000<br><b>PASADA:</b> F-118-191<br><b>N.º:</b> 9996-9998                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |     |         |         |  |          |          |  |          |

**DATOS GEOLOGICO-MINEROS**

**ROCA ENCAJANTE**

**LITOLOGIA:** Alteraciones de yesos grises y blancos en laminaciones centimétricas en lutitas grises. Limolitas algo arenosas con margas arenosas gris claro. Las capas tienen de dirección N130 y buzan 79ºN.

**ALTERACIONES (Supergénicas e hipogénicas):**

**UNIDAD O DOMINIO GEOTECTONICO:** Prebético Externo

**ENTORNO GEOLOGICO:** Facies evaporítica del Mioceno superior

## MINERALIZACION

**MORFOLOGIA:** Diseminaciones y nodulos de azufre en calizas de reemplazamiento.

**ESTRUCTURA Y TEXTURA:** Agregados de azufre en calizas de reemplazamiento ubicadas en una fractura N.130°E.

### MINERALOGIA

M. PRINCIPALES: Azufre

M. ACCESORIOS:

**ANALISIS QUIMICOS:**

**LABORES MINERAS:** Pozo abierto de unos 4 m. de diámetros y unos 30,40 m. de profundidad. En los alrededores se reconocen pequeñas excavaciones superficiales.

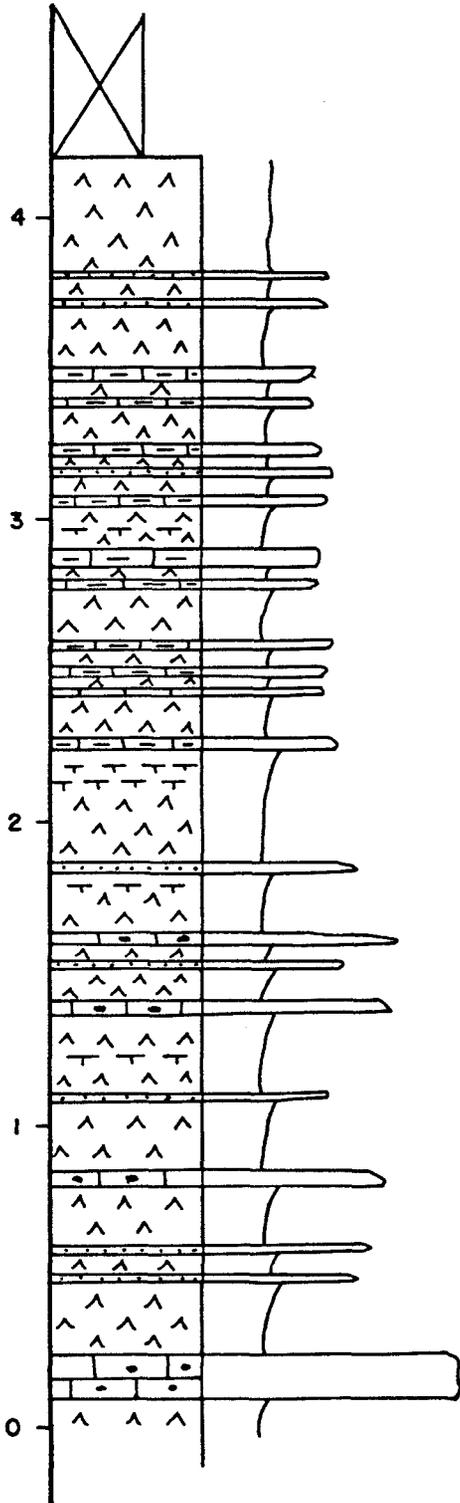
**VOLUMEN ESCOMBRERAS:** 15,20 m<sup>3</sup>. Gran parte han sido arrastrados por el arroyo.

**LEYES Y RESERVAS:**

**HISTORIA MINERA:** Se desconoce

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS E INFORMES:**

**EXPLORACION REALIZADA:**



4 - Arcillas grieses con yesos y alguna pasada más arenosa.

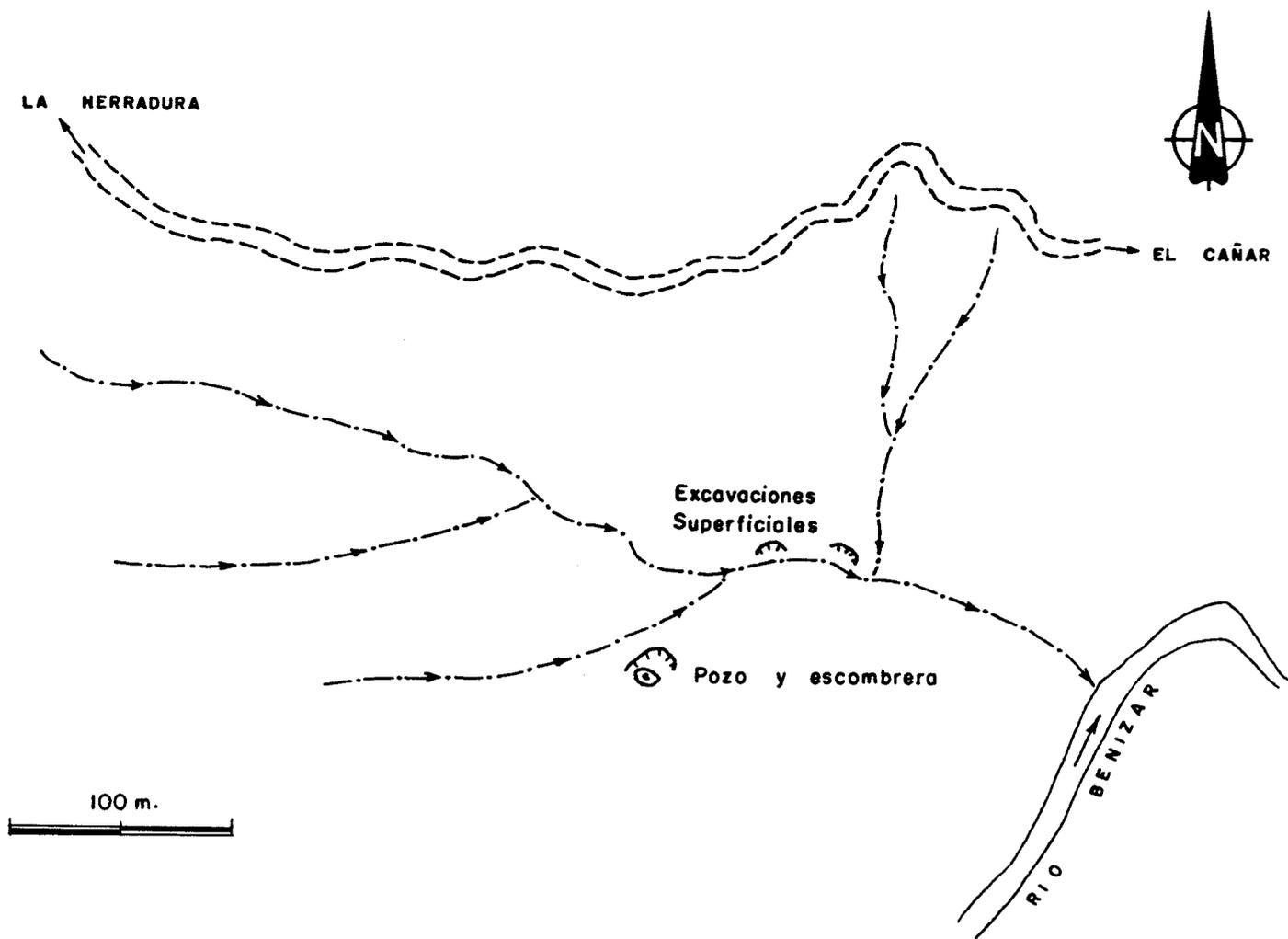
3 - Alternancia de margocalizas con arcillas y margas con yesos. Aisladamente aparecen finas pasadas arenosas.

2 - Yesos con margas y arcillas y calizas de reemplazamiento con azufre de 10 cm. de potencia

S

S

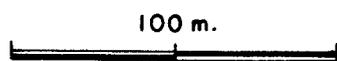
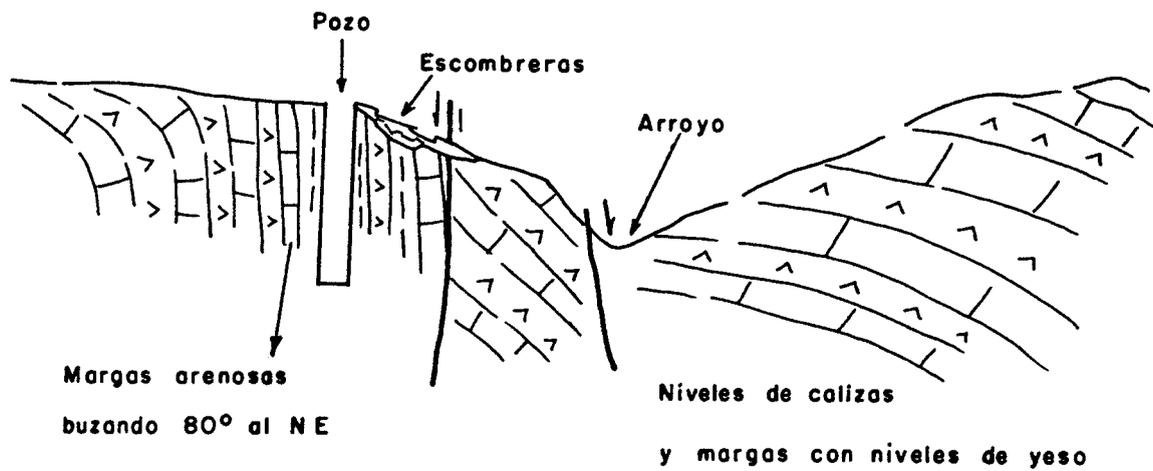
0 - Banco de 15 cm. de potencia de calizas de reemplazamiento con azufre. Muestra S0-3.



CORTE GEOLOGICO ESQUEMATICO

SW

NE



ESQUEMAS Y CORTES GEOLOGICOS

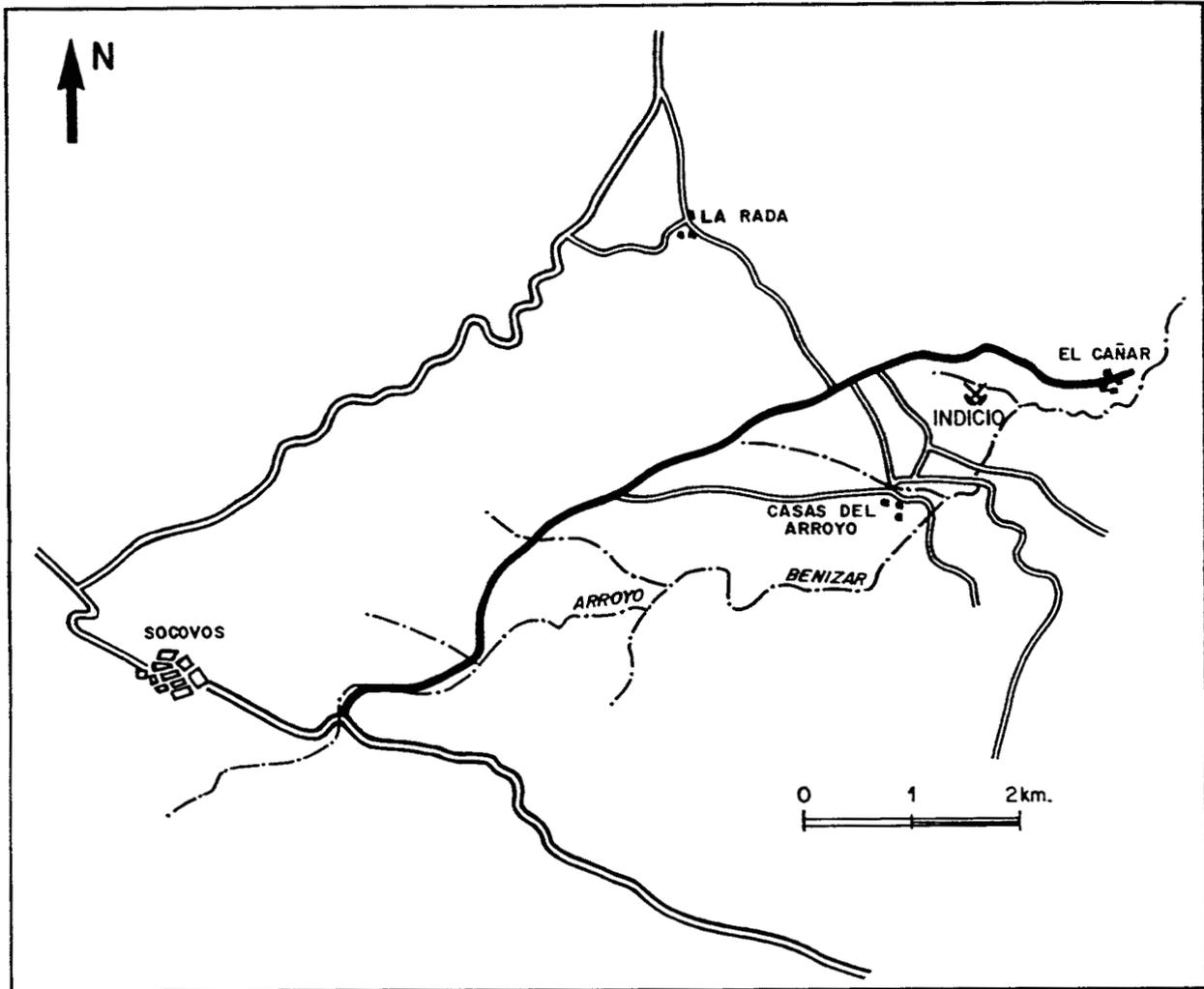
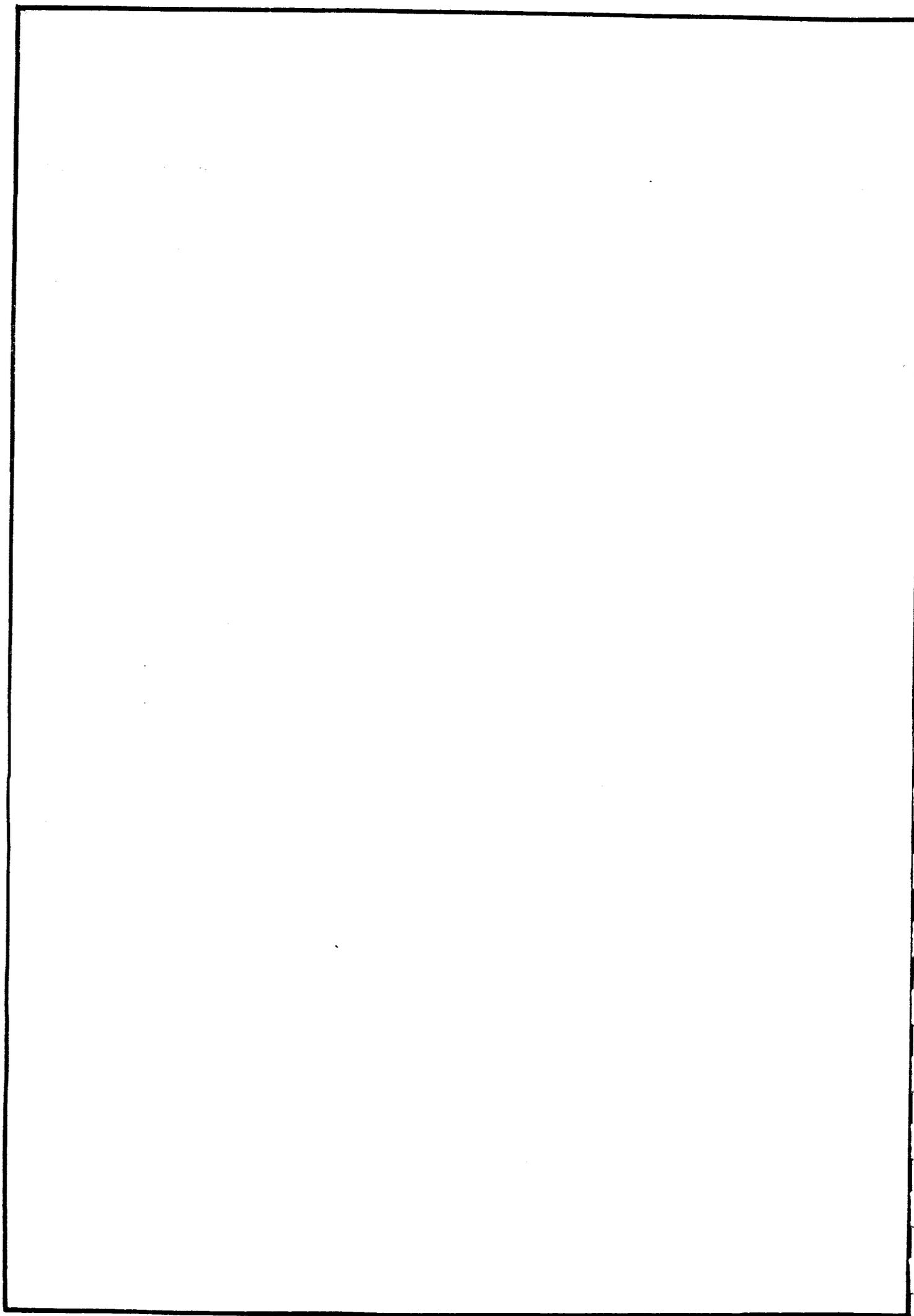


