

NOTAS Y COMUNICACIONES  
DEL  
INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

*Sumario*

Prospecciones petrolíferas realizadas por la CAMPSA. — Pág. 3.

Labor de la Compañía de Investigación y Explotaciones Petrolíferas, S. A., por E. Duruy de Loma y Sánchez Lozano. — Página 15.

Investigación gravimétrica en Carmona (Sevilla), por José Carlos Figueroa. — Pág. 97.

Actividades de la Empresa Nacional «Adaro» y de la Comisión de Investigaciones Petrolíferas «Valdebro» en la investigación de hidrocarburos, por Juan GAVALA y LABRÉS y José M.º Ríos García. — Pág. 121.

Bibliografía. — Pág. 171.



NOTAS Y COMUNICACIONES

DEL

**INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO**

• DE

ESPAÑA

---

**NÚMERO 38**

---

MADRID  
C. BERMEJO, IMPRESOR  
GARCIA MORATO, 122.—TELEF. 33-06-19

1955

El Instituto Geológico y Minero de España  
hace presente que las opiniones y hechos  
consignados en sus publicaciones son de la  
exclusiva responsabilidad de los autores  
de los trabajos.

---

---

ES PROPIEDAD

Queda hecho el depósito que marca la Ley.

---

---

Prospecciones petrolíferas realizadas  
por la CAMPSA

## ROSPECCIONES PETROLIFERAS REALIZADAS POR LA CAMPSA

### GENERALIDADES

Desde que se constituyó la CAMPSA se comenzaron los estudios geológicos para conocer las posibilidades petrolíferas de España; fué en 1937 cuando interviene en éstos el geólogo don Alfonso del Valle, y con sus campañas geológicas a lo largo de la Cordillera Cantábrica, así como los estudios sobre Burgos, Zamanzas y Soria, cuando los estudios geológicos petrolíferos empezaron a hacerse con método y siguiendo un plan general para el conocimiento de las posibilidades de yacimientos petrolíferos en nuestra Patria. Denuncióse, entonces, la zona de Zamanzas, donde posteriormente habían de iniciarse los primeros trabajos de perforación y de explotación.

En el año 1940 se hicieron estudios generales en Torreija (Alicante), Chinchilla de Monte Aragón (Albacete) Garrucha (Almería), así como la zona de Soria-Calañazor.

A la vista de los datos que se tenían sobre los indicios petrolíferos en la zona del Pirineo Catalán, se lleva a cabo durante los años 1941-42 el estudio general de la zona del Pirineo Catalán, Segre y Llobregat. Simultáneamente se hizo el estudio de una parte de la provincia de Zaragoza.

Después de considerar las posibilidades de la provincia



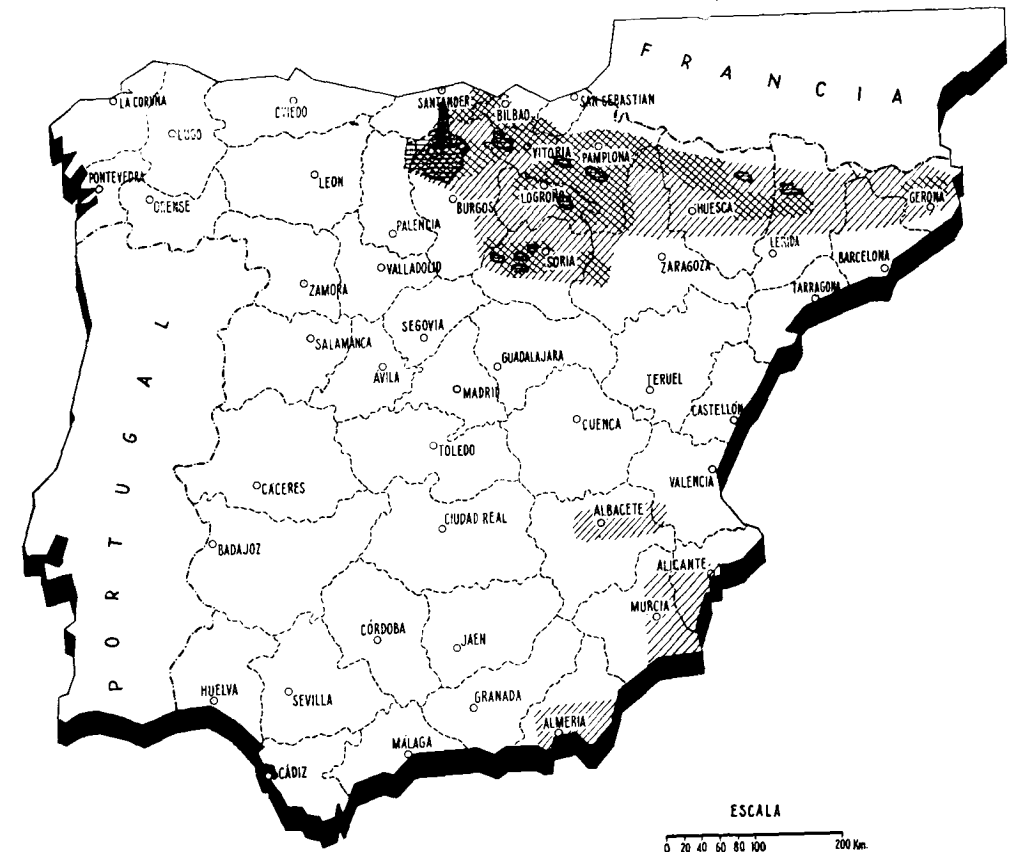
de Soria, se estudió la zona Aldehuela y Fuentetoba, donde las manifestaciones asfálticas tenían importancia, y como consecuencia del informe del geólogo señor Cantos y del estudio que realizaron los Ingenieros de la Compañía, se pidió en 1942 el permiso de exploración de la demarcación de Aldehuela (4.000 hectáreas) y Fuentetoba (4.150 hectáreas). Asimismo, en el año anterior, fué solicitado también el de Nafría la Llana (4.660 hectáreas).

Por los Ingenieros de la CAMPSA se hizo una selección de aquellas zonas de nuestra Patria en que las posibilidades petrolíferas pudieran ser más factibles a consecuencia de la disposición favorable de las estructuras y de las formaciones geológicas, fijándose como idea general aquellas partes de la zona Norte y Oriental españolas donde el Cretáceo, sobre todo el inferior, y terrenos yacientes hasta el Trías, pudieran ser objeto de investigación por medio de sondeos, y como consecuencia de ello se encargó el estudio de las zonas que a continuación detallamos a los equipos geológicos contratados por dicha Compañía para hacer los estudios de detalle.

Desde los años 1944 a 1946 fueron estudiadas las zonas de Soria y de Montorio-Ubierna (Burgos), así como la de Basconcillos (Burgos), a la vista de cuyos informes se solicitó el permiso de exploración de Ubierna (2.500 hectáreas).

En el año 1946 se realizaron los estudios detallados de la zona Olot-Figueras (Gerona) y Tremp (Lérida), y en forma análoga a los anteriores, fué pedido el permiso de exploración de la demarcación de Tremp. Posteriormente, en 1947, se estudian también las zonas de Graus (Huesca), Boltaña y Pamplona, y análogamente se solicitó el permii-

## SITUACION DE LOS SONDEOS Y CONCESIONES



*Rayado sencillo:* Regiones en las cuales se ha efectuado reconocimiento geológico general.  
*Rayado cruzado:* Regiones en las cuales se ha efectuado investigación geológica detallada.

so de exploración de la demarcación de Graus (3.951 hectáreas).

En el año 1947 fué estudiada la zona de Villadiego (Burgos), y en 1949 la zona de Ucero y Huerta del Rey (Soria), a consecuencia del cual se solicitó el permiso de exploración de la demarcación de Ucero.

Por los Ingenieros de CAMPSA se realizaron en varias ocasiones estudios generales y de detalle, no sólo de las zonas indicadas, sino de otras que consideraban interesantes desde el punto de vista petrolífero, y a consecuencia de estudios previos, se encargó a los geólogos el reconocimiento de estructuras, ampliando las formaciones geológicas a los pisos superiores al Cretáceo, sin por ello desestimar éste, por considerarse que también estas formaciones podían ser productivas, y a consecuencia de ello se empezaron los estudios de detalle de las zonas que a continuación detallamos.

En el año 1948 se estudió el detalle de la geología de Pamplona y Vitoria, y posteriormente, en 1949, 1950 y 1951, la zona de Logroño y la estructura de Zuazo de Cuartango. Simultáneamente se estudiaron las provincias de Santander y Vizcaya, así como la región occidental alavesa, completando los trabajos en esta zona tan interesante con los estudios realizados en la región de Tafalla y Tudela (Navarra).

Después de resumir todos los trabajos anteriores y seleccionar las zonas más interesantes para la investigación por sondeos, se solicitaron los permisos de investigación de las estructuras de Zuazo (19.500 hectáreas), Dos Hermanas (3.900 hectáreas), Arnedo (12.000 hectáreas), Tafalla (10.700 hectáreas) y Diapiro de Orduña (2.225 hectáreas).

Además de los estudios generales y de detalle realizados por los geólogos españoles e Ingenieros de CAMPSA, en el año 1947, fué realizado un estudio de la zona de Zamanzas por el geólogo Dr. R. Braendly, y en 1950-51, el geólogo americano Mr. R. P. Miller realizó estudios generales en la mitad oriental de nuestra Península y Valle del Guadalquivir, que sirvieron para confirmar los trabajos anteriores.

En los mapas que se adjuntan se detallan las zonas de España, en las que se realizaron estudios generales y de detalle geológicopetrolíferos, así como la situación de los permisos de exploración e investigación.

En la actualidad continúan los estudios de detalle de las zonas denunciadas para la situación de los sondeos de investigación que en ellas se perforen, habiéndose detenido los estudios de nuevas zonas de interés petrolífero por haber sido reservado a favor del Estado, para investigaciones petrolíferas, todo el territorio nacional, impidiéndonos con ello la solicitud de nuevas demarcaciones.