Fig. 1.- Localización del indicio minero



|                          |                                 |
|--------------------------|---------------------------------|
| INDICIO O DEPOSITO N.º 3 |                                 |
| SUBSTANCIA: AZUFRE       | MAPA METALOGENICO 1:200.000 N.º |
| AUTOR: C.G.S.            |                                 |

|                             |                                                                                                                                                       |     |          |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|
| DENOMINACION:               | COORDENADAS                                                                                                                                           | UTM | LAMBERT  |
|                             | 5 95 08                                                                                                                                               |     | X: ..... |
| PARAJE: Barrancos del Yesar | 42 45 33                                                                                                                                              |     | Y: ..... |
| LOCALIDAD: Socovos          | ACCESOS: Saliendo de Socovos, en dirección Tara zona a 1,5 km. hay un desvío hacia El Cañar y a 4,5 KM. a la derecha se sitúan el barranco del Yesos. |     |          |
| PROVINCIA: Albáete          |                                                                                                                                                       |     |          |

|                       |                                          |
|-----------------------|------------------------------------------|
| MUESTRAS N.º 50-3     | MAPA 1:50.000 N.º 867 Elche de la Sierra |
| LAMINAS DELGADAS N.º: | OTROS MAPAS:                             |
| PROBETAS PULIDAS N.º: | <u>FOTO AEREA</u>                        |
| ANALISIS QUIMICOS:    | VUELO:                                   |
| OTROS ANALISIS:       | ESCALA: 19.000                           |
|                       | PASADA: F-(18-19)                        |
|                       | N.º: 9995-9998                           |

**DATOS GEOLOGICO-MINEROS**

**ROCA ENCAJANTE**

**LITOLOGIA:** Los minerales de arcillas y yesos con pasadas arenosas, margocalizas y calizas de reemplazamiento. Las capas buzán 7º al norte y dirección N. 70

**ALTERACIONES (Supergénicas e hipogénicas):**

**UNIDAD O DOMINIO GEOTECTONICO:** Prebético Externo

**ENTORNO GEOLOGICO:** Facies evaporítica del Mioceno superior

## MINERALIZACION

**MORFOLOGIA:** La mineralización se presenta como disseminaciones en calizas de reemplazamiento que en conjunto tienen morfología estratificada.

**ESTRUCTURA Y TEXTURA:** El azufre se presenta relleno de porosidades moldicas de yesos a modo de venillas paralelas a la estratificación.

### MINERALOGIA

M. PRINCIPALES: Yesos, Azufre

M. ACCESORIOS:

**ANALISIS QUIMICOS:**

**LABORES MINERAS:** Pozo hundido y pequeñas excavaciones superficiales.

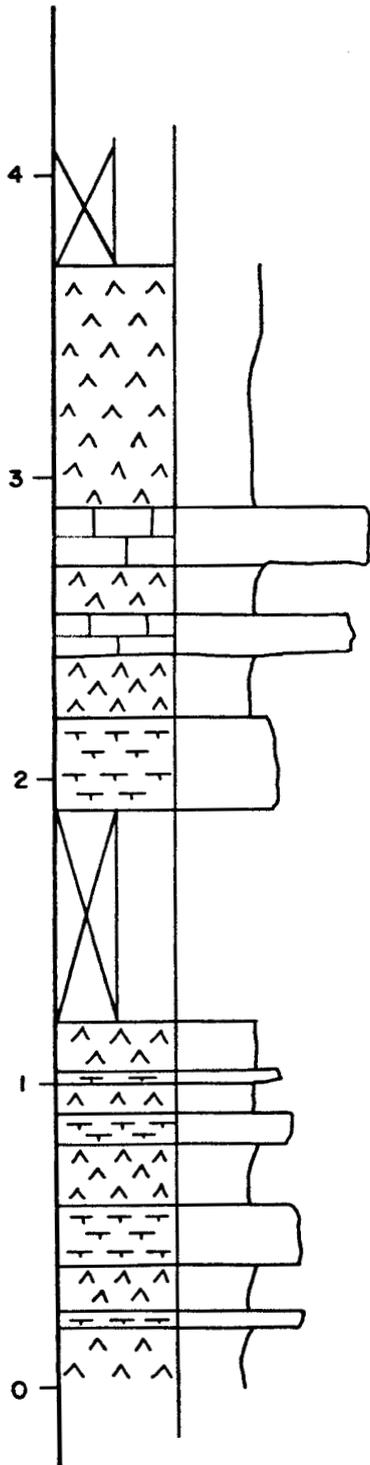
**VOLUMEN ESCOMBRERAS:**

**LEYES Y RESERVAS:**

**HISTORIA MINERA:**

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS E INFORMES:**

**EXPLORACION REALIZADA:**



Arcillas rojas y yesos con frecuentes nivelillos blancos.

5 Calizas de reemplazamiento con porosidad moldica, tienen pequeños puntos con azufre.

Margas grises con algún cristal de yesos.

Alternancia de arcillas rojas con yesos y niveles de margas hasta 20 cm. de potencia.

# ESQUEMAS Y CORTES GEOLOGICOS

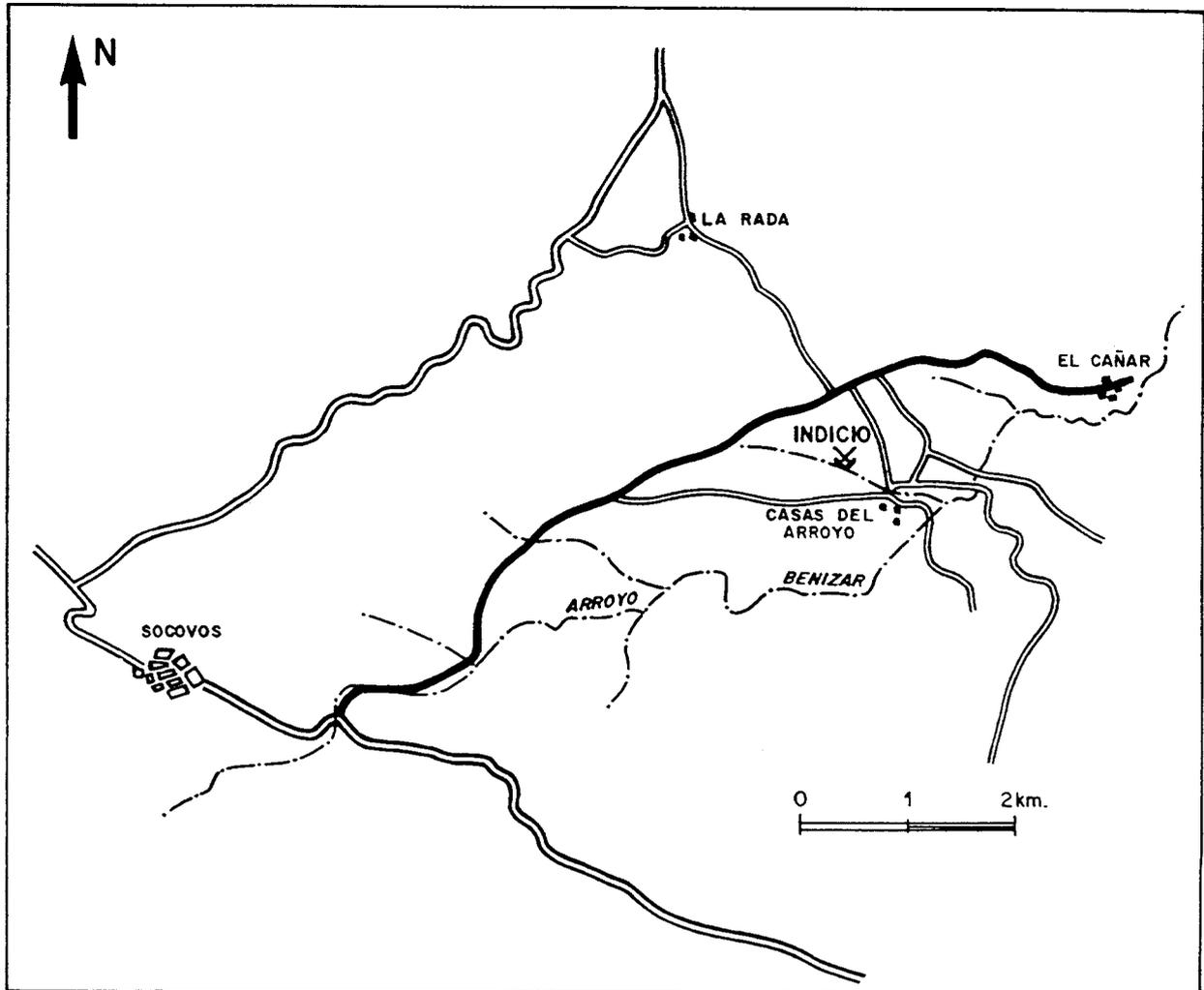


Fig. 1.- Localización del indicio minero

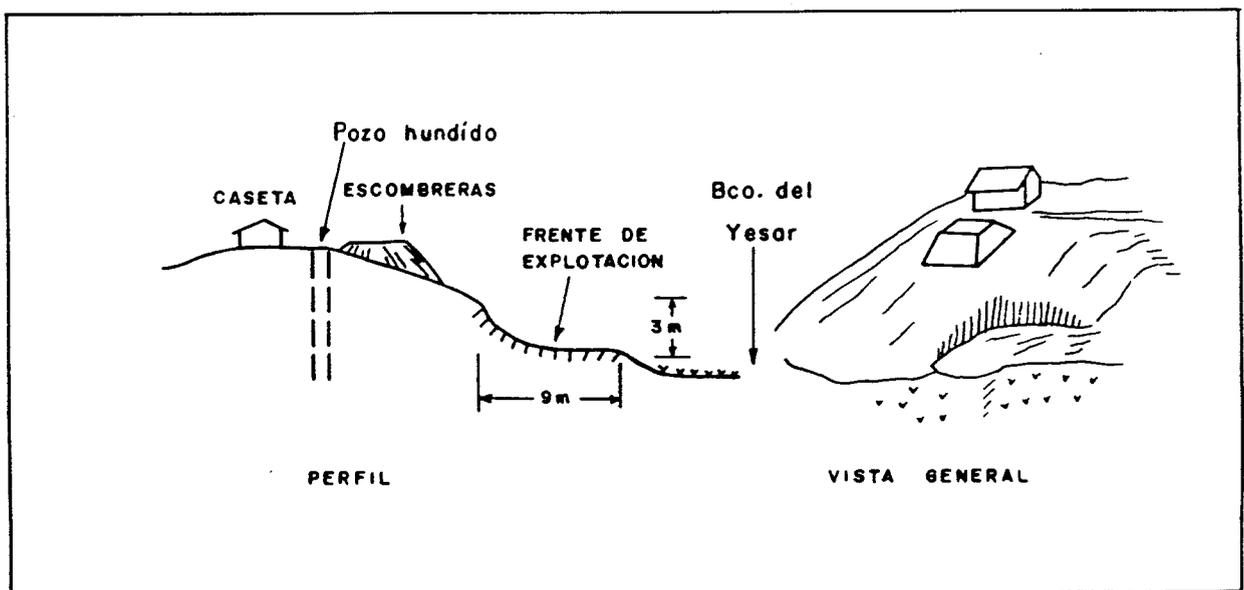
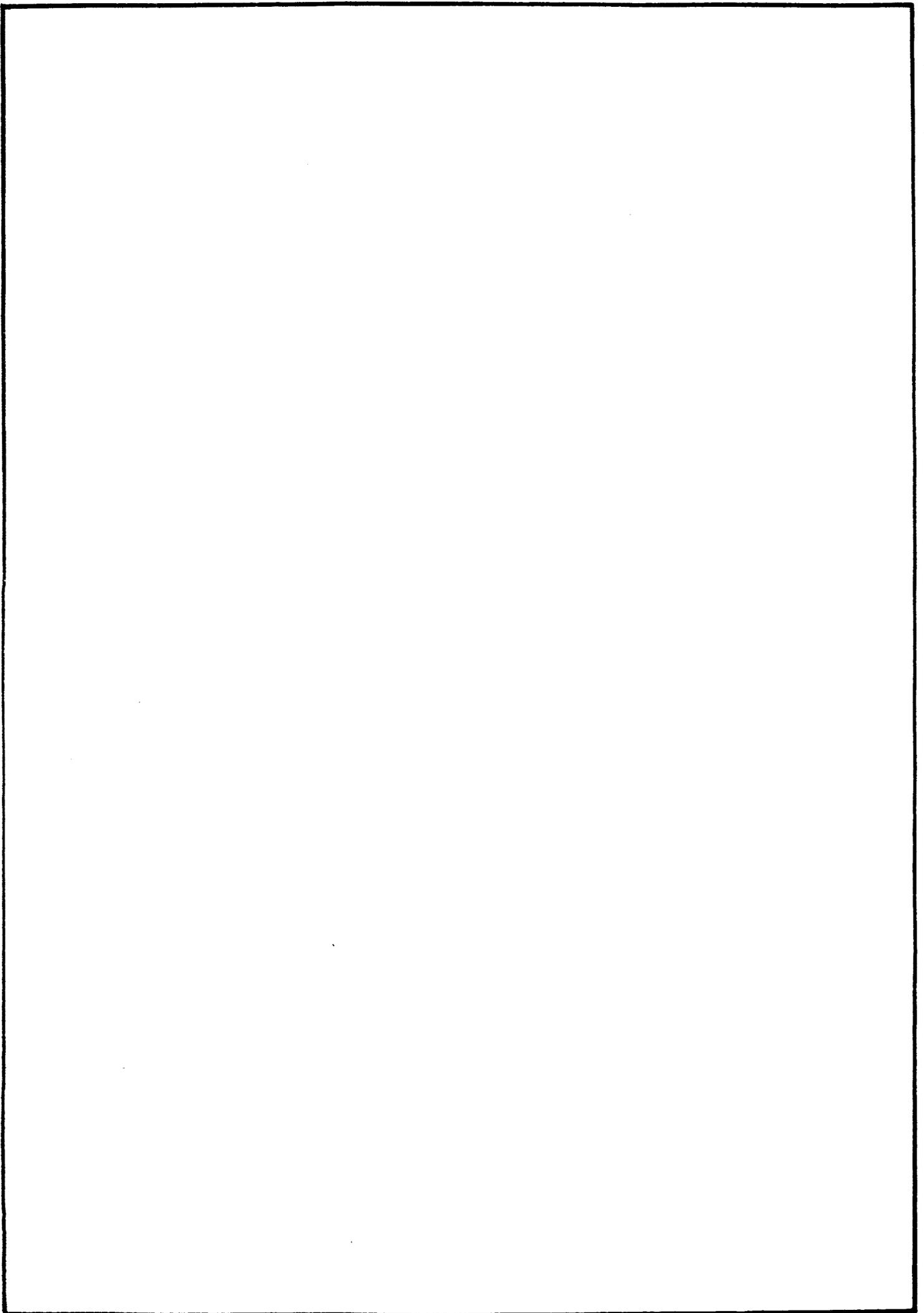


Fig. 2.- Esquema de las labores mineras



| <p><b>INDICIO O DEPOSITO N.º</b> 4</p> <p><b>SUBSTANCIA:</b> Azufre</p> <p><b>AUTOR:</b> C.G.S.</p>                                                               | <p><b>MAPA METALOGENICO 1:200.000 N.º</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                 |         |                    |          |  |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------|--------------------|----------|--|----------|
| <p><b>DENOMINACION:</b></p> <p><b>PARAJE:</b></p> <p><b>LOCALIDAD:</b> El Cañar (Socovos)</p> <p><b>PROVINCIA:</b> Albacete</p>                                   | <table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="829 365 1276 403">COORDENADAS UTM</th> <th data-bbox="1276 365 1528 403">LAMBERT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="829 455 1276 517">595 600<br/>4246050</td> <td data-bbox="1276 455 1528 494">X: .....</td> </tr> <tr> <td></td> <td data-bbox="1276 523 1528 562">Y: .....</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>ACCESOS:</b> Desde socorros dirigirse a El Cañar.<br/>Pasada la desviación a la Raca a unos 300 m. junto al camino.</p> | COORDENADAS UTM | LAMBERT | 595 600<br>4246050 | X: ..... |  | Y: ..... |
| COORDENADAS UTM                                                                                                                                                   | LAMBERT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                 |         |                    |          |  |          |
| 595 600<br>4246050                                                                                                                                                | X: .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                 |         |                    |          |  |          |
|                                                                                                                                                                   | Y: .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                 |         |                    |          |  |          |
| <p><b>MUESTRAS N.º</b></p> <p><b>LAMINAS DELGADAS N.º:</b></p> <p><b>PROBETAS PULIDAS N.º:</b></p> <p><b>ANALISIS QUIMICOS:</b></p> <p><b>OTROS ANALISIS:</b></p> | <p><b>MAPA 1:50.000 N.º</b> 867</p> <p><b>OTROS MAPAS:</b></p> <p><u>FOTO AEREA</u></p> <p><b>VUELO:</b></p> <p><b>ESCALA:</b> 1:18000</p> <p><b>PASADA:</b></p> <p><b>N.º:</b> 867 F-19</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                 |         |                    |          |  |          |

**DATOS GEOLOGICO-MINEROS**

**ROCA ENCAJANTE**

**LITOLOGIA:** Margas arenosas, yesos y calizas de reemplazamiento con azufre.

**ALTERACIONES (Supergénicas e hipogénicas):**

**UNIDAD O DOMINIO GEOTECTONICO:** Prebético externo

**ENTORNO GEOLOGICO:** Facies evaporítica del Mioceno Superior

## MINERALIZACION

**MORFOLOGIA:** Estratoligada. Diseminación en calizas de reemplazamiento con yesos.

**ESTRUCTURA Y TEXTURA:**

**MINERALOGIA**

M. PRINCIPALES: Azufre

M. ACCESORIOS:

**ANALISIS QUIMICOS:**

**LABORES MINERAS:** Dos pequeños pozos tapados y una excavación superficial

**VOLUMEN ESCOMBRERAS:** 10-20 m<sup>3</sup>

**LEYES Y RESERVAS:**

**HISTORIA MINERA:**

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS E INFORMES:**

-Investigación de Azufre en el área de Hellin-Socorros (Albacete-Murcia) Diciembre 1.989

**EXPLORACION REALIZADA:**

# ESQUEMAS Y CORTES GEOLOGICOS

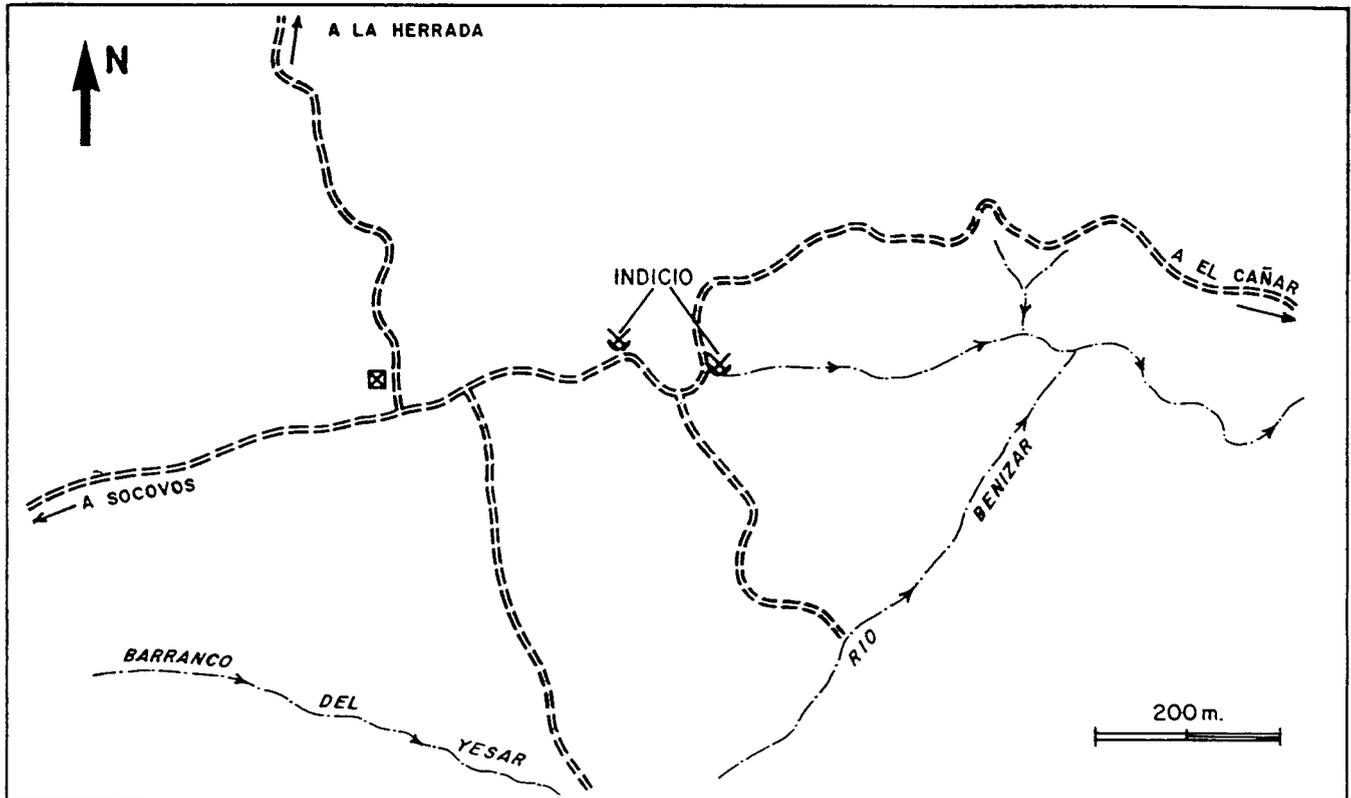


Fig. 1 Localización del indicio

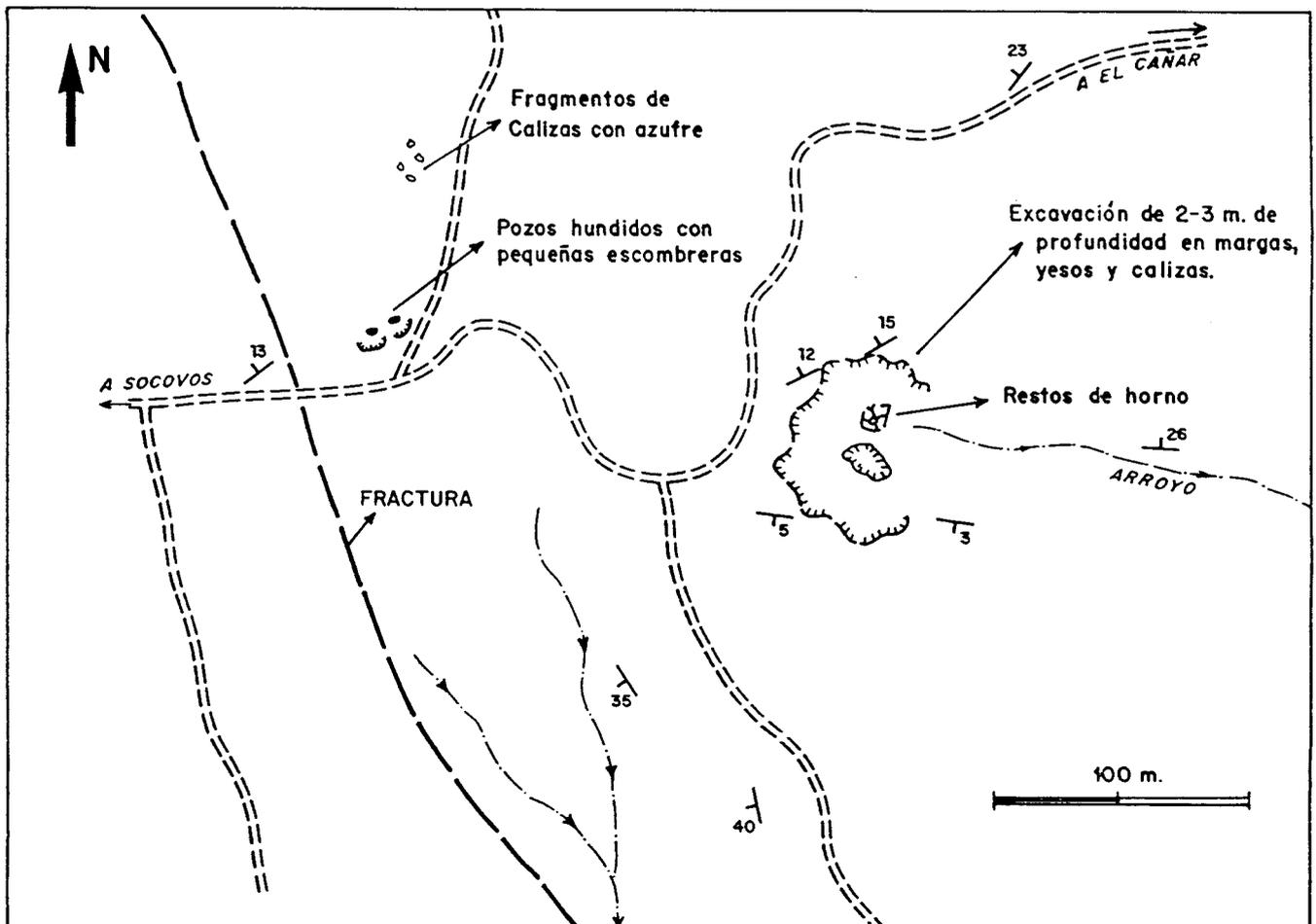
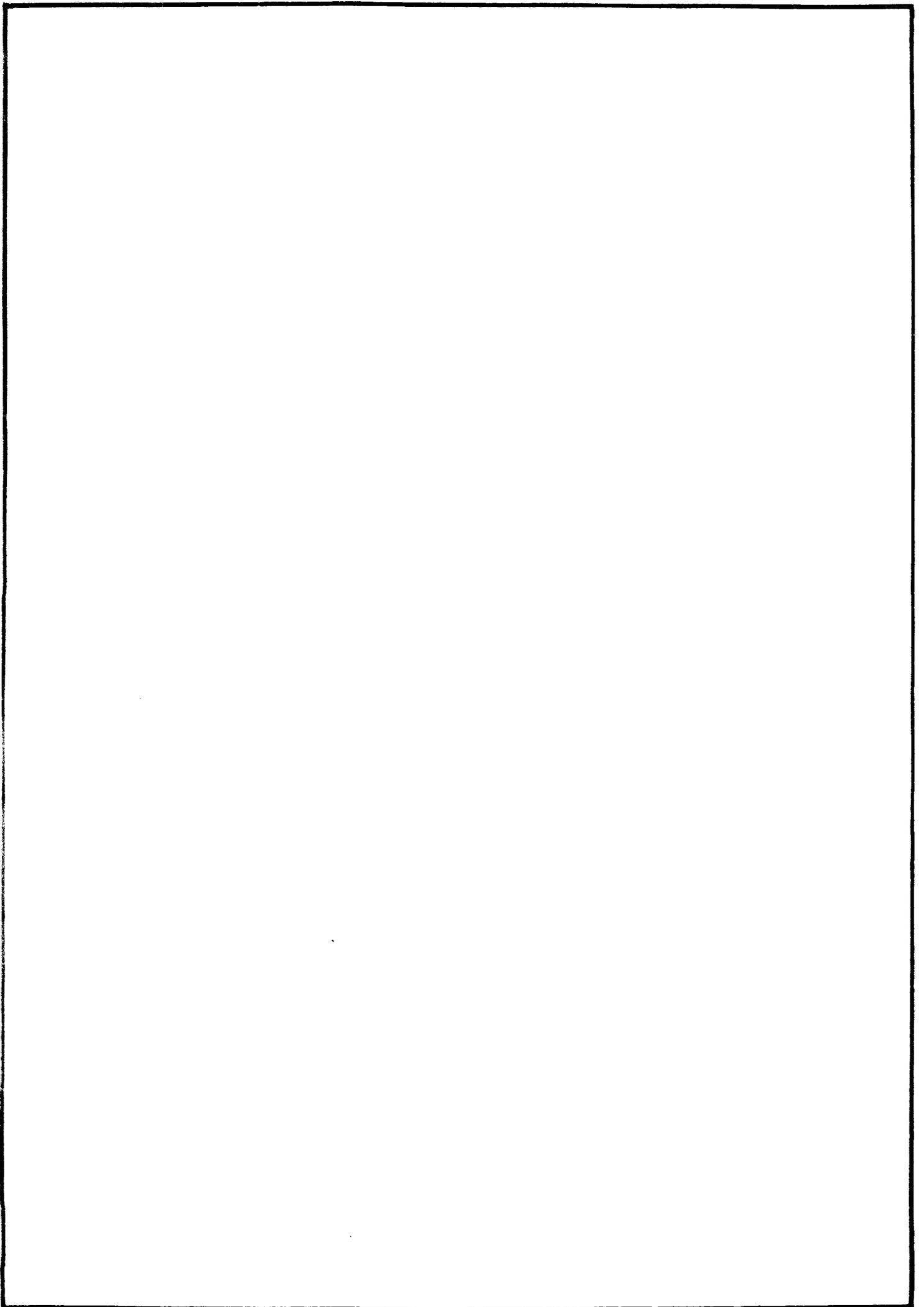