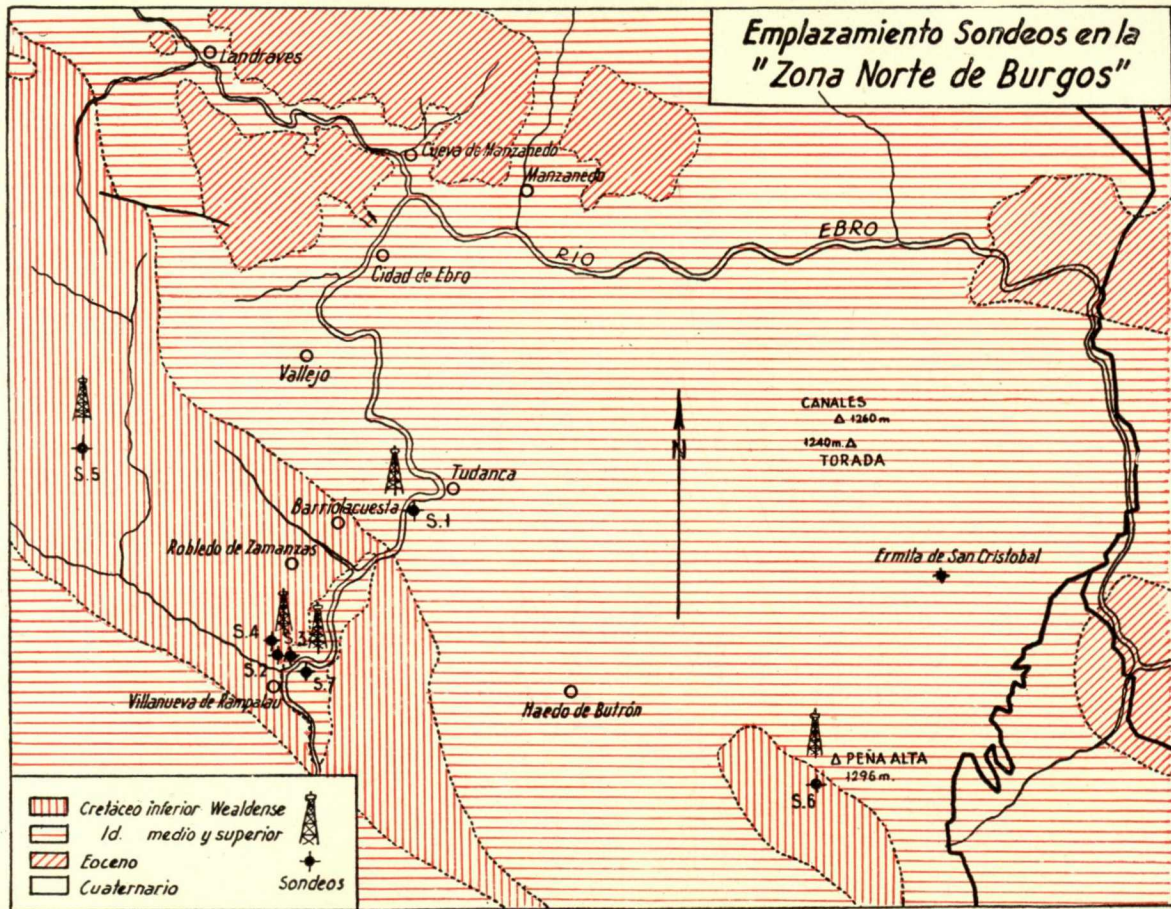
#### ZONA NORTE DE BURGOS

Los anticlinales más importantes situados en esta zona son los de «Leva», «Zamanzas», «Canales», «Dobro» y «Huidobro». Todos los anticlinales arman en Cretáceo y según la denudación, en unos casos la cubierta superficial es Turonense, Cenomanense o Wealdense.

El horizonte productor reconocido ha sido siempre el Wealdense y Jurásico hasta el Keuper del Trías.

Los estudios geológicos realizados en esta región pusieron de manifiesto la existencia de estructuras aptas para la acumulación de petróleos y en las cuales los horizontes

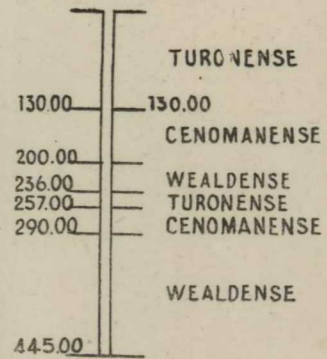
# Emplazamiento Sondeos en la "Zona Norte de Burgos"



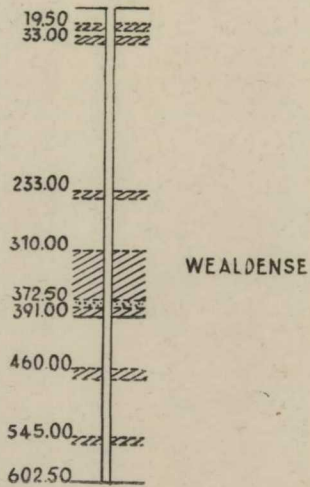


SONDEOS EFECTUADOS POR CAMPSA EN LA ZONA NORTE DE BURGOS

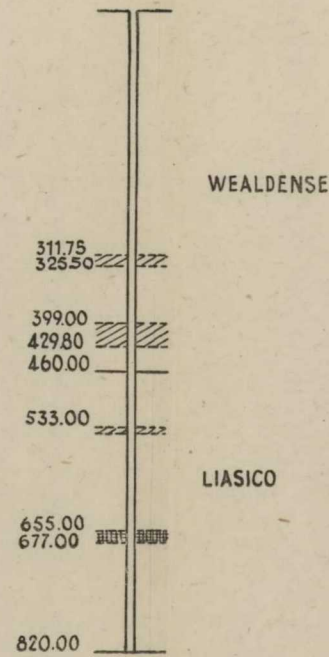
S.1



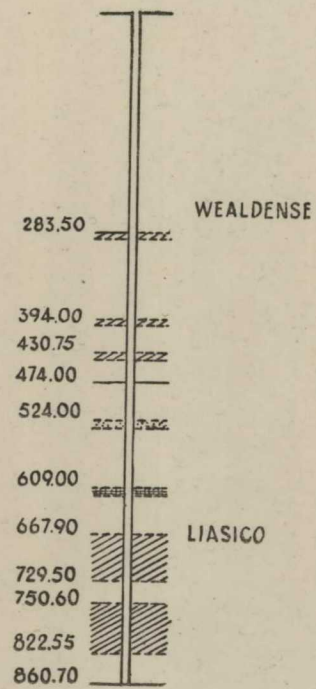
S.2



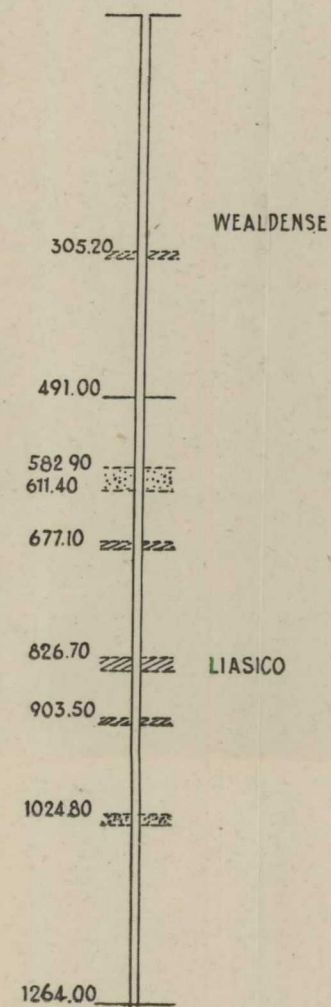
S.3



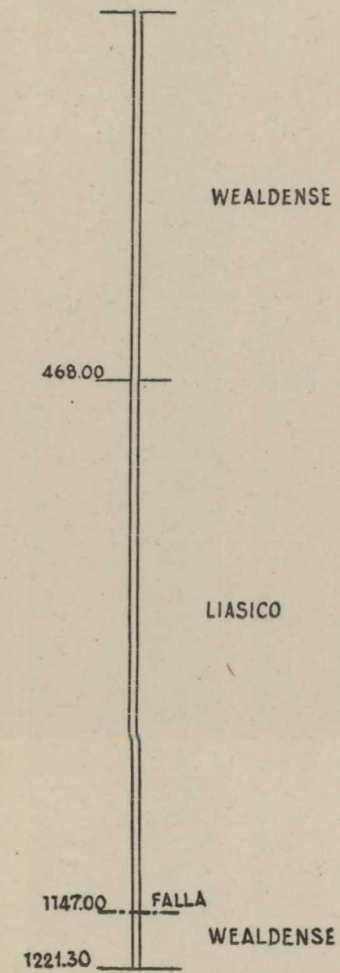
S.4



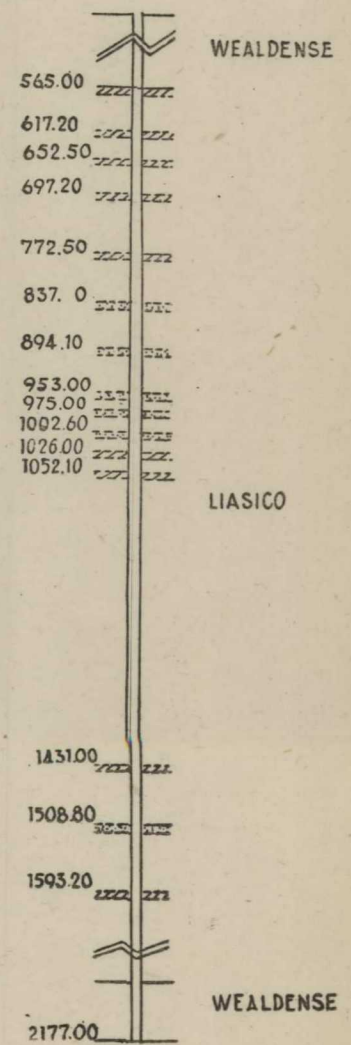
S.5



S.6



S.7



Indicio de petroleos  
 Indicios " y gases  
 Salida "

olíferos se encontraban a profundidades variables sobre la denudación superficial; así, por ejemplo, el anticlinal de Zamanzas, donde se realizaron los cinco sondeos fondos S-2, S-3, S-4, S-5 y S-7, en todos los cuales se encontraron gases y petróleo. De todos los sondeos indicados quizá el más interesante sea el S-5; en los cortes que acompañan, se indican las diferentes formaciones atravesadas y las profundidades en las cuales se encontraron gases y pequeña producción de gases y petróleo.

El emplazamiento de los sondeos del anticlinal de Zamanzas está situado en Wealdense y se alcanzó en casi todos ellos el Jurásico, llegándose en el sondeo 7 hasta el Jurásico inferior en la profundidad de 2.177 metros.

En el anticlinal de Dobro se realizó el sondeo número 6, que, iniciado en Wealdense, llegó al Lías y volvió a entrar en el Wealdense a los 1.147 metros, debido a la existencia de un pliegue-falla, tal como se indica en el Plano 450 adjunto. Este sondeo fué completamente estéril en gases de petróleo y gases.

El anticlinal de Canales forma conjunto con el de Dobro y el haber situado el sondeo número 6 en Dobro fué el objeto de reconocer las dos estructuras en un punto donde la denudación fuera mayor.

El anticlinal de Huidobro, situado al Sur de los anteriores, arma en Turonense y la denudación en su interior fué descubierta al descubierto el Wealdense. Este anticlinal ha sido estudiado también con todo detalle como los anteriores.

El anticlinal de «Leva», al Norte del de «Zamanzas», formado por dos anticlinales en prolongación uno de otro y también ha sido estudiado con todo detalle. Arma en Turonense inferior, allí de anormal potencia en relación con las zonas circundantes.

## RESERVA DE ZUAZO Y «DIAPIRO DE ORDUÑA»

La estructura de Zuazo de Cuartango arma en Cretáceo superior y sus líneas y estructura superficial han puesto de manifiesto tres culminaciones.

Se han hecho estudios geológicos con detalle y columnas estratigráficas en zonas diametralmente opuestas para el mejor conocimiento de las formaciones yacentes, y todo ha puesto de manifiesto que la estructura es apta para la acumulación del petróleo y presenta probables horizontes productivos en la base del Cretáceo y Jurásico.

En la zona donde se encuentra énclavado el anticlinal de «Zuazo de Cuartango» está el cambio de las formaciones del Cretáceo inferior, especialmente del Wealdense a la facie Flysh del Norte de España, y además como todas las formaciones engrosan grandemente hacia el Norte, CAMPSA hizo un sondeo de reconocimiento en la reserva de «Diapiro de Orduña», situada inmediatamente al Norte de la de «Zuazo de Cuartango», para comprobar el cambio de facies y la variación de los espesores antes indicados. Este sondeo se realizó en las inmediaciones al Sur del pueblo de Délica, aprovechando la grande denudación del terreno y la proximidad al diapiro que levanta las capas poniendo al descubierto la base del Cretáceo superior.