Fig. 2 Situación de las labores



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                           |                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>SONDEO</b><br>Pozo ABARAN - 1<br>Profundidad 24,85 m.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>AFLORAMIENTO</b><br>Sección _____<br>Muestra N.º _____ | N.º Reg. Lámina _____<br>Descripción macroscópica: _____ |
| Preparada el <u>Julio/1990</u><br>Tratada con _____<br>Por _____                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Seleccionada el _____<br>Por _____<br>Observaciones _____ |                                                          |
| Biomicrita muy arenosa<br>Globigerínidos indeterminables en sección (hay secciones pertenecientes a los géneros <i>Orbulina</i> , <i>Globigerina</i> , <i>Globigerinoides</i> y <i>Globorotalia</i> )<br><i>Lenticulina</i> ( <i>Robulus</i> ) spp.<br><i>Rotalia</i> sp.<br><i>Gyroidina</i> sp.<br><i>Elphidium</i> sp.<br><i>Haplophragmoides</i> ? sp.<br><i>Quinqueloculina</i> sp.<br><i>Ataxophragmiidos</i><br><i>Lithothamnium</i> sp.<br>Briozoos (abundantes)<br>Ostreidos (fragmentos)<br>Equinodermos (radiolas) |                                                           | EDAD<br>Prob. Plioceno<br><br>FACIES<br>Plataforma       |

| TERRIGENOS           |    |                     |                          |
|----------------------|----|---------------------|--------------------------|
|                      | %  | Tamaño<br>Med. Máx. | Morfoscopia<br>Red. Esf. |
| Cuarzo               | 20 |                     |                          |
| Feldes.              |    |                     |                          |
| Micas                |    |                     |                          |
| F. Rocas             |    |                     |                          |
| CEMENTO              |    |                     |                          |
| MINERALES ACCESORIOS |    |                     |                          |
| CALIZAS              |    | IE=                 |                          |
|                      | %  | Tamaño<br>Med. Máx. | Morfoscopia<br>Red. Esf. |
| Intraclastos         |    |                     |                          |
| Oolitos              |    |                     |                          |
| Pellet               |    |                     |                          |
| Bioclastos           | 40 |                     |                          |
| Micrita              | 40 |                     |                          |
| Esperita             |    |                     |                          |

### OBSERVACIONES

Cuarzo tamaño arena, SA/SR, mal clasificada  
 Bioclastos con predominio de Briozoos y de Globigerínidos  
 Micrita parcial y muy finamente recristalizada

### TRATAMIENTOS ESPECIALES

|               |                |
|---------------|----------------|
| Porosidad     | Medida _____   |
|               | Estimada _____ |
| Permeabilidad | _____          |
| Calimetría    | I' _____       |
|               | Total _____    |

### CLASIFICACION

BIOMICRITA MUY ARENOSA

**SONDEO**

Pozo **ABARAN - 1**  
 Profundidad: **39 m.**

**AFLORAMIENTO**

Sección \_\_\_\_\_  
 Muestra N.º \_\_\_\_\_

N.º Reg. Lámina

Descripción macroscópica:

Preparada el Julio/1990  
 Tratada con \_\_\_\_\_  
 Por \_\_\_\_\_

Seleccionada el \_\_\_\_\_  
 Por \_\_\_\_\_  
 Observaciones \_\_\_\_\_

Calclutita fina, con ligera laminación. Biomicrita  
 Globigerinidos indeterminables en sección (puede haber diferentes especies de los géneros Orbulina, Globigerina, Globigerinoides y Globorotalia)  
 Textularia sp.  
 Lenticulina (Robulus) sp.  
 Cibicides sp.  
 Ataxophragmiidos  
 Ostreidos (fragmentos)  
 Equinodermos (fragmentos)

EDAD  
 Prob. Plioceno

FACIES  
 Plataforma extern

**TERRIGENOS**

|          | % | Tamaño |      | Morfoscopia |      |
|----------|---|--------|------|-------------|------|
|          |   | Med.   | Máx. | Red.        | Esf. |
| Cuarzo   | T |        |      |             |      |
| Feldesp. |   |        |      |             |      |
| Micas    |   |        |      |             |      |
| F. Rocas | T |        |      |             |      |

**CEMENTO**

**MINERALES ACCESORIOS**

**CALIZAS**

IE=

|              | %  | Tamaño |      | Morfoscopia |      |
|--------------|----|--------|------|-------------|------|
|              |    | Med.   | Máx. | Red.        | Esf. |
| Intraclastos |    |        |      |             |      |
| Oolitos      |    |        |      |             |      |
| Pellet       |    |        |      |             |      |
| Bioclastos   | 25 |        |      |             |      |
| Micrita      | 75 |        |      |             |      |
| Esperita     |    |        |      |             |      |

**OBSERVACIONES**

Cuarzo tamaño limo  
 Fragmentos de rocas volcánicas (cineritas)  
 Bioclastos con predominio de los Globigerinidos  
 Micrita ligeramente arcillosa

**TRATAMIENTOS ESPECIALES**

|               |                                |
|---------------|--------------------------------|
| Porosidad     | Medida _____<br>Estimada _____ |
| Permeabilidad | _____                          |
| Calimetría    | I' _____<br>Total _____        |

**CLASIFICACION**  
**BIOMICRITA**

**SONDEO**

Pozo **ABARAN - 1**  
 Profundidad **49,20 m.**

**AFLORAMIENTO**

Sección

Muestra N.º

N.º Reg. Lámina

Descripción macroscópica:

Preparada el Julio/1990

Seleccionada el

Tratada con

Por

Por

Observaciones

**Calcilutita fina. Biomicrita**

Globigerínidos indeterminables en sección (abundantes) (géneros *Orbulina*, *Globigerina*, *Globigerinoides* y *Globorotalia*)

*Lenticulina* (*Robulus*) spp.

*Eponides* sp.

Rotalidos

*Lagena* sp.

Escafópodos (*Dentalium* sp.)

Equinodermos (fragmentos)

EDAD

Plioceno

FACIES

Plataforma externa o abierta

**TERRIGENOS**

|          | % | Tamaño |      | Morfoscopia |      |
|----------|---|--------|------|-------------|------|
|          |   | Med.   | Máx. | Red.        | Esf. |
| Cuarzo   | 1 |        |      |             |      |
| Feldesp. |   |        |      |             |      |
| Micas    |   |        |      |             |      |
| F. Rocas |   |        |      |             |      |

**CEMENTO**

**MINERALES ACCESORIOS**

**CALIZAS**

IE=

|              | %  | Tamaño |      | Morfoscopia |      |
|--------------|----|--------|------|-------------|------|
|              |    | Med.   | Máx. | Red.        | Esf. |
| Intraclastos |    |        |      |             |      |
| Oolitos      |    |        |      |             |      |
| Pellet       |    |        |      |             |      |
| Bioclastos   | 30 |        |      |             |      |
| Micrita      | 70 |        |      |             |      |
| Esperita     |    |        |      |             |      |

**OBSERVACIONES**

Cuarzo tamaño limo

Bioclastos con predominio de los Globigerínidos

Micrita ligeramente arcillosa

**TRATAMIENTOS ESPECIALES**

|               |          |
|---------------|----------|
| Porosidad     | Medida   |
|               | Estimada |
| Permeabilidad |          |
| Calimetría    | I'       |
|               | Total    |

**CLASIFICACION**

**BIOMICRITA**

**SONDEO**

Pozo **ABARAN - 1**  
 Profundidad **63,50 m.**

**AFLORAMIENTO**

Sección

Muestra N.º

N.º Reg. **Lámina**

Descripción macroscópica:

Preparada el Julio/1990

Seleccionada el \_\_\_\_\_

Tratada con \_\_\_\_\_

Por \_\_\_\_\_

Por \_\_\_\_\_

Observaciones \_\_\_\_\_

**Caliza microcristalina limolítica**  
 Equinodermos (radiolas) (abundantes)  
 Ostreidos (fragmentos)  
 Rotalia gr. beccarii (LINN.)  
 Cibicides ? sp.  
 Globorotalia ? sp.

**EDAD**

Prob. Plioceno

**FACIES**

Plataforma somera

**TERRIGENOS**

|          | %  | Tamaño |      | Morfoscopia |      |
|----------|----|--------|------|-------------|------|
|          |    | Med.   | Máx. | Red.        | Esf. |
| Cuarzo   | 20 |        |      |             |      |
| Feldesp. |    |        |      |             |      |
| Micas    |    |        |      |             |      |
| F. Rocas |    |        |      |             |      |

**CEMENTO**

**MINERALES ACCESORIOS**

**CALIZAS**

IE=

|              | %  | Tamaño |      | Morfoscopia |      |
|--------------|----|--------|------|-------------|------|
|              |    | Med.   | Máx. | Red.        | Esf. |
| Intraclastos |    |        |      |             |      |
| Oolitos      |    |        |      |             |      |
| Pellet       |    |        |      |             |      |
| Bioclastos   | 15 |        |      |             |      |
| Micrita      | 65 |        |      |             |      |
| Esperita     |    |        |      |             |      |

**OBSERVACIONES**

Cuarzo tamaño limo  
 Bioclastos con predominio de Equinodermos  
 Micrita ligeramente arcillosa

**TRATAMIENTOS ESPECIALES**

|               |                |
|---------------|----------------|
| Porosidad     | Medida _____   |
|               | Estimada _____ |
| Permeabilidad | _____          |
| Calimetría    | I' _____       |
|               | Total _____    |

**CLASIFICACION**

**MICRITA LIMOLITICA  
 FOSILIFERA**

**SONDEO**

Pozo **ABARAN - 1**  
 Profundidad **75,20 m.**

**AFLORAMIENTO**

Sección \_\_\_\_\_

Muestra N.º \_\_\_\_\_

N.º Reg. **Levigado**

Descripción macroscópica:

**Margas gris-ver-  
 dosas claras**

Preparada el Julio/1990

Seleccionada el \_\_\_\_\_

Tratada con \_\_\_\_\_

Por \_\_\_\_\_

Por \_\_\_\_\_

Observaciones \_\_\_\_\_

**Cristales lenticulares (escamas) de yeso (abundantes)**

**EDAD**

**Messiniense**

**FACIES**

**Evaporítica y  
 Lacustre**

**TERRIGENOS**

|          | % | Tamaño |      | Morfoscopia |      |
|----------|---|--------|------|-------------|------|
|          |   | Med.   | Máx. | Red.        | Esf. |
| Cuarzo   |   |        |      |             |      |
| Feldesp. |   |        |      |             |      |
| Micas    |   |        |      |             |      |
| F. Rocas |   |        |      |             |      |

**CEMENTO**

**MINERALES ACCESORIOS**

**CALIZAS**

**IE=**

|              | % | Tamaño |      | Morfoscopia |      |
|--------------|---|--------|------|-------------|------|
|              |   | Med.   | Máx. | Red.        | Esf. |
| Intraclastos |   |        |      |             |      |
| Oolitos      |   |        |      |             |      |
| Pellet       |   |        |      |             |      |
| Bioclastos   |   |        |      |             |      |
| Micrita      |   |        |      |             |      |
| Esperita     |   |        |      |             |      |