Debido a la permanencia de facies en el Turonense inferior y Cenomanense y a que los terrenos han resultado azoicos, los resultados obtenidos no han sido totalmente definitivos; sin embargo, el interés petrolífero de la estructura de «Zuazo de Cuartango» permanece inalterable.

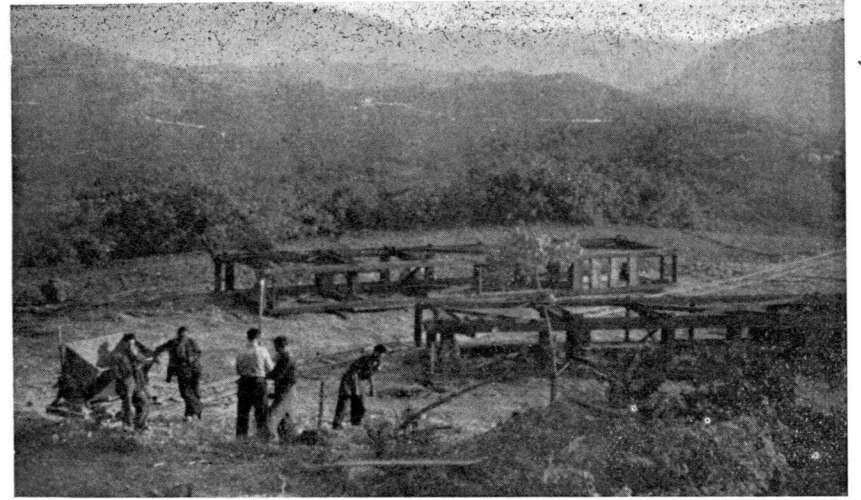


Sondeo núm. 3.—Zamanzas (Burgos).



Sondeo núm. 1.—Tudanca (Burgos).





Sondeo núm. 5.—Preparando fundaciones. Peña Ortum (Burgos).



Sondeo núm. 6.—Explanación terrenos. Dobro-Peña Alta (Burgos).



### ZONA DE SORIA

En la provincia de Soria CAMPSA tiene las siguientes reservas: «Fuentetoba», «Aldehuela de Calatañazor», «Nafra la Llana» y «Ucero». En todas ellas se han realizado estudios geológicos que han puesto de manifiesto la importancia petrolífera de esta región, no sólo en cuanto a la capacidad y aptitud para la acumulación del petróleo, sino también a la presencia de indicios petrolíferos, especialmente asfálticos, en la zona de «Fuentetoba», donde se ha conocido un horizonte formado por varias capas impregadas de asfalto que afloran a la superficie en una extensión de varios kilómetros.

Los estudios y las investigaciones por sondeos se dirigen en esta zona, hacia el reconocimiento de la prolongación de los horizontes donde se encuentran los indicios, en parte donde las estructuras presentan un cierre aceptable para la acumulación del petróleo; así, por ejemplo, el anticlinal de «Aldehuela», situado al Oeste del afloramiento asfáltico de Fuentetoba, presenta el máximo interés. La estructura de «Nafra» es igualmente apropiada a la investigación por su situación geológica en zona de afluencia.

### ZONA DEL EBRO

En las provincias de Navarra y Logroño, situadas al Norte y Sur del Ebro, se encuentran las reservas de CAMPSA de «Dos Hermanas», «Tafalla» y «Arnedo».

La estructura de «Dos Hermanas» arma en Turonense y parte está recubierta por el Oligoceno.

Se han realizado estudios geológicos detallados que han

puesto de manifiesto la importancia petrolífera de esta reserva, y en la actualidad continúan los estudios para el mejor conocimiento de los horizontes yacentes hasta la base del Cretáceo y Jurásico, donde se supone que existe la zona productora.

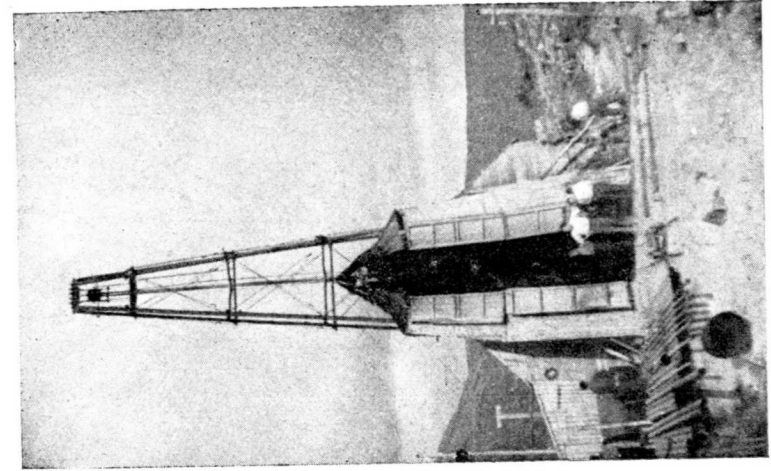
En las reservas de «Tafalla» y «Arnedo», situadas, respectivamente, al Norte y Sur del Ebro, se encuentran sendos anticlinales que arman en Oligoceno.

Debido a las particularidades del Oligoceno en esta zona de España, en cuanto a su espesor y a la presencia de yesos, la investigación de estos anticlinales por sondeos ha sido diferida momentáneamente hasta completar los estudios geológicos de la cuenca Oligocena del Ebro, pues de los estudios iniciales se desprende que serían necesarios sondeos de gran profundidad para poder alcanzar los horizontes que se estiman productores. Los trabajos geológicos están encaminados al estudio del posible adelgazamiento o reducción de espesor de las formaciones oligocenas en los bordes de la cuenca del Ebro, así como a los trabajos de geofísica que se consideran necesarios para poder situar en profundidad los verdaderos anticlinales en la zona productora con independencia de la influencia que sobre ellos hayan tenido los yesos y los pliegues más superficiales.

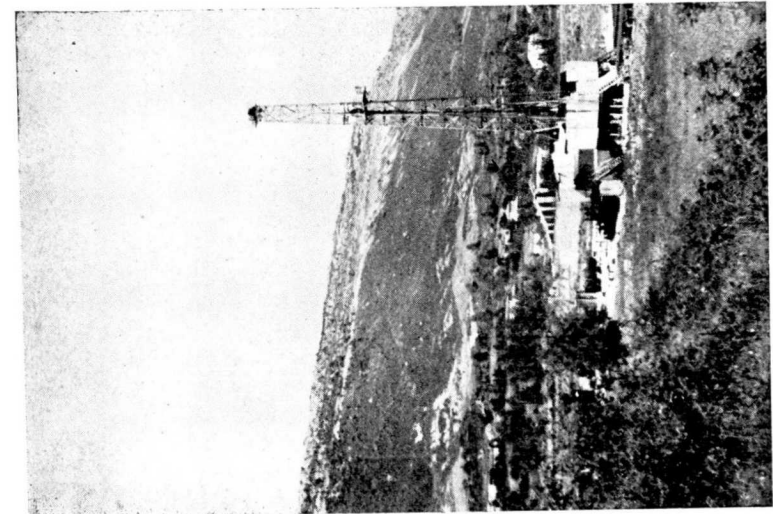
#### ZONA ARAGONESACATALANA

En las provincias de Lérida y Huesca se encuentran las reservas de «Tresp» y «Graus».

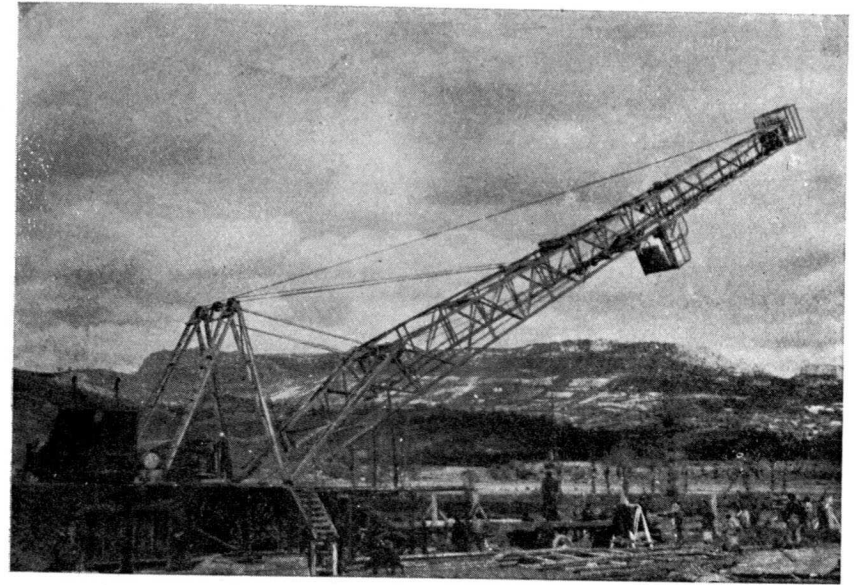
El anticlinal más importante de la reserva de «Tresp» es el que se encuentra al E. de este pueblo de la Sierra de Carreu. Este anticlinal arma en Cretáceo, encontrándose a



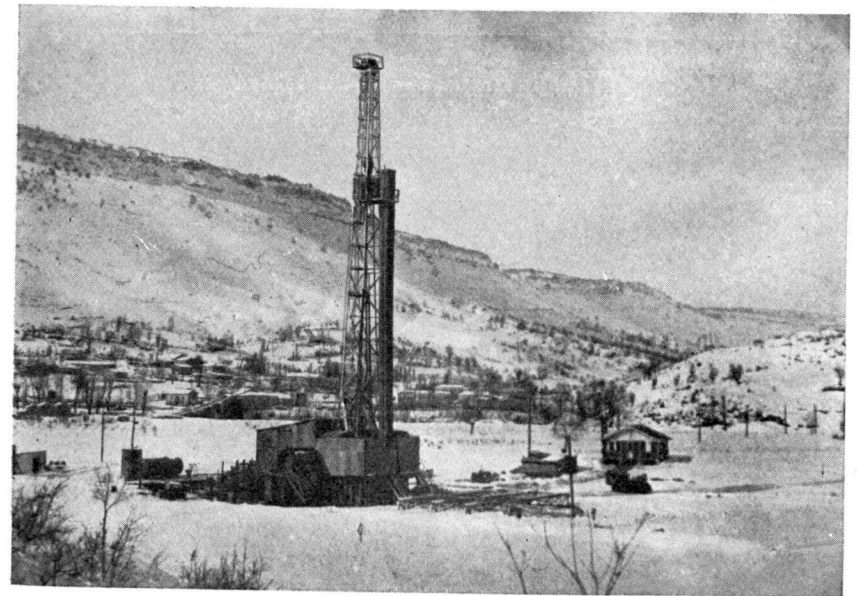
Sondeo núm. 6.—Dobro (Burgos).



Sondeo núm. 7.—Zamanzas (Burgos).



Sondeo núm. 7.—Montaje Torre Zamanzas (Burgos).



Sondeo núm. 7.—Zamanzas (Burgos).

lo largo del mismo la serie geológica, desde el Maestrichtense hasta el Albense, salvo la falta del Turonense. La estructura presenta un cierre periclinal occidental muy acusado y en su parte oriental la denudación ha puesto al descubierto el Albense e incluso el Aptense y Jurásico, donde se encuentran algunos indicios petrolíferos. El cierre oriental no es tan acusado como el occidental y esto ha motivado que antes de realizar sondeos profundos en esta estructura se hayan proyectado pequeños sondeos previos, para investigar el Liásico y a ser posible hasta el Triás.