**OBSERVACIONES**

**TRATAMIENTOS ESPECIALES**

Porosidad \_\_\_\_\_

Medida  
 Estimada \_\_\_\_\_

**CLASIFICACION**

Permeabilidad \_\_\_\_\_

Calimetría \_\_\_\_\_

l'  
 Total \_\_\_\_\_

**SONDEO**

Pozo **ABARAN - 1**  
 Profundidad: **79,70 m.**

**AFLORAMIENTO**

Sección \_\_\_\_\_  
 Muestra N.º \_\_\_\_\_

N.º Reg. **Levigado**

Descripción macroscópica:  
**Marga limolítica y arenosa fina, gris-blancu-  
 cina**

Preparada el Julio/1990

Tratada con \_\_\_\_\_

Por \_\_\_\_\_

Seleccionada el \_\_\_\_\_

Por \_\_\_\_\_

Observaciones \_\_\_\_\_

**Cyprideis torosa (JONES)**  
**Candona sp.**  
**Oogonios y restos de Charofitas (muy raros)**  
**Moluscos (fragmentos)**

**EDAD**  
**Messiniense**

**FACIES**  
**Lacustre**

**TERRIGENOS**

|          | % | Tamaño |      | Morfoscopia |      |
|----------|---|--------|------|-------------|------|
|          |   | Med.   | Máx. | Red.        | Esf. |
| Cuarzo   |   |        |      |             |      |
| Feldesp. |   |        |      |             |      |
| Micas    |   |        |      |             |      |
| F. Rocas |   |        |      |             |      |

**CEMENTO**

**MINERALES ACCESORIOS**

**CALIZAS**

IE=

|              | % | Tamaño |      | Morfoscopia |      |
|--------------|---|--------|------|-------------|------|
|              |   | Med.   | Máx. | Red.        | Esf. |
| Intraclastos |   |        |      |             |      |
| Oolitos      |   |        |      |             |      |
| Pellet       |   |        |      |             |      |
| Bioclastos   |   |        |      |             |      |
| Micrita      |   |        |      |             |      |
| Esperita     |   |        |      |             |      |

**OBSERVACIONES**

**TRATAMIENTOS ESPECIALES**

|               |                |
|---------------|----------------|
| Porosidad     | Medida _____   |
|               | Estimada _____ |
| Permeabilidad | _____          |
| Calimetría    | l' _____       |
|               | Total _____    |

**CLASIFICACION**

|                                                                     |                                                           |                                                          |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>SONDEO</b><br>Pozo <b>ABARAN - 1</b><br>Profundidad <b>84 m.</b> | <b>AFLORAMIENTO</b><br>Sección _____<br>Muestra N.º _____ | N.º Reg. Lámina _____<br>Descripción macroscópica: _____ |
| Preparada el <u>Julio/1990</u><br>Tratada con _____<br>Por _____    | Seleccionada el _____<br>Por _____<br>Observaciones _____ |                                                          |
| <b>Caliza brechoide</b><br><b>Charofitas (muy raros restos)</b>     |                                                           |                                                          |
|                                                                     |                                                           | <b>EDAD</b><br>Prob. Messiniens                          |
|                                                                     |                                                           | <b>FACIES</b><br>Lacustre-Palustre                       |

| TERRIGENOS           |    |        |      |             |      |
|----------------------|----|--------|------|-------------|------|
|                      | %  | Tamaño |      | Morfoscopia |      |
|                      |    | Med.   | Máx. | Red.        | Est. |
| Cuarzo               | 5  |        |      |             |      |
| Feldesp.             |    |        |      |             |      |
| Micas                |    |        |      |             |      |
| F. Rocas             |    |        |      |             |      |
| CEMENTO              |    |        |      |             |      |
| MINERALES ACCESORIOS |    |        |      |             |      |
| CALIZAS              |    |        |      | IE=         |      |
|                      | %  | Tamaño |      | Morfoscopia |      |
|                      |    | Med.   | Máx. | Red.        | Est. |
| Intraclastos         | 35 |        |      |             |      |
| Oolitos              |    |        |      |             |      |
| Pellet               |    |        |      |             |      |
| Bioclastos           | T  |        |      |             |      |
| Micrita              | 60 |        |      |             |      |
| Esparta              |    |        |      |             |      |

OBSERVACIONES

TRATAMIENTOS ESPECIALES

Limo y arena de cuarzo, fina, SA.  
 Contiene cantos de calizas más oscuras  
 La matriz es de micrita finamente recristalizada, con limo y arena fina.  
 Presenta aspecto de caliche  
 Algunas zonas de la preparación tienen laminaciones.

|               |              |
|---------------|--------------|
| Porosidad     | Medida _____ |
|               | Estimada     |
| Permeabilidad | _____        |
| Calimetría    | I' _____     |
|               | Total        |

**CLASIFICACION**  
**CALIZA BRECHOIDE CON ASPECTO DE CALICHE**

**SONDEO**

Pozo **ABARAN # 1**  
 Profundidad **86,70 m.**

**AFLORAMIENTO**

Sección \_\_\_\_\_

Muestra N.º \_\_\_\_\_

N.º Reg. Lámina \_\_\_\_\_

Descripción macroscópica: \_\_\_\_\_

Preparada el Julio/1990

Tratada con \_\_\_\_\_

Por \_\_\_\_\_

Seleccionada el \_\_\_\_\_

Por \_\_\_\_\_

Observaciones \_\_\_\_\_

Caliza microcristalina con abundantes cristales lenticulares de pseudomorfos de yeso (sustituidos por calcita cristalina).

No contiene fósiles

**EDAD**

**Messiniense**

**FACIES**

**Evaporítica-y  
 Lacustre**

**TERRIGENOS**

|          | % | Tamaño |      | Morfoscopia |      |
|----------|---|--------|------|-------------|------|
|          |   | Med.   | Máx. | Red.        | Esf. |
| Cuarzo   |   |        |      |             |      |
| Feldesp. |   |        |      |             |      |
| Micas    |   |        |      |             |      |
| F. Rocas |   |        |      |             |      |

**CEMENTO**

**MINERALES ACCESORIOS**

**CALIZAS**

IE=

|              | %  | Tamaño |      | Morfoscopia |      |
|--------------|----|--------|------|-------------|------|
|              |    | Med.   | Máx. | Red.        | Esf. |
| Intraclastos |    |        |      |             |      |
| Oolitos      |    |        |      |             |      |
| Pellet       |    |        |      |             |      |
| Bioclastos   |    |        |      |             |      |
| Micrita      | 60 |        |      |             |      |
| Esparita     | 40 |        |      |             |      |

**OBSERVACIONES**

La esparita cooresponde a pseudomorfos de cristales de yeso

**TRATAMIENTOS ESPECIALES**

|               |                |
|---------------|----------------|
| Porosidad     | Medida _____   |
|               | Estimada _____ |
| Permeabilidad | _____          |
| Calimetría    | l' _____       |
|               | Total _____    |

**CLASIFICACION**

**MICRITA CON YESO**

**SONDEO**

Pozo **ABARAN - 1**  
 Profundidad **95 m.**

**AFLORAMIENTO**

Sección

Muestra N.º

N.º Reg. **Lámina**

Descripción macroscópica:

Preparada el Julio/1990

Tratada con

Por

Seleccionada el

Por

Observaciones

**Calcilutita fina, con algo de limo. Biomicrita  
 Globigerínidos de pequeño tamaño  
 espículas**

**EDAD**

**Messiniense inf.  
 o Tortoniense su**

**FACIES**

**Plataforma exteri**

**TERRIGENOS**

|          | % | Tamaño |      | Morfoscopia |      |
|----------|---|--------|------|-------------|------|
|          |   | Med.   | Máx. | Red.        | Esf. |
| Cuarzo   | 5 |        |      |             |      |
| Feldesp. |   |        |      |             |      |
| Micas    |   |        |      |             |      |
| F. Rocas |   |        |      |             |      |

**CEMENTO**

**MINERALES ACCESORIOS**

**CALIZAS**

**IE=**

|              | %  | Tamaño |      | Morfoscopia |      |
|--------------|----|--------|------|-------------|------|
|              |    | Med.   | Máx. | Red.        | Esf. |
| Intraclastos |    |        |      |             |      |
| Oolitos      |    |        |      |             |      |
| Pellet       |    |        |      |             |      |
| Bioclastos   | 20 |        |      |             |      |
| Micrita      | 75 |        |      |             |      |
| Esperita     |    |        |      |             |      |

**OBSERVACIONES**

**Cuarzo tamaño limo**

**Bioclastos con predominio de Foraminíferos  
 planctónicos.**

**TRATAMIENTOS ESPECIALES**

|               |          |
|---------------|----------|
| Porosidad     | Medida   |
|               | Estimada |
| Permeabilidad |          |
| Calcimetría   | I'       |
|               | Total    |

**CLASIFICACION**

**BIOMICRITA**

**SONDEO**

Pozo **ABARAN - 1**  
 Profundidad: **129 m.**

**AFLORAMIENTO**

Sección \_\_\_\_\_  
 Muestra N.º \_\_\_\_\_

N.º Reg. Lámina

Descripción macroscópica:

Preparada el Julio/1990  
 Tratada con \_\_\_\_\_  
 Por \_\_\_\_\_

Seleccionada el \_\_\_\_\_  
 Por \_\_\_\_\_  
 Observaciones \_\_\_\_\_

Calcilutita fina, con ligera laminación, limolítica.  
 Biomicrita

Globigérinidos, la mayoría de pequeño tamaño (entre ellos secciones referibles a *Orbulina*, *Globorotatoria*, *Globorotalia acostaensis* ? BLOW) espículas

EDAD  
 Messiniense inf.  
 o Tortoniense sup.

FACIES  
 Plataforma exterr

**TERRIGENOS**

|          | % | Tamaño |      | Morfoscopia |      |
|----------|---|--------|------|-------------|------|
|          |   | Med.   | Máx. | Red.        | Esf. |
| Cuarzo   | 8 |        |      |             |      |
| Feldesp. |   |        |      |             |      |
| Micas    |   |        |      |             |      |
| F. Rocas |   |        |      |             |      |

**CEMENTO**

**MINERALES ACCESORIOS**

**CALIZAS**

IE=

|              | %  | Tamaño |      | Morfoscopia |      |
|--------------|----|--------|------|-------------|------|
|              |    | Med.   | Máx. | Red.        | Esf. |
| Intraclastos |    |        |      |             |      |
| Oolitos      |    |        |      |             |      |
| Pellet       |    |        |      |             |      |
| Bioclastos   | 20 |        |      |             |      |
| Micrita      | 72 |        |      |             |      |
| Esperita     |    |        |      |             |      |

**OBSERVACIONES**

Cuarzo tamaño limo  
 Bioclastos con predominio de Foraminíferos planctónicos.

**TRATAMIENTOS ESPECIALES**

|               |                                |
|---------------|--------------------------------|
| Porosidad     | Medida _____<br>Estimada _____ |
| Permeabilidad | _____                          |
| Calimetría    | I' _____<br>Total _____        |

**CLASIFICACION**

**BIOMICRITA**

**SONDEO**

Pozo **ABARAN - 1**  
 Profundidad: **129 m.**

**AFLORAMIENTO**

Sección \_\_\_\_\_

Muestra N.º \_\_\_\_\_

N.º Reg. **Levigado**

Descripción macroscópica:

**Calclutia algo arcillosa, muy compacta.**

Preparada el Septiembre/1990

Tratada con CO<sub>3</sub>Na<sub>2</sub>; SO<sub>4</sub>Cu; H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

Por \_\_\_\_\_

Seleccionada el \_\_\_\_\_

Por \_\_\_\_\_

Observaciones \_\_\_\_\_

- Orbulina universa* d'ORB.
- Orbulina suturalis* BRONN.
- Globorotalia acostansis* BLOW
- Globorotalia scitula* (BRADY)
- Globorotalia* cf. *obesa* BOLLI
- Globigerinoides trilobus* (REUSS)
- Globoquadrina* cf. *dehiscens* (CHAPM. PERR. y COLL.)
- Globigerina* aff. *nepenthes* TODD
- Globigerina* cf. *apertura* CUSHM.
- Globigerina* aff. *foliata* BOLLI
- Glandulina* sp.
- Dentalina* sp.

EDAD  
 Messiniense inf.  
 o Tortoniense sup.

FACIES  
 Plataforma abierta o tándud

Muestra muy calcárea, levigada con tratamiento especial.

Microfósiles muy mal conservados, de difícil identificación.

**TERRIGENOS**

|          | % | Tamaño |      | Morfoscopia |      |
|----------|---|--------|------|-------------|------|
|          |   | Med.   | Máx. | Red.        | Esf. |
| Cuarzo   |   |        |      |             |      |
| Feldes.  |   |        |      |             |      |
| Micas    |   |        |      |             |      |
| F. Rocas |   |        |      |             |      |

**CEMENTO**

**MINERALES ACCESORIOS**

**CALIZAS**

IE=

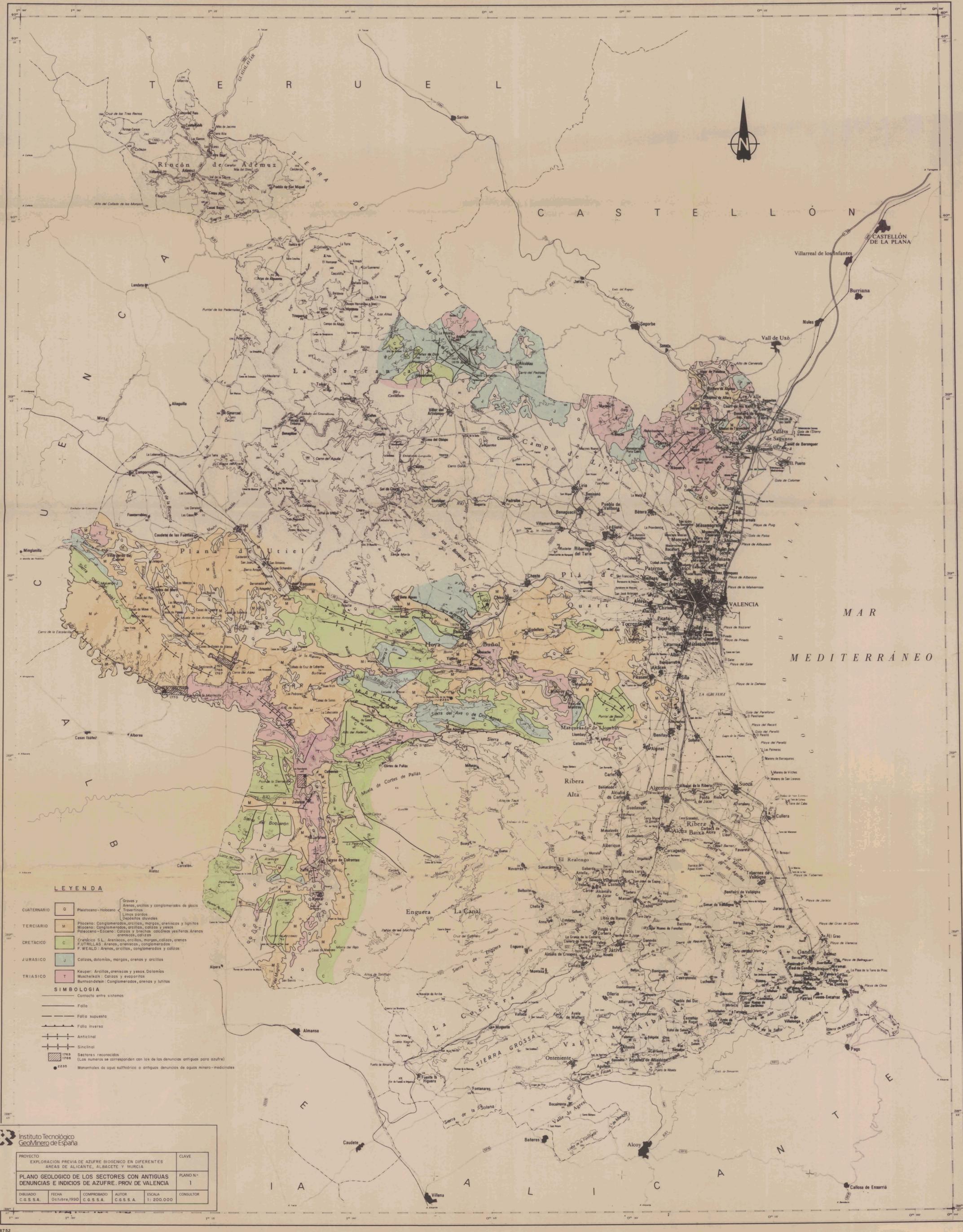
|              | % | Tamaño |      | Morfoscopia |      |
|--------------|---|--------|------|-------------|------|
|              |   | Med.   | Máx. | Red.        | Esf. |
| Intraclastos |   |        |      |             |      |
| Oolitos      |   |        |      |             |      |
| Pellet       |   |        |      |             |      |
| Bloclastos   |   |        |      |             |      |
| Micrita      |   |        |      |             |      |
| Esperita     |   |        |      |             |      |

**OBSERVACIONES**

**TRATAMIENTOS ESPECIALES**

|               |                |
|---------------|----------------|
| Porosidad     | Medida _____   |
|               | Estimada _____ |
| Permeabilidad | _____          |
| Calimetría    | I' _____       |
|               | Total _____    |

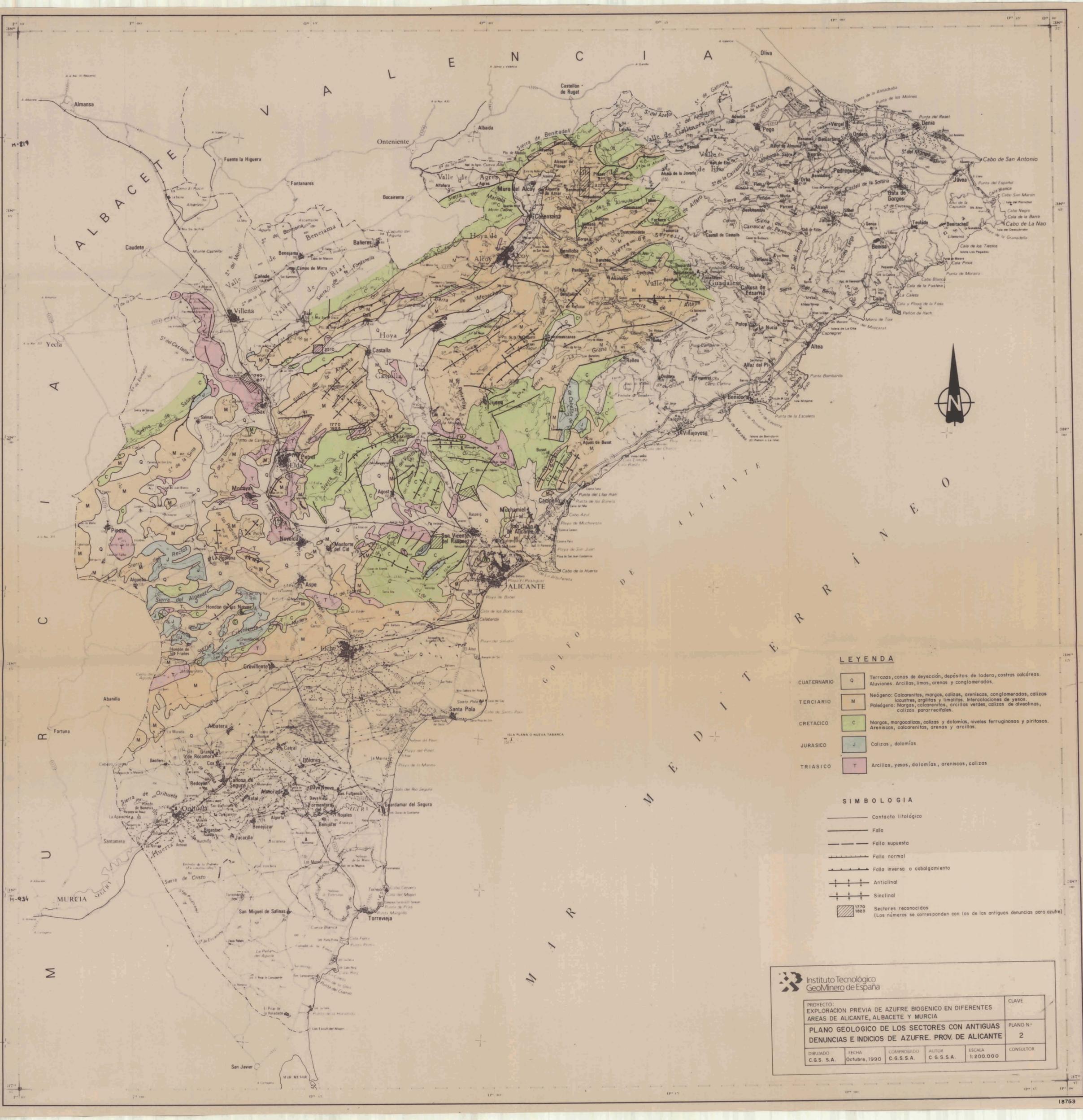
**CLASIFICACION**



**LEYENDA**

- CUATERNARIO** Q Pleistoceno-Holoceno  
 Arenas, arcillas y conglomerados de glaciares  
 Trazamientos  
 Limos pardos  
 Depósitos fluviales
- TERCIARIO** M Plioceno: Conglomerados, arcillas, margas, arenas y lignitos  
 Mioceno: Conglomerados, arcillas, calizas y yesos  
 Paleoceno-Eoceno: Calizas y brechas calcáreas yesíferas. Arenas areniscas, calizas
- CRETACICO** C Cretácico S.L.: Arenas, arcillas, margas, calizas, arenas  
 FUERRILLAS: Arenas, areniscas, conglomerados  
 F.WEALD: Arenas, arcillas, conglomerados y calizas
- JURASICO** J Calizas, dolomías, margas, arenas y arcillas
- TRIASICO** T Keuper: Arcillas, areniscas y yesos. Dolomías  
 Murchisford: Calizas y evaporitas  
 Buntsandstein: Conglomerados, arenas y lutitas
- SIMBOLOGIA**  
 Contacto entre sistemas  
 Fallo  
 Fallo supuesto  
 Fallo inverso  
 Anticlinal  
 Sinclinal  
 Sectores reconocidos (Los números se corresponden con los de las denuncias antiguas para azufre)  
 1766  
 1765  
 2235 Manantiales de agua sulfúrica o antiguas denuncias de aguas minero-medicinales

|                                                                                                                   |                                |                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| <p><b>Instituto Tecnológico Geominero de España</b></p>                                                           |                                |                                   |
| <p>PROYECTO<br/>EXPLORACION PREVIA DE AZUFRE BIOGENICO EN DIFERENTES<br/>AREAS DE ALICANTE, ALBACETE Y MURCIA</p> | <p>PLANO N.º<br/>1</p>         | <p>CONSULTOR</p>                  |
| <p>ELABORADO<br/>C.G.S.S.A.</p>                                                                                   | <p>FECHA<br/>Octubre, 1990</p> | <p>COMPROMBADO<br/>C.G.S.S.A.</p> |
| <p>AUTOR<br/>C.G.S.S.A.</p>                                                                                       | <p>ESCALA<br/>1:200.000</p>    |                                   |



**LEYENDA**

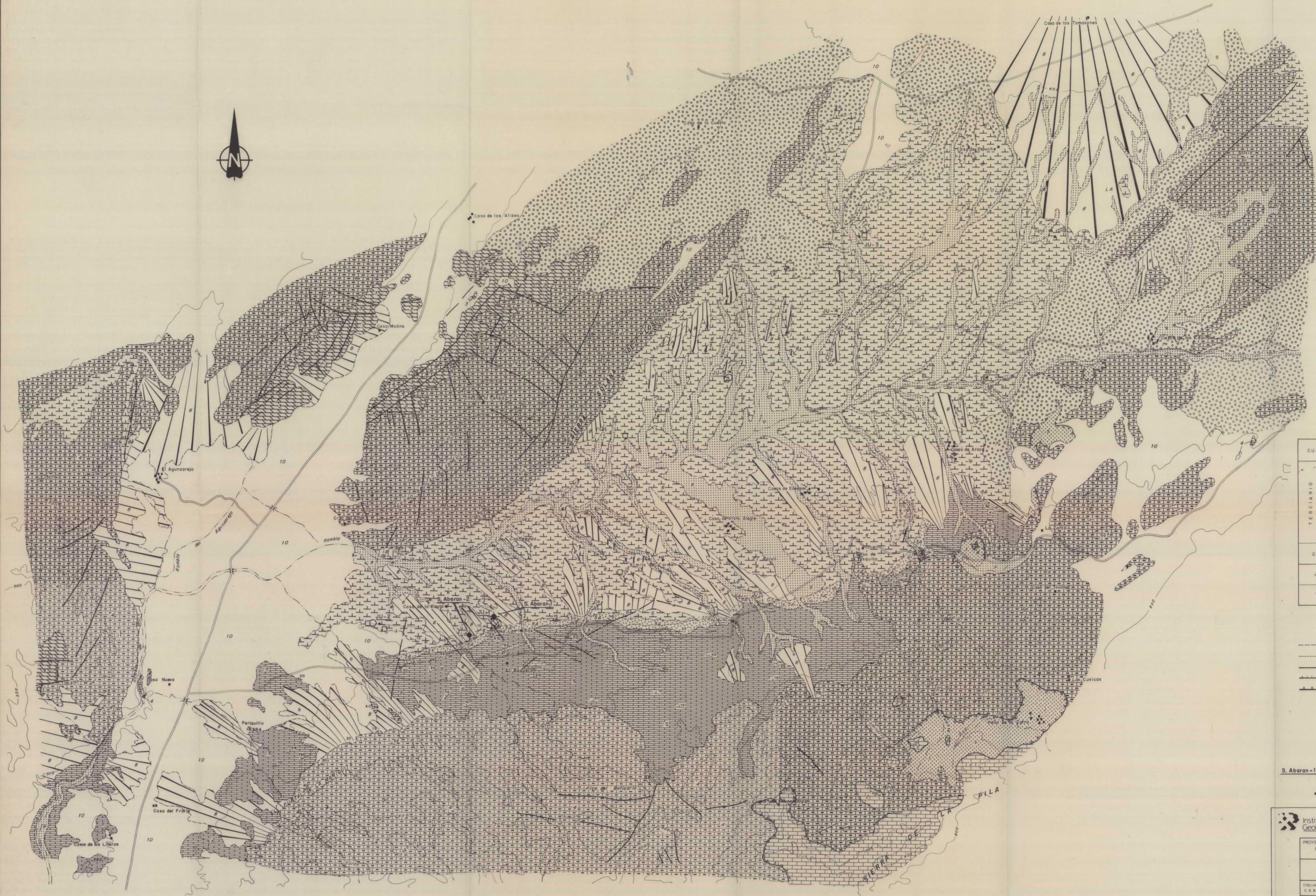
- CUATERNARIO** Q Terrazas, conos de deyección, depósitos de lodera, costras calcáreas. Aluviones. Arcillas, limos, arenas y conglomerados.
- TERCIARIO** M Neógeno: Calcarenítas, margas, calizas, areniscas, conglomerados, calizas lacustres, argilitas y limolitas. Intercalaciones de yesos. Paleógeno: Margas, calcarenitas, arcillas verdes, calizas de alveolinas, calizas porfiríticas.
- CRETACICO** C Margas, margocalizas, calizas y dolomías, niveles ferruginosos y piritosos. Areniscas, calcarenitas, arenas y arcillas.
- JURASICO** J Calizas, dolomías
- TRIASICO** T Arcillas, yesos, dolomías, areniscas, calizas

**SIMBOLOGIA**

- Contacto litológico
- Falta
- - - Falta supuesta
- +— Falta normal
- +—+ Falta inversa o cabalgamiento
- +—+ Anticlinal
- +—+ Sinclinal
- 1770 1823 Sectores reconocidos (Los números se corresponden con los de las antiguas denuncias para azufre)

**Instituto Tecnológico GeoMinero de España**

|                                                                                                     |                      |                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------|
| PROYECTO: EXPLORACION PREVIA DE AZUFRE BIOGENICO EN DIFERENTES AREAS DE ALICANTE, ALBACETE Y MURCIA |                      | CLAVE                  |
| PLANO GEOLOGICO DE LOS SECTORES CON ANTIGUAS DENUNCIAS E INDICIOS DE AZUFRE. PROV. DE ALICANTE      |                      | PLANO N° 2             |
| DIBUJADO: C.G.S.S.A.                                                                                | FECHA: Octubre, 1990 | COMPROBADO: C.G.S.S.A. |
| AUTOR: C.G.S.S.A.                                                                                   | ESCALA: 1:200.000    | CONSULTOR              |



**LEYENDA**

|           |                                                                                             |                                                                  |                                                |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Terciario | CUATERNARIO                                                                                 |                                                                  | 10 - Cuaternario indiferenciado.               |
|           | PLIOCENO                                                                                    | 9 - Aluvial, arenas y arcillas con cantos.                       |                                                |
|           |                                                                                             | 8 - Mantos de arroyada difusa, conglomerados, arenas y arcillas. |                                                |
|           | MIOCENO                                                                                     | SUPERIOR                                                         | 7 - Conglomerados, areniscas y arcillas rojas. |
| MEDIO 2   |                                                                                             | 6 - Margas blancas.                                              |                                                |
| CRETACICO | 5 - Margas beige, niveles de calcarenitas y margocalizas. (SA) - Areniscas y conglomerados. |                                                                  |                                                |
|           | 4 - Calizas, margas verdes, arenas, arcillas, calcarenitas.                                 |                                                                  |                                                |
|           | 3 - Dolomías y margas.                                                                      |                                                                  |                                                |
| JURASICO  | 2 - Calizas y dolomías.                                                                     |                                                                  |                                                |
| TRIASICO  | 1 - Arcillas con yesos y margas rojas.                                                      |                                                                  |                                                |

- Contacto discordante
- - - - - Contacto concordante
- ==== Contacto mecánico.
- Faja normal.
- Faja inversa/cabalgamiento.
- ↘ 20 Dirección y buzamiento.
- + Capas horizontales.
- ⊥ Buzamiento invertido
- Yesos en fracturas.
- Indicios de azufre
- ⚡ Explotación abandonada.
- ◆ S. Abaran-1 Sondeo realizado.
- Ju-1 Punto de toma de muestra.