La estructura de la reserva de «Graus» arma en el Eoceno margoso y de los estudios geológicos que se han realizado en ella se deduce la existencia de un anticlinal en forma de domo con un cierre que, según las líneas de estructura superficiales, es del orden de los 100 metros.

Madrid, enero de 1955.

Labor de la Compañía de Investigación  
y Explotaciones Petrolíferas, S. A.





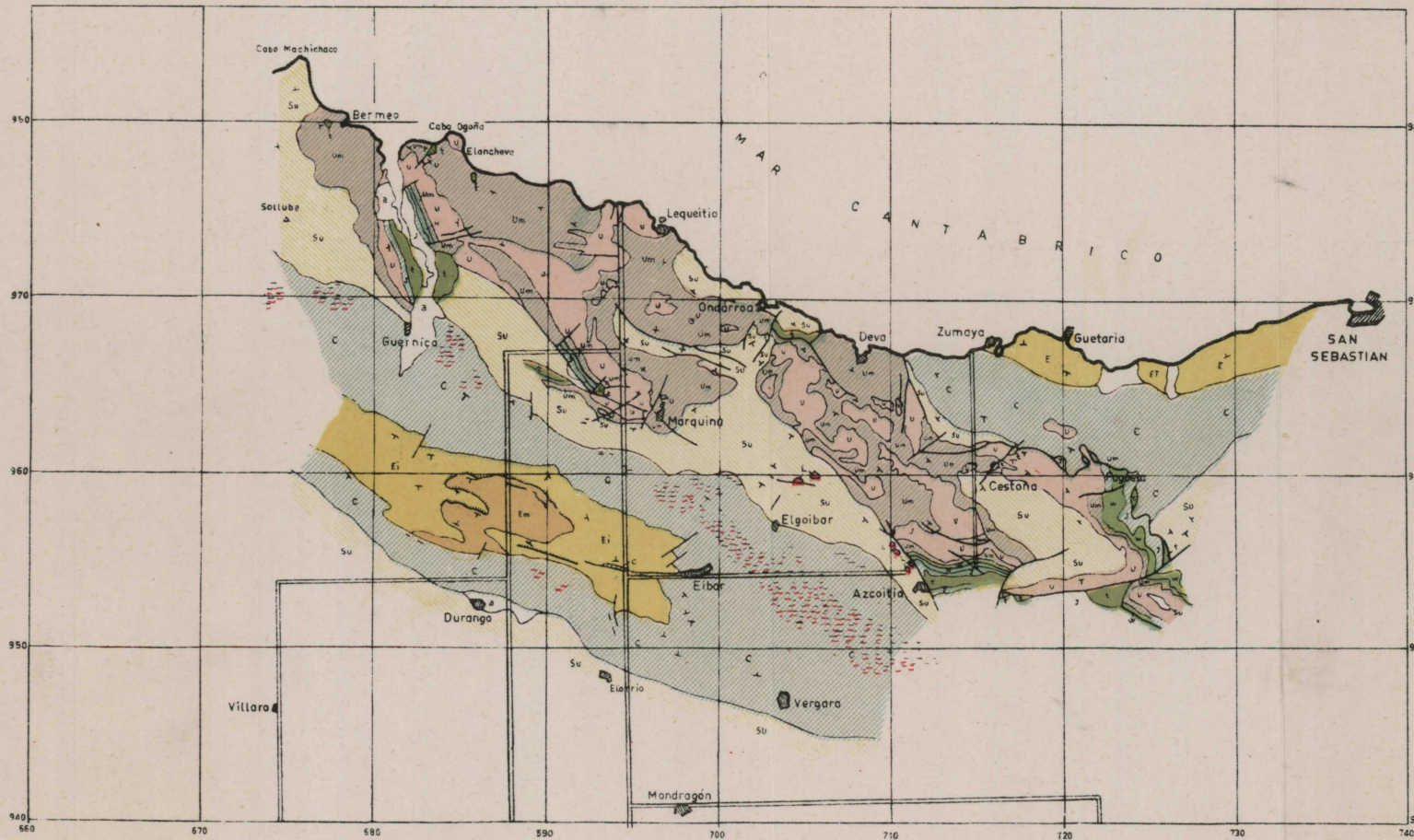
FIGURA 1

EMPRESA NACIONAL DE PETROLEOS DE NAVARRA, S. A.

# MAPA GEOLOGICO GENERAL

SEGUN LOS LEVANTAMIENTOS R. A. P.  
Y EL MAPA DE P. RAT.

ESCALA 1:400.000



## EXPLICACION

- |  |            |                    |  |                     |  |         |  |   |  |              |  |                 |  |                   |  |   |  |    |                      |  |   |                 |  |    |           |  |
|--|------------|--------------------|--|---------------------|--|---------|--|---|--|--------------|--|-----------------|--|-------------------|--|---|--|----|----------------------|--|---|-----------------|--|----|-----------|--|
|  | BUZAMIENTO | COMPLEJO URGONIANO |  | BUZAMIENTO VERTICAL |  | FALLA   |  | LIMITE DE LOS PERIMETROS DE ENPENSA       |  | EOCENO MEDIO |  | EOCENO INFERIOR |  | CRETACEO SUPERIOR |  | ROCAS ERUPTIVAS INTERCALADAS EN EL CRETACEO |  | Su | ARENISCA Y ESQUISTOS |  | L | LENTEJON CALIZO |  | Uc | ARENISCAS |  |
|  |            |                    |  | MARGAS              |  | CALIZAS |  | ARENISCAS O ARCILLAS (SERIE DE TELAMENDI) |  | WEALDENSE    |  | NEOCOMIENSE     |  | JURASICO          |  | TRIAS                                       |  |    |                      |  |   |                 |  |    |           |  |
|  |            |                    |  |                     |  |         |  |   |  |              |  |                 |  |                   |  |   |  |    |                      |  |   |                 |  |    |           |  |
|  |            |                    |  |                     |  |         |  |   |  |              |  |                 |  |                   |  |   |  |    |                      |  |   |                 |  |    |           |  |
- 
- CRESTAS ARENISCOSAS SEÑALANDO LA ESTRUCTURA DEL EOCENO

OPERADOR - La Regie Autonome des Petroles (R. A. P)



EXPLICACION

1/100 BUZAMIENTO  
 - BUZAMIENTO VERTICAL  
 + BUZAMIENTO HORIZONTAL

--- FALLA  
 — CABALGAMIENTO

LIMITE DE LOS PERMISOS DE EMPENSA

**EDIFICIO SUPERIOR**  
 Em MARGO ARENSOSO  
 Ei BANCO DE ARENSICA  
 Ee ARENICA CALIZAS LIBRIFICAS  
 MARGO ARENSOSO CALIZAS LIBRIFICAS

**EDIFICIO INFERIOR**  
 SUPRA-URONIANO  
 LENTEJON CALIZO  
 PUDINGA

C CRETACEO SUPERIOR  
 ROCAS ERUPTIVAS INCRUSTADAS EN EL CRETACEO

M MARGOSO  
 ARCILLO-ARENSOSO

FLYSCH DE DEVA  
 U U CALIZA  
 M MARGAS

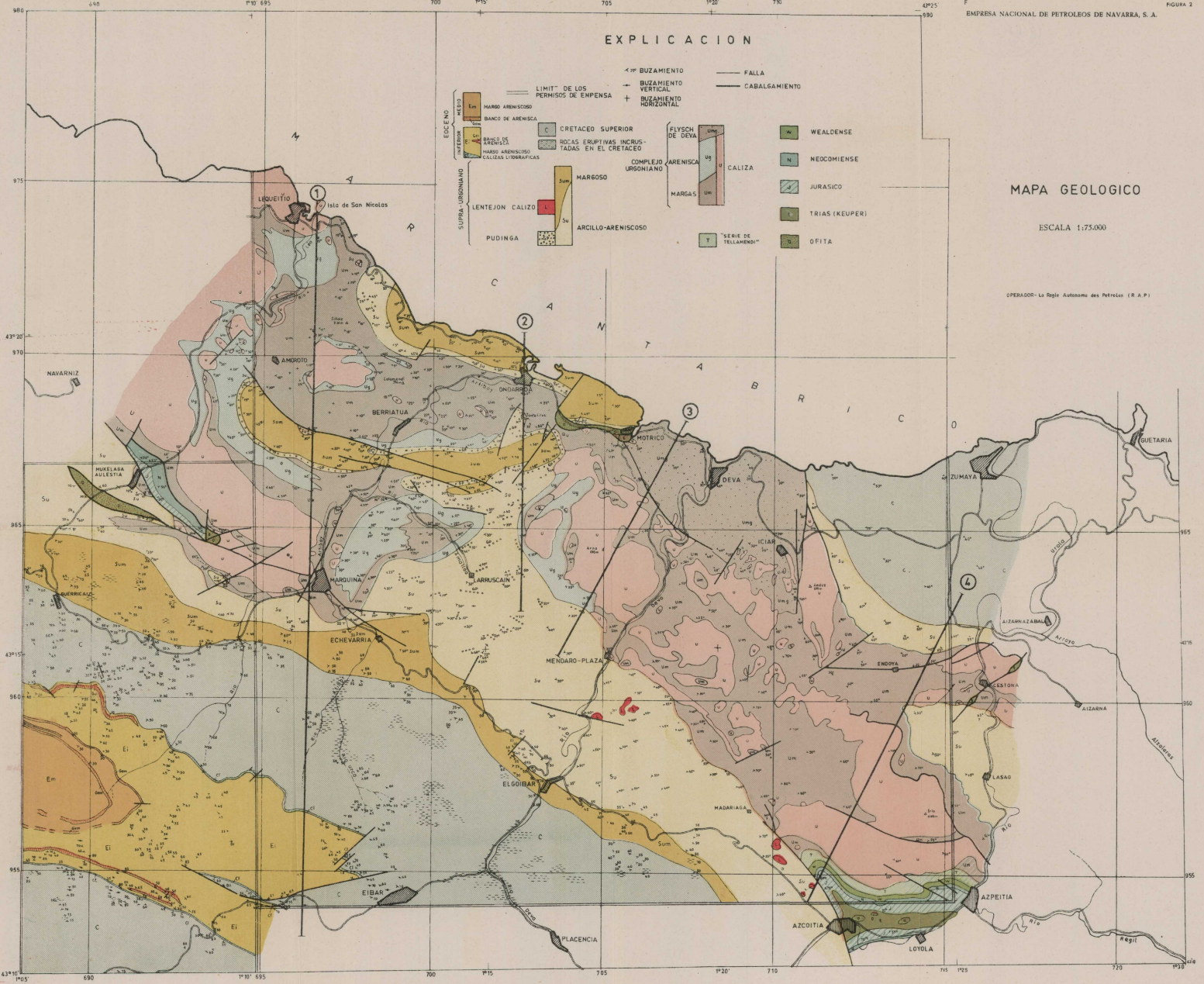
W WEALDENSE  
 N NEOCOMIENSE  
 J JURASICO  
 T TRIAS (KEUPER)  
 O OFITA

T "SERIE DE TELLERES"  
 S

MAPA GEOLOGICO

ESCALA 1:75.000

OPERADOR - La Regia Autonoma de Petrolos (R.A.P.)

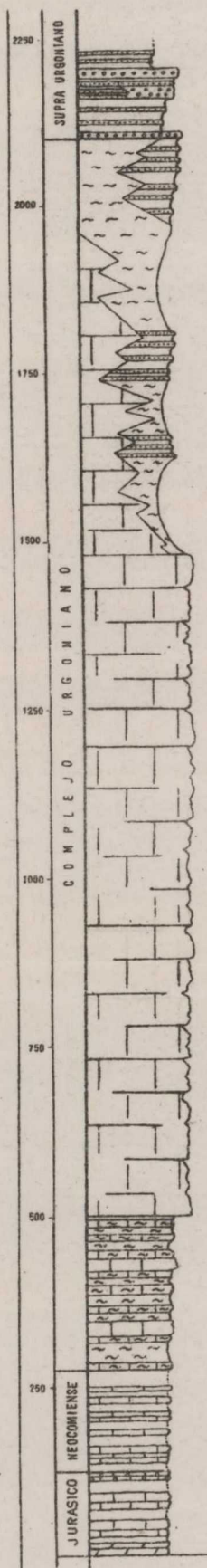




LOG SINTETICO Y CORTE  
AULESTIA

\* ORBITOLINAS  
† OTROS FOSILES

ESCALA 1:10.000



\* ALTERNANCIA DE ARCILLA BEIGE MICACEA Y DE ARENISCA FINA, A VECES FERRUGINOSA - ORBITOLINAS  
\* PUDINGA CONTENIENDO ELEMENTOS DE CUARZO TRANSLUCIDO EN UNA ARENISCA FINA

\* ALTERNANCIA DE ARCILLA BEIGE A VECES MICACEA Y DE ARENISCA FINA - NODULOS FERRUGINOSOS  
\* MARGAS OSCURAS, A VECES NODULOSAS  
\* ERIZOS DE MAR  
\* BIVALVOS  
\* POLIPEROS  
\* ORBITOLINAS  
\* ALTERNANCIAS DE ARCILLA BEIGE Y DE ARENISCA FINA MICACEA CON MANCHAS FERRUGINOSAS  
\* NODULOS FERRUGINOSOS

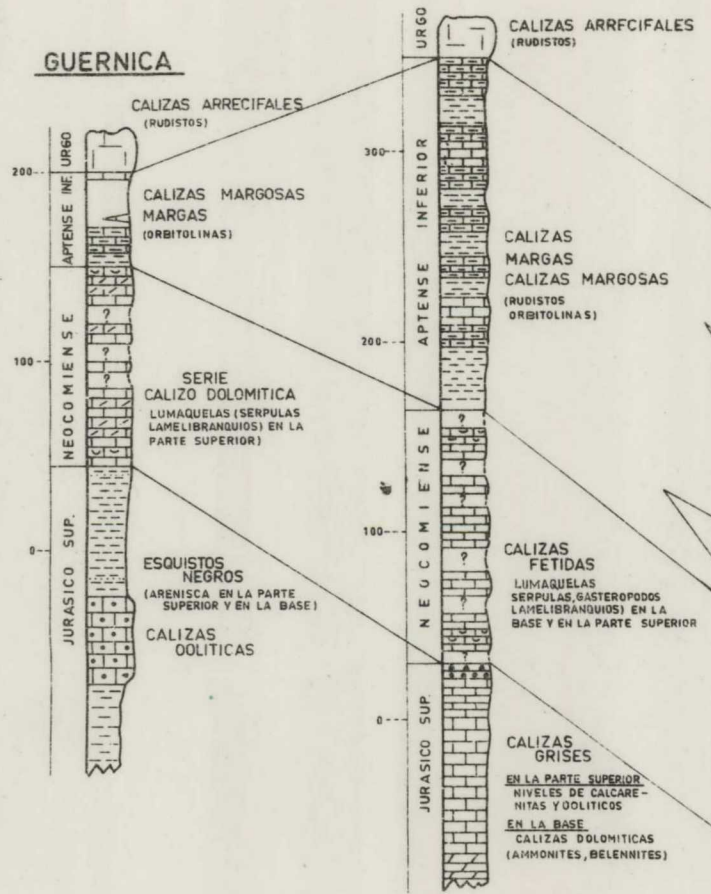
MARGAS OSCURAS ALTERADAS A VECES EN ARCILLA - OCRE EN EL CONTACTO DE LAS CALIZAS

† CALIZA MASIVA ARRECIFAL GRIS OSCURA CON GRAN NUMERO DE RUDISTOS (TOUCASIAS) Y POLIPEROS  
† ALTERNANCIAS DE CALIZA BEIGE CON MANCHAS OSCURAS

† ALTERNANCIA DE MARGAS NEGRAS Y DE CALIZAS CON ESTRATIFICACION CONFUSA  
† MARGAS HOJOSAS CON BOLAS CALCAREAS  
† CALIZAS NEGRAS CON ESTRATIFICACION CONFUSA - ALGUNAS TOUCASIAS  
\* CALIZA MARGOSA CON ASPECTO NODULOSO - ORBITOLINAS  
† CALIZA NEGRA CON NUMEROSOS RESTOS DE RUDISTOS  
\* MARGAS OSCURAS Y CALIZAS MARGOSAS CON ORBITOLINAS  
\* ARCILLAS BEIGES CON INTERCALACIONES MARGOSAS  
\* CALIZA OSCURA FETIDA CON LUMAQUELLA: GASTEROPODOS - SERPULAS  
\* CALIZA FAJEADA  
\* CALIZA CON SERPULAS  
\* CALIZA NEGRA FETIDA CON LUMAQUELLA: PEQUEÑOS LAMELI-BRANQUIOS - GASTEROPODOS - SERPULAS  
\* CALIZA OOLITICA GRIS-CLARA CON INTERCALACIONES DE CALCARENITAS  
† CALIZA GRIS-NEGRA EN BANCOS DE 10 A 25 CMS.  
† NUMEROSOS BELEMNITES  
† AMMONITES  
† CALIZA DOLOMITICA GRIS  
† FALLA DE SANTA EUFEMIA

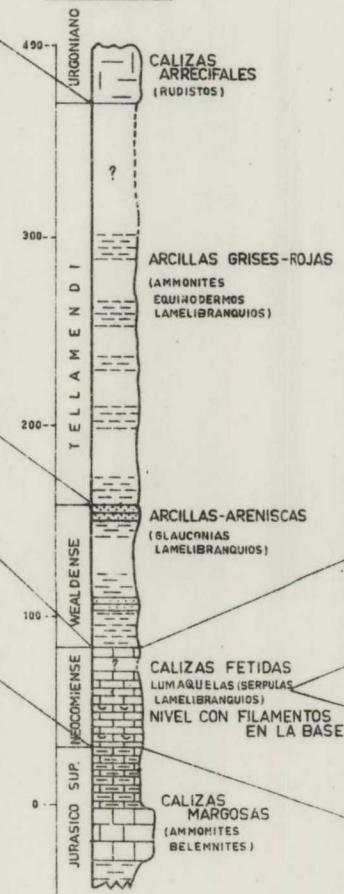


**AULESTIA**



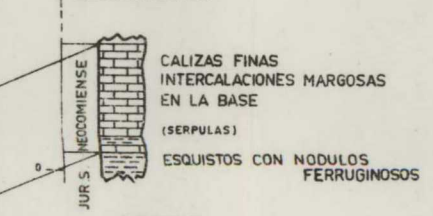
**CORRELACIONES ESTRATIGRAFICAS**  
CORTES DE SUPERFICIE

**LOYOLA**

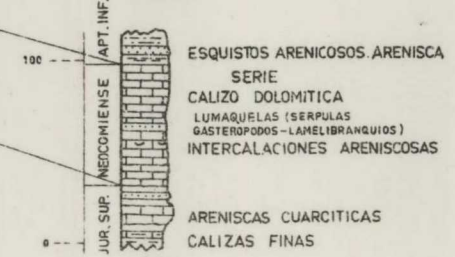


ESCALA HORIZONTAL 1:200.000  
ESCALA VERTICAL 1:4.000

**PAGOETA**



**GOYAZ**

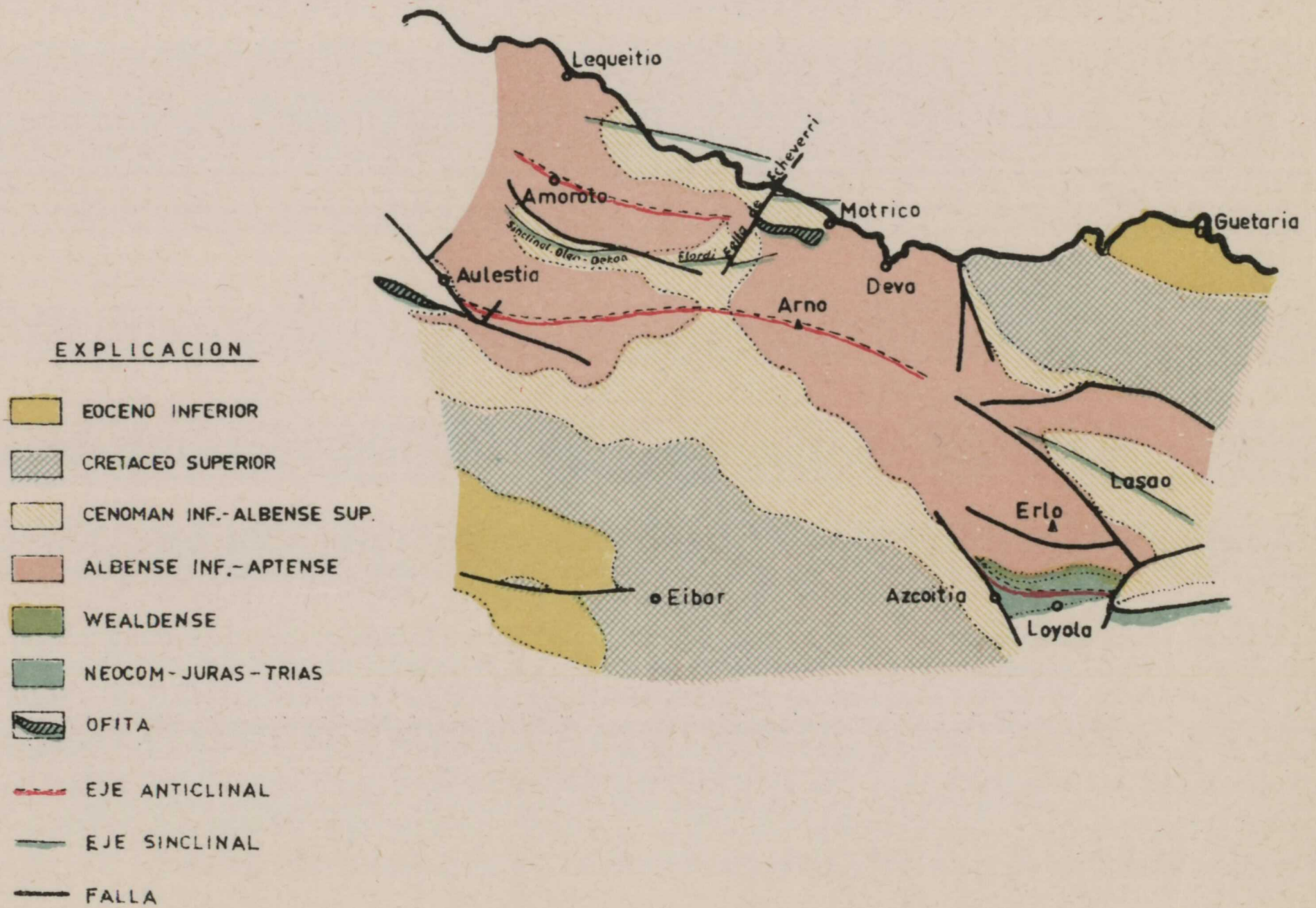




EMPRESA NACIONAL DE PETROLEOS DE NAVARRA, S. A.