**Instituto Tecnológico Geológico de España**

|                                                                                           |              |            |            |            |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------|------------|------------|------------|
| PROYECTO                                                                                  |              |            |            | CLAVE      |            |
| EXPLORACION PREVIA DE AZUFRE BIÓGENICO EN DIFERENTES AREAS DE ALICANTE, ALBACETE Y MURCIA |              |            |            | PLANO N° 3 |            |
| <b>PLANO GEOLOGICO SECTOR DE ABARAN</b>                                                   |              |            |            |            |            |
| 1:25.000                                                                                  | 1:25.000     | 1:25.000   | 1:25.000   | 1:25.000   | 1:25.000   |
| DIBUJADO                                                                                  | FECHA        | COMPROBADO | AUTOR      | ESCALA     | CONSULTOR  |
| C.G.S.S.A.                                                                                | OCTUBRE 1990 | C.G.S.S.A. | C.G.S.S.A. | 1:25.000   | C.G.S.S.A. |



**LEYENDA**

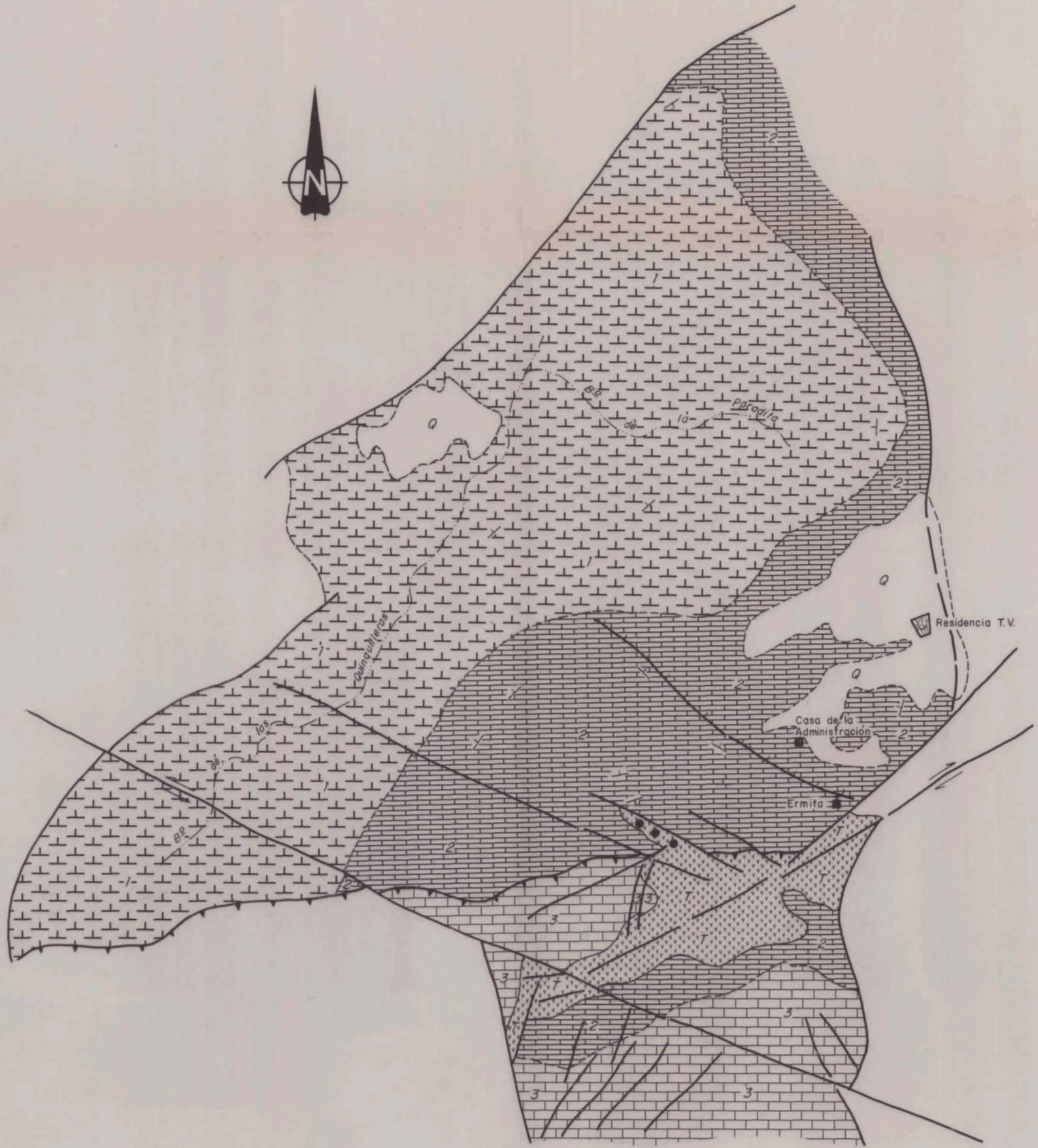
|                       |                 |                                                                           |                                                                                                                                                                         |
|-----------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| T E R C I A R I O     | P L I O C E N O | 9                                                                         | 9 - Cuaternario indiferenciado                                                                                                                                          |
|                       |                 | 8                                                                         | 8 - Conglomerados con intercalaciones de areniscas                                                                                                                      |
|                       | M I O C E N O   | 7                                                                         | 7 - Arenas, areniscas y conglomerados (FLUVIAL)                                                                                                                         |
|                       |                 | 6                                                                         | 6 - Tramo con abundantes niveles de yeso y azufre<br>6a - Margas limosas y arenosas con niveles de calizas, arenas, areniscas, conglomerados, yeso y azufre. (LACUSTRE) |
| JURASICO-CRETACICO    | 5               | 5 - Calizas arenosas                                                      |                                                                                                                                                                         |
| T R I A S K E U P E R | 4               | 4 - Calizas con tramos brechados y conglomeraticos                        |                                                                                                                                                                         |
|                       | 3               | 3 - SUSTRATO BETICO. Dolomías, calizas, arenas, areniscas y conglomerados |                                                                                                                                                                         |
|                       |                 | 2                                                                         | 2 - Arcillas abigarradas y yesos                                                                                                                                        |
|                       |                 | ROCAS VOLCANICAS                                                          |                                                                                                                                                                         |
|                       |                 | 1                                                                         | 1 - Jumillitas                                                                                                                                                          |

**SIMBOLOS**

- Contacto normal
- Contacto discordante
- Contacto mecánico
- Falla
- Falla supuesta
- ↑ ↑ Anticinal
- ↑ ↑ ↑ Anticinal supuesto
- ↓ ↓ Sinclinal
- ↓ ↓ ↓ Sinclinal supuesto
- 20° Dirección y buzamiento
- + Horizontal (Inclinación menor a 3°)
- INDICIO 1 Antiguos labores para azufre
- ● Pozos de labores de azufre (abierto, semihundido, hundido)
- Escambrera
- Excavaciones superficiales para azufre
- Cantera
- SO-1 ● Punto de recogida de muestra
- ★ Sondajes realizados en exploraciones anteriores.

**Instituto Tecnológico GeoMinero de España**

|                                                                                           |              |                 |                 |          |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------|-----------------|----------|-----------------|
| PROYECTO                                                                                  |              |                 |                 |          | CLAVE           |
| EXPLORACION PREVIA DE AZUFRE BIOGENICO EN DIFERENTES AREAS DE ALICANTE, ALBACETE Y MURCIA |              |                 |                 |          |                 |
| PLANO GEOLOGICO DEL SECTOR DE SOCOVOS                                                     |              |                 |                 |          | PLANO N° 4      |
| DIBUJADO                                                                                  | FECHA        | COMPROBADO      | AUTOR           | ESCALA   | CONSULTOR       |
| C. G. S., S. A.                                                                           | OCTUBRE 1990 | C. G. S., S. A. | C. G. S., S. A. | 1:25.000 | C. G. S., S. A. |



**LEYENDA**

- Q CUATERNARIO
- PLIOCENO - SERRAVALLIENSE  
Calcarenitas, margas blancas.
- LANGHIENSE - AQUITANIENSE  
Calizas margosas fértidas, microconglomerados, margas blancas.
- CRETACICO SUPERIOR  
Calizas, calizas margosas y margas.
- TRIAS: FACIES KEUPER  
Arcillas y margas rojas. Yesos.

**SIMBOLOGIA**

- Contactos entre pisos y series.
- ==> Fractura con componente en dirección.
- ≡ Falla inversa.
- ⊥ Dirección y buzamiento.
- Situación de antiguas labores para azufre

Instituto Tecnológico  
GeoMinero de España

|                                                                                           |              |              |              |           |              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|-----------|--------------|
| PROYECTO                                                                                  |              |              |              | CLAVE     |              |
| EXPLORACION PREVIA DE AZUFRE BIOGENICO EN DIFERENTES AREAS DE ALICANTE, ALBACETE Y MURCIA |              |              |              |           |              |
| ESQUEMA GEOLOGICO DEL SECTOR DE CATI                                                      |              |              |              | PLANO N.º |              |
|                                                                                           |              |              |              | 5         |              |
| DIBUJADO                                                                                  | FECHA        | COMPROBADO   | AUTOR        | ESCALA    | CONSULTOR    |
| C.G.S., S.A.                                                                              | OCTUBRE 1990 | C.G.S., S.A. | C.G.S., S.A. | 1:25.000  | C.G.S., S.A. |



|                                                                                            |                 |              |                 |        |              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|-----------------|--------|--------------|
| PROYECTO                                                                                   |                 |              |                 | CLAVE  |              |
| EXPLORACION PREVIA DE AZUFRE BIOGENICO EN DIFERENTES AREAS DE ALICANTE, ALBACETE Y MURCIA. |                 |              |                 |        |              |
| COLUMNA                                                                                    |                 |              | SEDIMENTOLOGICA |        | PLANO N°     |
| ABARAN - II                                                                                |                 |              |                 |        | 7            |
| DIBUJADO                                                                                   | FECHA           | COMPROBADO   | AUTOM           | ESCALA | CONSULTOR    |
| C.G.S., S.A.                                                                               | Septiembre 1990 | C.G.S., S.A. | C.G.S., S.A.    | 1/200  | C.G.S., S.A. |

- L E Y E N D A -

LITOLOGIA

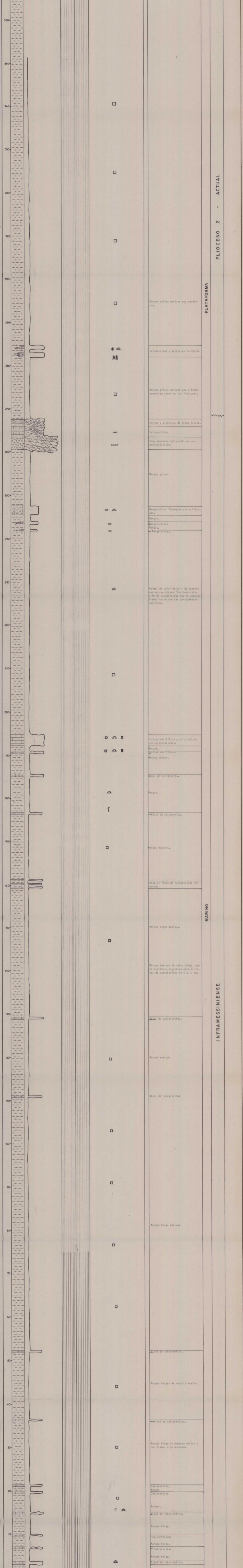
|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

ESTRATIFICACION Y ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

BIOESTRATIGRAFIA

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |



PLIOCENO 2 - ACTUAL

PLATAFORMA

MARINO

INFRA MESSINIENSE

|              |                 |                                                                                            |              |        |              |
|--------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------|--------------|
| PROYECTO     |                 | EXPLORACION PREVIA DE AZUFRE BIOGENICO EN DIFERENTES AREAS DE ALICANTE, ALBACETE Y MURCIA. |              |        | CLAVE        |
| COLUMNA      |                 | SEDIMENTOLOGICA                                                                            |              |        | PLANO N°     |
|              |                 | CENAJO                                                                                     |              |        | 8            |
| DIBUJADO     | FECHA           | COMPROBADO                                                                                 | AUTOR        | ESCALA | CONSULTOR    |
| C.G.S., S.A. | Septiembre 1990 | C.G.S., S.A.                                                                               | C.G.S., S.A. | 1/200  | C.G.S., S.A. |

- L E Y E N D A -

LITOLOGIA

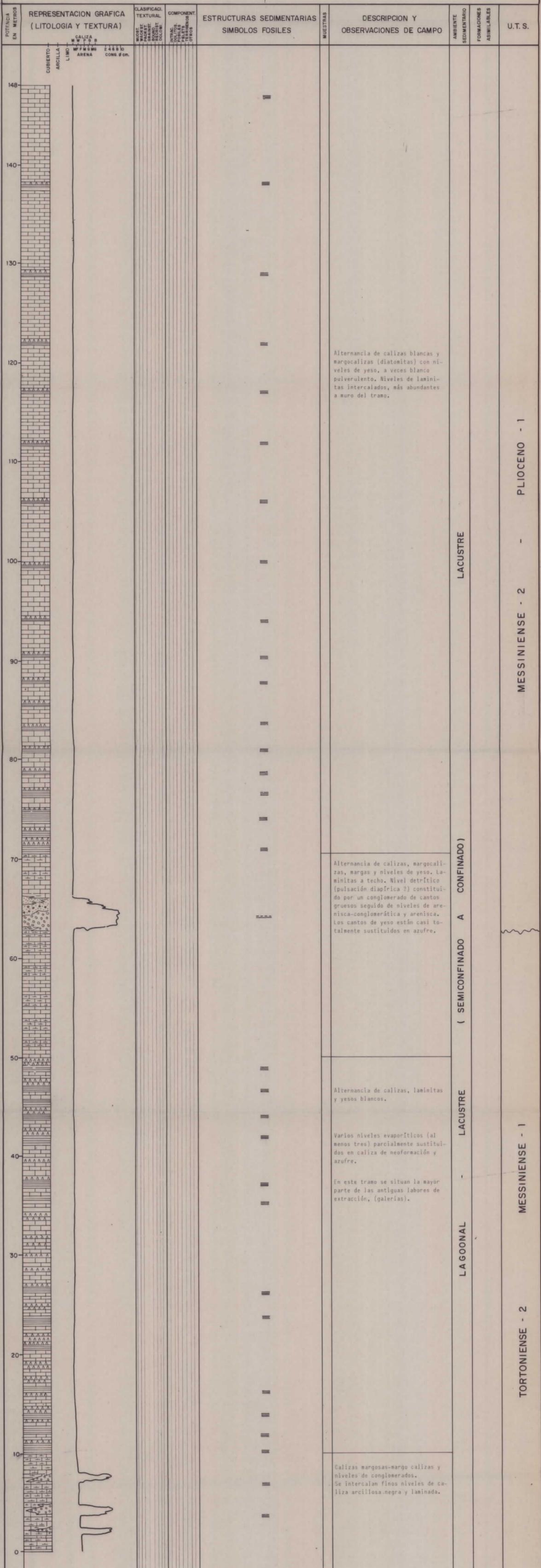
|              |                                            |           |                       |         |
|--------------|--------------------------------------------|-----------|-----------------------|---------|
| CALIZAS      | MARGAS ARENOSAS                            | LAMINITAS | ARENAS                | LIGNITO |
| MARGOCALIZAS | CALCARENITAS, ARENISCAS CALIZAS DETRITICAS | ARCILLAS  | CONGLOMERADOS, GRAVAS |         |
| MARGAS       | CALIZAS ARRECIFALES                        | LIMOS     | EVAPORITAS            |         |

ESTRATIFICACION Y ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS

|                            |                                                  |                         |                                  |                        |
|----------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|------------------------|
| ESTRATIFICACION MASIVA     | ESTRATIFICACION CRUZADA PLANAR DE GRAN ESCALA    | RIPPLES DE OSCILACION   | ESTRATIFICACION "FLASER"         | NODULOS Y CONCRECIONES |
| LAMINACION PARALELA        | ESTRATIFICACION CRUZADA PLANAR DE MEDIANA ESCALA | GRANOSELECCION NEGATIVA | ESTRATIFICACION CRUZADA DE SURCO | CRISTALES DE YESO      |
| ESTRATIFICACION LENTICULAR | ESTRATIFICACION CRUZADA PLANAR DE PEQUEÑA ESCALA | GRANOSELECCION POSITIVA | PALEOCANALES O SURCOS EROSIVOS   | CANTOS IMBRICADOS      |

BIOESTRATIGRAFIA

|                 |                   |        |                   |          |
|-----------------|-------------------|--------|-------------------|----------|
| LAMELIBRANQUIOS | GASTEROPODOS      | ERIZOS | CORALES           | ALGAS    |
| BIOTURBACION    | HILADAS DE CARBON | PECES  | RESTOS CARBONOSOS | BRIOZOOS |





|                                                                                              |                     |                           |                      |                 |                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------|----------------------|-----------------|--------------------------|
| PROYECTO                                                                                     |                     |                           |                      |                 | CLAVE                    |
| EXPLORACION PREVIA DE AZUFRE BIOGENICO<br>EN DIFERENTES AREAS DE ALICANTE, ALBACETE Y MURCIA |                     |                           |                      |                 |                          |
| SONDEO: ABARAN - 1                                                                           |                     |                           |                      |                 | PLANO N.º<br>10          |
| DIBUJADO<br>C.G.S. S.A.                                                                      | FECHA<br>Sept. 1990 | COMPROBADO<br>C.G.S. S.A. | AUTOR<br>C.G.S. S.A. | ESCALA<br>1/200 | CONSULTOR<br>C.G.S. S.A. |

DATOS DEL SONDEO

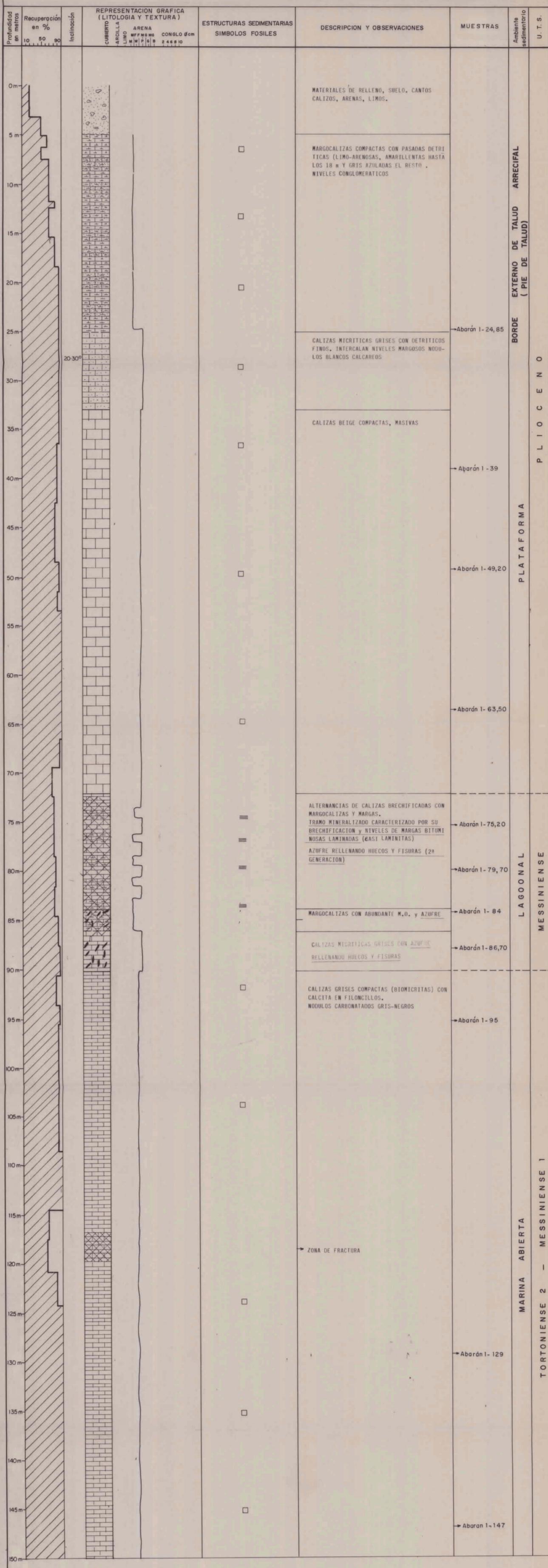
DENOMINACION: ABARAN - 1  
 LONGITUD: 150 m.  
 INCLINACION: Vertical  
 FECHA DE COMIENZO:  
 FECHA DE FINALIZACION:  
 COORDENADAS U.T.M.: X:  
 Y:  
 COTA TOPOGRAFICA:

SIMBOLOS LITOLOGICOS

|  |                               |  |                            |
|--|-------------------------------|--|----------------------------|
|  | Margas                        |  | Calizas                    |
|  | Margas arcillosas             |  | Arcillas                   |
|  | Margas limosas                |  | Arenas                     |
|  | Margas arenosas               |  | Conglomerados              |
|  | Margas con cantos             |  | Margas/arcillas carbonosas |
|  | Margas calcáreas Margocalizas |  |                            |

OTROS SIMBOLOS

|  |                          |  |                              |
|--|--------------------------|--|------------------------------|
|  | Estratificación nodulosa |  | Restos vegetales             |
|  | Laminación paralela      |  | Láminas mm-cm de lignito     |
|  | Laminación ondulada      |  | Lamelibranchios              |
|  | Nódulos                  |  | Lumaquela de gasterópodos    |
|  | Estratificación masiva   |  | Gasterópodos ( ) Escasos     |
|  | Bioturbación             |  | Fracturas                    |
|  | Restos carbonosos        |  | Zona de abundantes fracturas |



ARRECIFAL  
 BORDE EXTERNO DE TALUD  
 (PIE DE TALUD)  
 PLATAFORMA

LAGOONAL  
 MESSINIENSE

MARINA ABIERTA  
 TORTONIENSE 2 - MESSINIENSE 1

PLIOCENO

DATOS DEL SONDEO

DENOMINACION: ABARAN - 2  
 LONGITUD: 150,65 m  
 INCLINACION: Vertical  
 FECHA DE COMIENZO:  
 FECHA DE FINALIZACION:  
 COORDENADAS U.T.M.: X =  
 Y =  
 COTA TOPOGRAFICA:

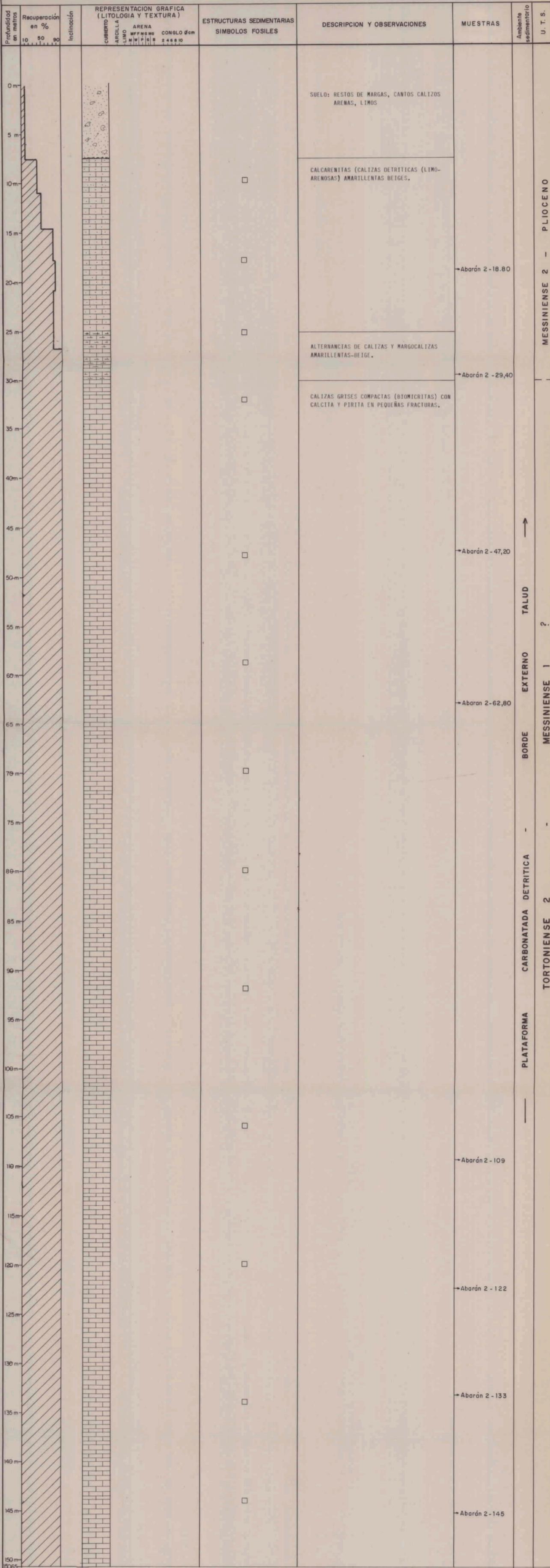
|                                                                                                |                     |                           |                      |                 |                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------|----------------------|-----------------|--------------------------|
| PROYECTO                                                                                       |                     |                           |                      | CLAVE           |                          |
| EXPLORACION PREVIA DE AZUFRE BIOGENICO EN -<br>DIFERENTES AREAS DE ALICANTE, ALBACETE Y MURCIA |                     |                           |                      |                 |                          |
| SONDEO: ABARAN - 2                                                                             |                     |                           |                      | PLANO N.º<br>11 |                          |
| DIBUJADO<br>C.G.S. S.A.                                                                        | FECHA<br>Sept. 1990 | COMPROBADO<br>C.G.S. S.A. | AUTOR<br>C.G.S. S.A. | ESCALA<br>1/200 | CONSULTOR<br>C.G.S. S.A. |

SIMBOLOS LITOLOGICOS

|  |                   |  |                            |
|--|-------------------|--|----------------------------|
|  | Margos            |  | Calizas                    |
|  | Margos arcillosos |  | Arcillas                   |
|  | Margos limosas    |  | Arenas                     |
|  | Margos arenosos   |  | Conglomerados              |
|  | Margos con cantos |  | Margos/arcillas carbonosas |
|  | Margos calcáreas  |  |                            |
|  | Margocalizas      |  |                            |

OTROS SIMBOLOS

|  |                          |  |                              |
|--|--------------------------|--|------------------------------|
|  | Estratificación nodulosa |  | Restos vegetales             |
|  | Laminación paralela      |  | Láminas mm-cm de lignito     |
|  | Laminación ondulada      |  | Lamelibranchios              |
|  | Nódulos                  |  | Lumaquela de gasterópodos    |
|  | Estratificación masiva   |  | Gasterópodos ( ) Escasos     |
|  | Bioturbación             |  | Fracturas                    |
|  | Restos carbonosos        |  | Zona de abundantes fracturas |



MESSINIENSE 2 - PLIOCENO  
 MESSINIENSE 1 ?  
 TALUD  
 EXTERNO  
 BORDE  
 CARBONATADA DETRITICA  
 PLATAFORMA  
 TORTONIENSE 2