PRINCIPALES EJES ESTRUCTURALES

ESCALA 1:400.000

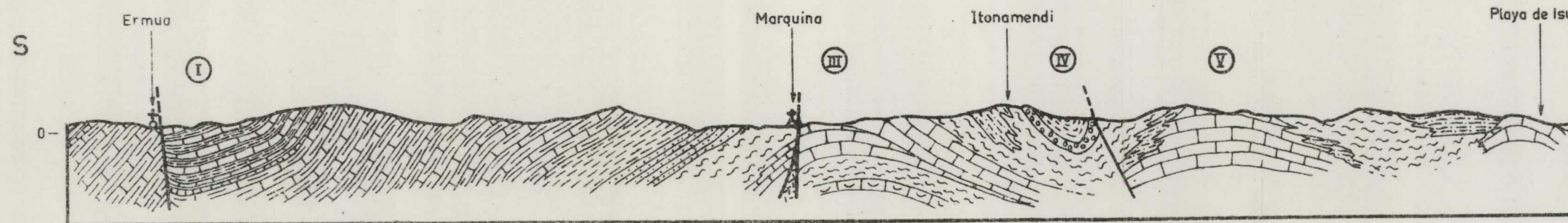




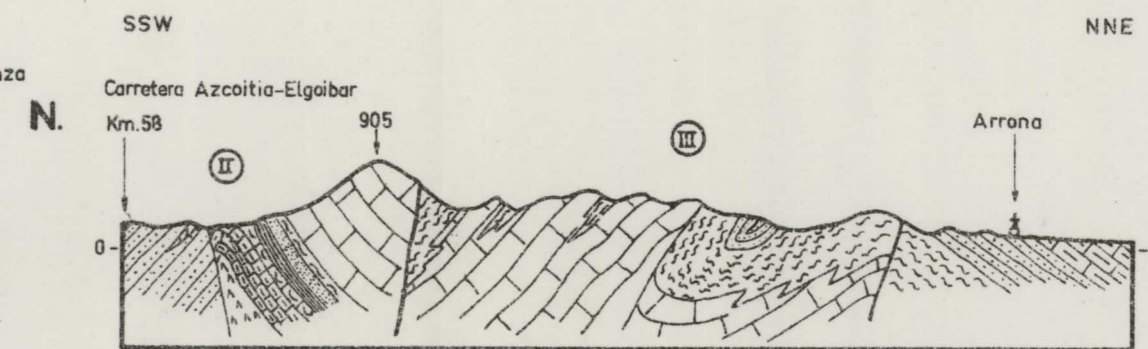
EMPRESA NACIONAL DE PETROLEOS DE NAVARRA, S. A.

CORTES ESTRUCTURALES

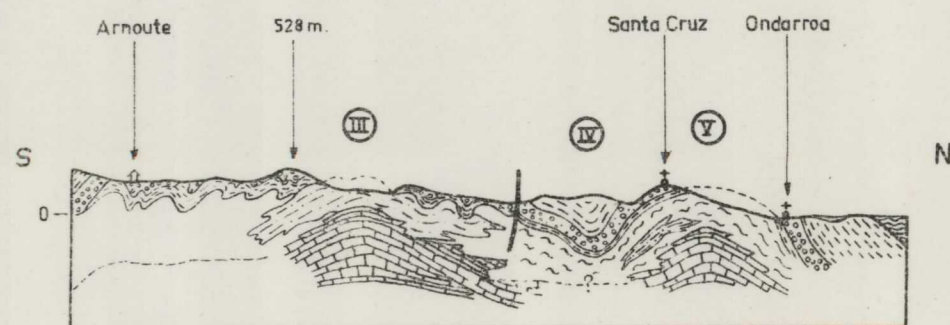
ESCALA 1:75.000



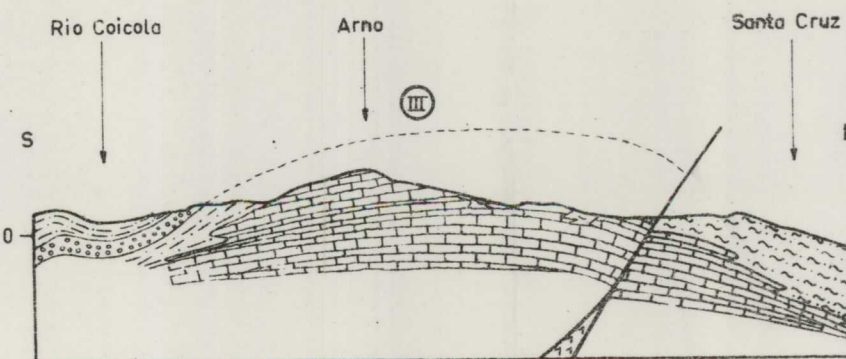
CORTE-1



CORTE-4



CORTE-2



CORTE-3

EXPLICACION

|                       |  |  |  |                   |
|-----------------------|--|--|--|-------------------|
| SERIE SUPRA-URGONIANA |  | SUPRA-URGONIANO MARGOSO                      |  | EOCENO INFERIOR   |
|                       |  | CALIZAS SUPRA-URGONIANAS                     |  | CRETACEO SUPERIOR |
|                       |  | SUPRA-URGONIANO ARENISCOSO                   |  | WEALDENSE         |
|                       |  | CONGLOMERADO                                 |  | NEOCOMIENSE       |
| COMPLEJO URGONIANO    |  | URGONIANO MARGOSO                            |  | JURASICO          |
|                       |  | URGONIANO ARENISCOSO                         |  | KEUPER            |
|                       |  | URGONIANO CALIZO                             |  | OFITA             |
|                       |  | SERIE ARCILLOSA O ARCILLO-ARENISCOSA DE BASE |  |                   |

## BOR DE LA COMPAÑIA DE INVESTIGACION Y EXPLOTACIONES PETROLIFERAS, S. A.

Las investigaciones petrolíferas en España han comen-  
do en época relativamente reciente.

Don anterioridad al año 1940 se realizaron únicamente  
estigaciones aisladas, sin que estuviesen en general pre-  
das de estudios geológicos detallados, y en ellas se em-  
ron sondas de pequeña capacidad, poco apropiadas casi  
pre para el fin propuesto.

Las principales perforaciones de prospección petrolífe-  
realizadas hasta esa fecha en nuestro país, fueron las  
siguientes :

| LOCALIZACION             | Profundidad | Resultado |
|--------------------------|-------------|-----------|
| Huidobro (Burgos).       | 505 m.      | seco      |
| Rubí, Utrera (Sevilla).  | 600 »       | indicios  |
| Villamartín (Cádiz).     | 377 »       | indicios  |
| Polanco (Santander)      | 530 »       | indicios  |
| Salvatierra (Alava).     | 450 »       | seco      |
| Gastiain (Navarra).      | 1.611 »     | gases     |
| Elorrio (Vizcaya).       | 846 »       | seco      |
| Robredo (Santander).     | 1.009 »     | indicios  |
| Ajo (Santander).         | 1.200 »     | seco      |
| Tona, Vich. (Barcelona). | 500 »       | gases     |
| Tremp. (Lérida).         | 1.485 »     | seco      |

Los ligeros indicios y gases obtenidos fueron siempre  
en cantidad muy pequeña y sin aprovechamiento indus-

trial posible. Vemos, por lo tanto, que la labor realizada ha sido reducida, y menor aún la investigación geológica sistemática.

La Compañía Española de Petróleos, S. A. (CIEPSA) ha prestado, desde su fundación, gran atención a la resolución del problema de las investigaciones petrolíferas en nuestro subsuelo.

Los trabajos geológicos comenzaron en 1934 bajo la dirección del geólogo norteamericano Mr. Anderson y el ingeniero de Minas español señor Dupuy de Lôme.

Quedaron interrumpidas estas investigaciones con motivo de la guerra civil, y poco después de terminar ésta, en el año 1940, se creó la Compañía de Investigación y Explotaciones Petrolíferas, S. A. (CIEPSA), que habría de dedicar toda su actividad a la prospección de petróleo en el territorio nacional.

Comenzaron los estudios geológicos con la colaboración de técnicos y especialistas norteamericanos, que trabajaron conjuntamente con ocho geólogos e ingenieros de Minas españoles.

La intensa campaña de prospección geológica en esta primera fase ha durado diez años, y en ella han intervenido los geólogos americanos Mr. A. E. Fath, Mr. R. Anderson, Mr. B. H. Grove, Mr. Verner Jones, Mr. V. A. Bray y Mr. B. Trzesniowsky, todos ellos especialistas petrolíferos acreditados.

En esta campaña se ha recorrido prácticamente todo el territorio español y desechado aquellas regiones que por su composición geológica no son aptas para contener petróleo. Después se han recorrido las zonas donde pudieran existir hidrocarburos, examinado sus características tectó-

nicas y estratigráficas y señalado las estructuras geológicas favorables.

Por último, en las áreas de mayor interés se han efectuado reconocimientos de gran detalle, algunos tan minuciosos que ha sido necesario levantar planos topográficos en escala 1/10.000 para, en ellos, poder colocar las observaciones geológicas.

El resultado de estos estudios figura en más de 100 informes geológicos, cuajados de planos y cortes, que representan más de ciento ochenta meses de trabajo de campo y otro tanto de trabajo de gabinete.

Al cesar en 1950 la colaboración con los técnicos norteamericanos continuó el equipo de geólogos españoles sus estudios de prospección petrolífera.

Este equipo, en el que destacan por su eficaz y valiosísima labor los ingenieros de Minas don Antonio Almeida y don José M.<sup>a</sup> Ríos, ha recorrido grandes zonas de nuestro territorio y merecen destacarse sus detallados estudios en la vertiente meridional del Pirineo.

En el año 1953 aceptó Ciepsa la colaboración de la casa alemana C. Deilmann Bergbau G. m. b. H., de Benthheim, especialista en esta clase de trabajos.

La labor emprendida ha sido muy considerable, superándose la actividad de los años anteriores. Trabajan desde entonces en España 12 geólogos alemanes, algunos de ellos de renombre universal, y desde hace ya dos años se desarrolla una intensa campaña de prospección geofísica en la que se emplea el sistema sísmico.

Todos los trabajos que enumeramos han plasmado en la obtención, por Ciepsa, de los siguientes permisos de exploración e investigación, cuya situación puede observarse en el mapa adjunto:

|   | Hectáreas |
|---|-----------|
| 1) Gastiain (Navarra) .....             | 9.275     |
| 2) Burgo de Osma (Soria) .....          | 2.600     |
| 3) Berlanga de Duero (Soria) .....      | 10.550    |
| 4) Velamazón (Soria) .....              | 4.250     |
| 5) San Esteban de Gormaz (Soria) .....  | 2.902     |
| 6) Santa Ana y Picazo (Soria) .....     | 8.178     |
| 7) Valdomá (Lérida) .....               | 7.990     |
| 8) Oliana (Lérida) .....                | 9.320     |
| 9) Mediano (Huesca) .....               | 4.200     |
| 10) Campodarbe (Huesca) .....           | 11.400    |
| 11) Aoiz (Navarra) .....                | 12.672    |
| 12) Hurchillo (Alicante) .....          | 14.305    |
| 13) San Maurici (Barcelona) .....       | 7.285     |
| 14) Olius (Barcelona) .....             | 11.408    |
| 15) Olius II (Barcelona) .....          | 2.870     |
| 16) Biniés (Huesca) .....               | 2.400     |
| 17) Villarreal de Alava (Alava) .....   | 83.000    |
| 18) Antoñana (Alava) .....              | 6.700     |
| 19) Estella (Navarra) .....             | 18.400    |
| 20) Logroño (Logroño) .....             | 74.400    |
| 21) Miranda de Ebro (Burgos) .....      | 108.000   |
| 22) Condado de Treviño (Burgos) .....   | 28.400    |
| 23) Santa Cruz de Campezo (Alava) ..... | 41.800    |
| 24) Laguardia (Alava) .....             | 83.200    |
| 25) Abornicano (Alava) .....            | 3.200     |
| TOTAL .....                             | 568.705   |

Al reservarse el Estado español, en 1952, la totalidad del territorio nacional (que no estuviese ocupado por concesiones anteriores) para sus investigaciones petrolíferas, ha quedado limitada la actividad de Ciepsa al área comprendida en sus permisos de investigación vigentes.

Vamos a examinar en las páginas siguientes, con mayor detalle, la actividad desarrollada por la Compañía de Investigación y Explotaciones Petrolíferas, S. A. (CIEPSA), en sus tres aspectos fundamentales: investigación geológica, geofísica y sondeos.

## 2.º Labor de Ciepsa.

Como hemos dicho, la Compañía de Investigación y Explotaciones Petrolíferas comenzó sus trabajos en el año 1940.

En estos quince años de labor ininterrumpida se han recorrido y levantado mapas geológicos en más de 100.000 kilómetros cuadrados del territorio nacional. Ha sido realizada una extensa campaña de prospección geofísica en varias zonas del Norte de España y se han perforado cinco sondeos profundos, desgraciadamente todos ellos con resultado negativo.

### a) Investigación geológica. Primer periodo.

#### Cuenca del Duero.

Los primeros trabajos de investigación geológica de Ciepsa consistieron en el examen general de vastas zonas con objeto de determinar en ellas los lugares más apropiados para una investigación detallada.

Seguidamente comenzó el estudio con detalle de las estructuras de la cuenca del Duero.

Este estudio ha sido el objeto de seis diferentes informes publicados en 1940 por los geólogos norteamericanos A. E. Fath y F. H. Grove y por D. E. Dupuy de Lôme.

De los primeros estudios se dedujo la existencia de una serie de estructuras tectónicas, a primera vista interesantes, y entre ellas destacaron las de El Burgo de Osma, Romo, El Pilón, Santiuste, Andaluz, Bayubas, Fuente el Puerco, Berlanga de Duero, Velamazán, Ucerro, Santa Ana, Picazo y Pedraja.

De cada una de ellas se ha realizado un estudio estra-

tigráfico y tectónico para determinar la existencia de posibles capas porosas en su interior y de una adecuada cubierta impermeable, así como la presencia de accidentes tectónicos secundarios que pudiesen modificar sus condiciones de impermeabilidad.

Fueron examinadas, asimismo, las diferentes manifestaciones petrolíferas de la región y las series estratigráficas con que se relacionan para determinar las condiciones de migración del petróleo en el área estudiada.

En general, las formaciones que cubren estas estructuras pertenecen al Cretáceo Superior y presentan todas ellas, en su interior, una magnífica roca depósito constituida por las formaciones arenosas del Albense (facies de Utrillas).

La mayor parte de estas estructuras ha tenido que ser desechada, ya que no presentaban condiciones adecuadas de permeabilidad a causa de aflorar en su núcleo las capas albenses, o bien por falta de cierre periclinal en los anticlinales, o por falta de condiciones suficientes de impermeabilidad en el recubrimiento.

En los asomos albenses no han podido observarse en estas estructuras manifestaciones petrolíferas.

Las estructuras de Torremocha de Ayllón y de Río Pecho, en la provincia de Soria, fueron también desechadas por falta de cubierta impermeable. El Cretáceo Inferior, aquí exclusivamente margoso, no reúne condiciones apropiadas para la conservación del petróleo. Análogas características presentan las estructuras de Gormaz y Fresno, en la misma provincia.

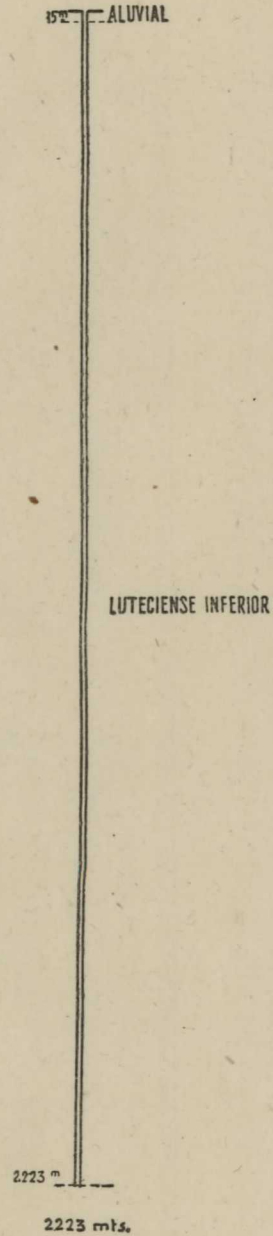
Asimismo fué estudiada en Soria la zona de Golmayo, donde se encuentran muy interesantes manifestaciones petrolíferas. Aunque existe en esta zona un bonito anticlinal,



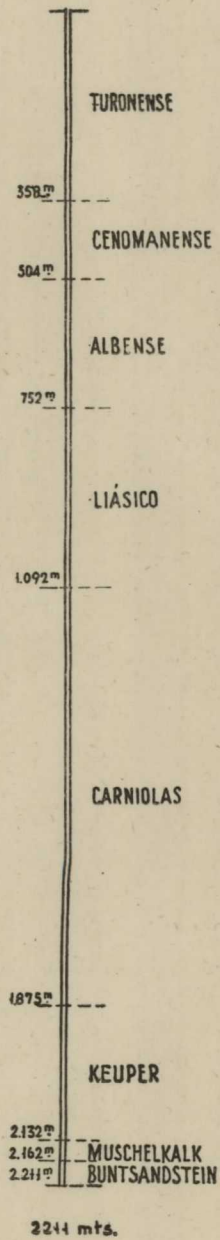


# SONDEOS EFECTUADOS POR CIEPSA

## OLIANA



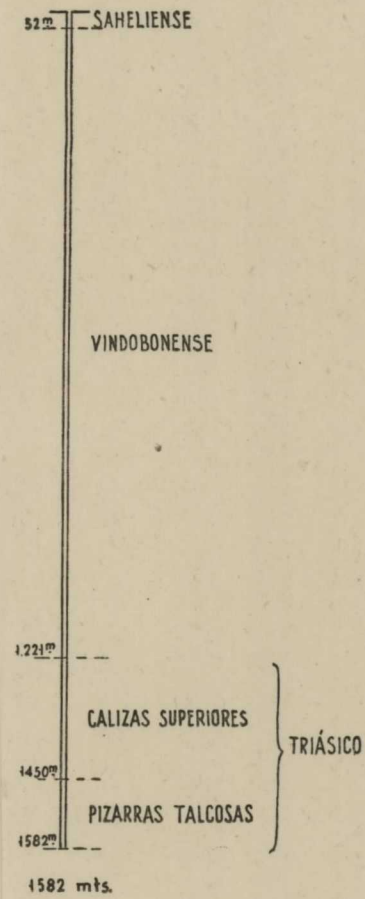
## BURGO DE OSMA



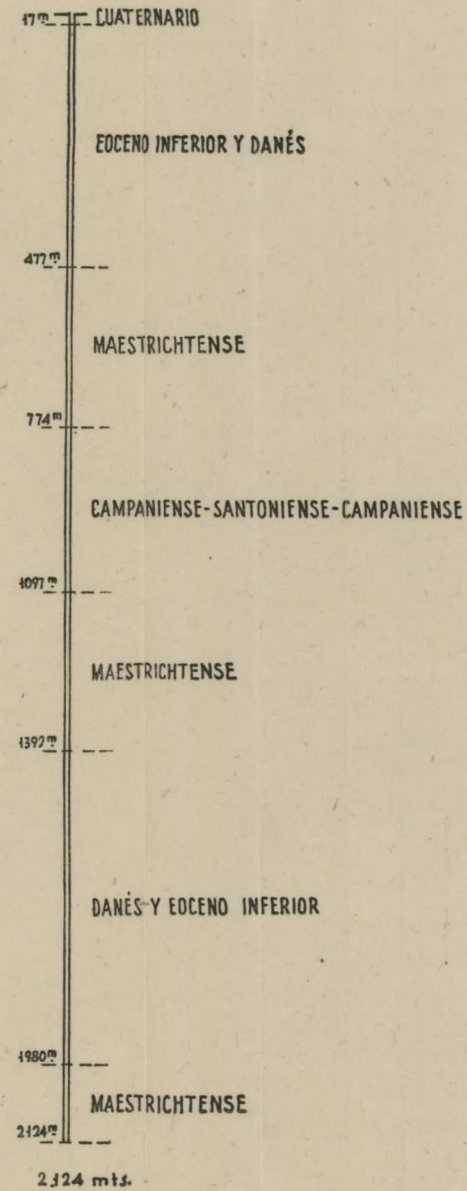
## LA MARINA



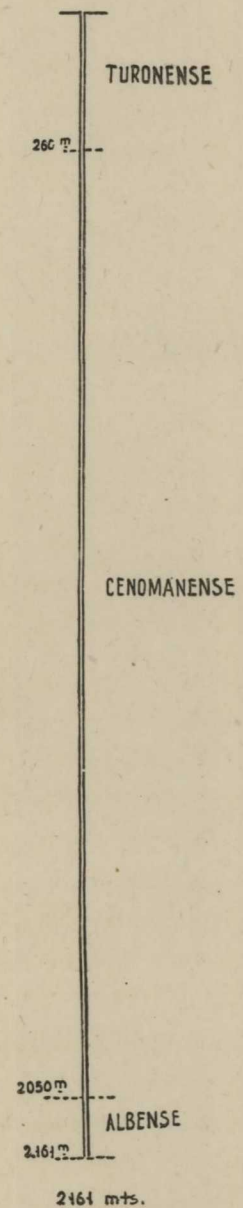
## ROJALES



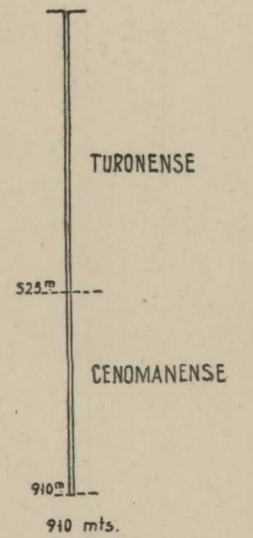
## BOLTAÑA



## ZUÑIGA



## APODACA





coronado por formaciones margosas del Cretáceo Superior, las condiciones de sedimentación y su historia geológica excluyen por completo la posibilidad de conservación de hidrocarburos en su interior.

En el año 1941 fué realizado por D. J. M.<sup>a</sup> Ríos un concienzudo estudio de los bordes de la cuenca del Duero.

Están constituídos por formaciones de calizas y margas, que se extienden desde el Cenomanense al Garumnés; pero a causa de las roturas en los pliegues y de la intensa erosión se encuentran exposiciones del Albense, Wealdense e incluso Lías.

Los bordes cretáceos septentrional y meridional de la cuenca están separados por el valle del Duero, relleno de sedimentos horizontales miocenos, en los cuales destacan, como islotes aislados, asomos cretáceos. El substratum del Terciario en toda la cuenca está constituido por las mismas formaciones cretáceas que ocupan los bordes. El plegamiento de éstas tuvo lugar con anterioridad al depósito del Mioceno y los pliegues son mucho más intensos en el borde septentrional que en el meridional.

Una serie de cortes transversales detallados en estas márgenes de la cuenca del Duero ponen de manifiesto las diferentes estructuras tectónicas, estructuras de escaso interés desde el punto de vista petrolífero.

En el mismo año fué estudiada por el señor Almela la zona comprendida entre Burgo de Osma y Almazán, analizándose las estructuras, ya estudiadas previamente, de Burgo de Osma, El Romo, El Pílon, Berlanga de Duero, Bayubas, Andaluz, Fuente el Puerco y Velamazán.

De todas ellas la que reúne mayores condiciones para una investigación petrolífera es la de Burgo de Osma; la mayor parte de las demás debe desecharse de antemano, pu-

diendo ser interesante la investigación de las restantes en el caso de obtenerse un resultado positivo en la de Burgo de Osma.

Consiste ésta en una bonita cúpula, perfectamente cerrada y coronada por formaciones margosas del Cretáceo Superior, que originan una perfecta cubierta impermeable.

La serie estratigráfica está aquí constituida por Paleógeno, Garumnés, Senonense, Turonense, Cenomanense, Albense, Wealdense, Liásico, Suprakeuper (Carñiolas), Keuper, Muschelkalk y Buntsandstein.

Un sondeo de investigación realizado posteriormente en esta estructura (véase más adelante el esquema correspondiente) puso de manifiesto una muy exacta concordancia entre la serie prevista y la realmente atravesada. Las capas porosas del Albense no mostraron vestigios de hidrocarburos.

También en el año 1941, y para completar las investigaciones geológicas realizadas en la cuenca del Duero, fué estudiada la parte oriental de la cuenca por el geólogo americano B. H. Grove. Este estudio confirmó las hipótesis anteriores en relación con que las posibilidades petrolíferas de las estructuras más interesantes de la cuenca habrían de estar condicionadas a que un resultado favorable en el sondeo propuesto para la de Burgo de Osma demostrase la presencia de hidrocarburos en las formaciones porosas de las capas de Utrillas.

Durante 1940, y también en esta primera etapa de investigación de Ciepsa, realizó don Enrique Dupuy de Lôme Vidiella un detenido estudio, plasmado en siete diferentes informes, de las formaciones cretáceas de la provincia de Burgos.

Se estudió primeramente la región de Cuevas de San

Clemente. No se encuentran aquí estructuras jurásicas cerradas ni anticlinales de importancia en las formaciones cretáceas. Existe, además, una aguda discordancia entre el Jurásico y Wealdense.

En la zona de Contreras, estudiada a continuación, tampoco aparecen estructuras favorables para la acumulación de petróleos.

En el área de Salas de los Infantes se hizo un detenido estudio del Jurásico y Wealdense; tampoco se encontraron aquí estructuras interesantes.

La región de Basconcillos del Tozo, muy conocida de los geólogos de petróleo por las magníficas manifestaciones petrolíferas que allí se encuentran impregnando las arenas del Albense, ha sido objeto también de un cuidadoso examen.

El anticlinal infracretáceo de Basconcillos del Tozo carece de cobertura impermeable y está fuertemente fallado en su flanco meridional.

No tiene, por lo tanto, interés esta estructura, y sólo lo tendría la zona en el caso, poco probable, de hallarse buenas estructuras precretáceas.

También se estudiaron en esta campaña las estructuras de la zona de Tejada.

La serie estratigráfica es bastante completa y las arenas albenses se desarrollan con suficiente espesor. No existen adecuadas cubiertas impermeables y el interés petrolífero de la zona es escaso.

Mayor interés presenta la zona de Sedano y Villalta, región que fué objeto de un detenido estudio.

Quedó eliminada en este primer recorrido la zona al Sur de la línea Montorio-Quintanilla-Hontomín, ya que en ella no se encuentran estructuras interesantes; se recomendó,

en cambio, la investigación detallada de los anticlinales de Sedano y Villalta, máxime cuando en las arenas albenses al Sur, Este y Oeste de esta zona se encuentran impregnaciones petrolíferas. (Huidobro, Zamanzas y Basconcillos del Tozo.)

Fueron estudiados, por lo tanto, con el suficiente detalle, los referidos anticlinales; pero se abandonó la investigación en ellos al comprobarse que no reunían condiciones favorables. El anticlinal de Sedano, en efecto, está abierto hacia el Este y Oeste, mientras que el de Villalta carece de cierre en sus extremos Noreste y Suroeste.

Para completar las investigaciones en esta región fué realizado un nuevo estudio, en el año 1944, por los señores Garrido, Ríos y Almela, de la zona Villarcayo-Villasana de Mena-Orduña.

Se encuentran aquí dos bonitos anticlinales: el de Tesla y el de Lalastra-Sobrón. El primero de ellos, con la charnela rota y erosionada hasta el Albense, carece de interés petrolífero.

El anticlinal de Sobrón se presenta como una bella cúpula alargada y cerrada periclinalmente en ambos extremos. Sería una estructura perfecta, pero se encuentra trastornado por la gran falla de Val de Gobeia y otras roturas menores. Se producen en estas fracturas asomos wealdenses sin el menor indicio de hidrocarburos.

Han sido estudiados también en esta región los diápiros triásicos de Salinas de Rocío, Villasana de Mena y Poza de la Sal. Es mayor su importancia desde el punto de vista puramente geológico que petrolífero.

### *Nordeste de España.*

A continuación de estos estudios, en los años 1941 y 1942, se realizaron investigaciones en el Nordeste de España; investigaciones que alcanzaron a algunas zonas de Cataluña y del Pirineo, constituyendo así una fase preliminar de los intensos estudios que en la vertiente meridional pirenaica habrían de llevarse a cabo en años sucesivos.

La primera zona recorrida todavía en 1940 fué la de Artesa de Segre, al Norte de Balaguer (Lérida), y allí estudiaron los señores Garrido y Grove la estructura de San Mamet.

Ofrecía esta estructura interesantes posibilidades, por lo que se recomendó un nuevo estudio más detallado, que realizó don José María Ríos en el año 1941.

La serie estratigráfica en la zona es la siguiente:

Oligoceno.—Conglomerados: Discordancia.

Eoceno.—Luteciense: Margas arenosas azules fosilíferas.

Ypresiense: Alternancias de calizas y margas con alveolinas.

Sparnaciense: Calizas y calizas margosas.

Thanetiense: Margas rojas vinosas, yesíferas.

Montiense: Calizas silíceas compactas, lacustres.

Cretáceo: Garunés: Areniscas y margas.

Senonense: Maestrichtiense: Calizas arenosas.

Campaniense: Grandes masas de calizas rojizas.

Jurásico.—Calizas.

Bajociense.

Bathoniense: Dolomías oscuras.

Lias.—Pizarras fosilíferas.

Triás.—Keuper y Muschelkalk en facies características.

Como puede verse, la gran laguna estratigráfica desde el Jurásico al Senonense constituye un considerable factor negativo para la conservación del petróleo.

La estructura de San Mamet constituye un domo perfectamente cerrado, con tres culminaciones de altura diferente, y sellado por las calizas compactas del Campaniense que afloran en su bóveda.

A finales de 1940 fué estudiada por Mr. Grove la cuenca del Ampurdán, en Cataluña.

Contiene esta cuenca de 750 a 1.000 metros de capas plegadas de Eoceno marino, y no se excluye en ellas la posibilidad de buenas rocas depósito y estructuras favorables. Por ello se recomendó un estudio más detallado de las zonas interesantes de la cuenca. Este estudio, realizado como veremos, en los años sucesivos, no permitió llegar a conclusiones alentadoras.

En 1941 hicieron los señores Almela y Ríos un detenidísimo estudio de la zona Bañolas-Olot-Manlléu, zona en la que pueden estudiarse con detalle las capas del Eoceno marino de la región.

Se encuentran aquí indicios petrolíferos en las calizas bituminosas del Suessoniense.

La serie estratigráfica puede resumirse en el cuadro siguiente, extensivo a la totalidad de la cuenca del Ampurdán.

Existen en la zona tres estructuras: el domo de Mieras, el anticlinal de Santa María de Besora y el anticlinal de Juanetas. El estudio de las condiciones de estas estructuras para la conservación del petróleo permitió llegar a conclusiones poco alentadoras; no parece asimismo posible la migración, a estas estructuras, de hidrocarburos de origen suessoniense.

| Piso         | Zona Norte         | Zona Sur                               | Zona Oeste                  | Espesor |
|--------------|--------------------|--|-----------------------------|---------|
| Oligoceno    | —                  | —                                      | margas elásticas            | ± 50 m. |
| Bartonense   | —                  | —                                      | margas                      | 100 »   |
| Auversiene   | conglom. margas    | congl., mg. y calizas de foraminíferos | margas y areniscas          | 800 »   |
| Luteciense   | margas calcáreas   | mg. y cal. de foraminíferos            | mg. y cal. de foraminíferos | 400 »   |
| Suessoniense | caliz. bituminosas | detriticos                             | detriticos                  | 100 »   |
| Substratum   | cret. Continental  | Paleoz.                                | Paleoz.                     | —       |

En el año 1942, y también en el Nordeste de España, fué estudiada por los señores Almela y Ríos la región de Berga. Tenía por objeto este estudio el completar las observaciones sobre las series del Terciario marino, que habrían ya sido descritas en la zona de Manlléu-Bañolas-Olot.

La Estratigrafía coincide en línea generales con la ya descrita, y asimismo la Tectónica se ajusta a las mismas directrices, encontrándose violentos pliegues al Norte, y suaves ondulaciones hacia el Sur. Se encuentran bonitos anticlinales oligocenos, y entre ellos destacan los de Roca Tallada, Aviá, Cardona y Suria, pero no existen circunstancias geológicas favorables para la acumulación de petróleo en ellos, a pesar de que ésta es una de las regiones de España donde las manifestaciones petrolíferas son más frecuentes. Todas ellas tienen lugar en las calizas y margas fértidas del Luteciense inferior.

En 1942, y dentro de la misma región, fué recorrida también por los señores Ríos, Almela y Garrido la zona de Artesa de Segre.

Los estudios realizados contribuyeron a completar y mejorar notablemente los conocimientos ya adquiridos sobre la Estratigrafía y Tectónica de la región. La zona ahora investigada carece de interés petrolífero.

En el mismo año estudiaron estos autores, completando la campaña que venimos siguiendo, el Oligoceno de las zonas de Pons y Solsona. Se encuentran aquí una serie completa de anticlinales cerrados, cuyas posibilidades petrolíferas quedaron subordinadas al resultado favorable de un sondeo que se proyectó emplazar en la estructura próxima de Oliana.

Fué estudiada esta estructura en 1942 por los mismos autores, y sus condiciones de perfecto cierre y cubierta adecuada hicieron fuese recomendada para un sondeo de investigación con el que se pretendiese alcanzar los niveles, supuestos petrolíferos, del Eoceno inferior.

Posterioros estudios más detallados de Tectónica y Paleografía aconsejaron también la perforación del sondeo.

Seguidamente veremos el resultado negativo que alcanzó el sondeo de Oliana.

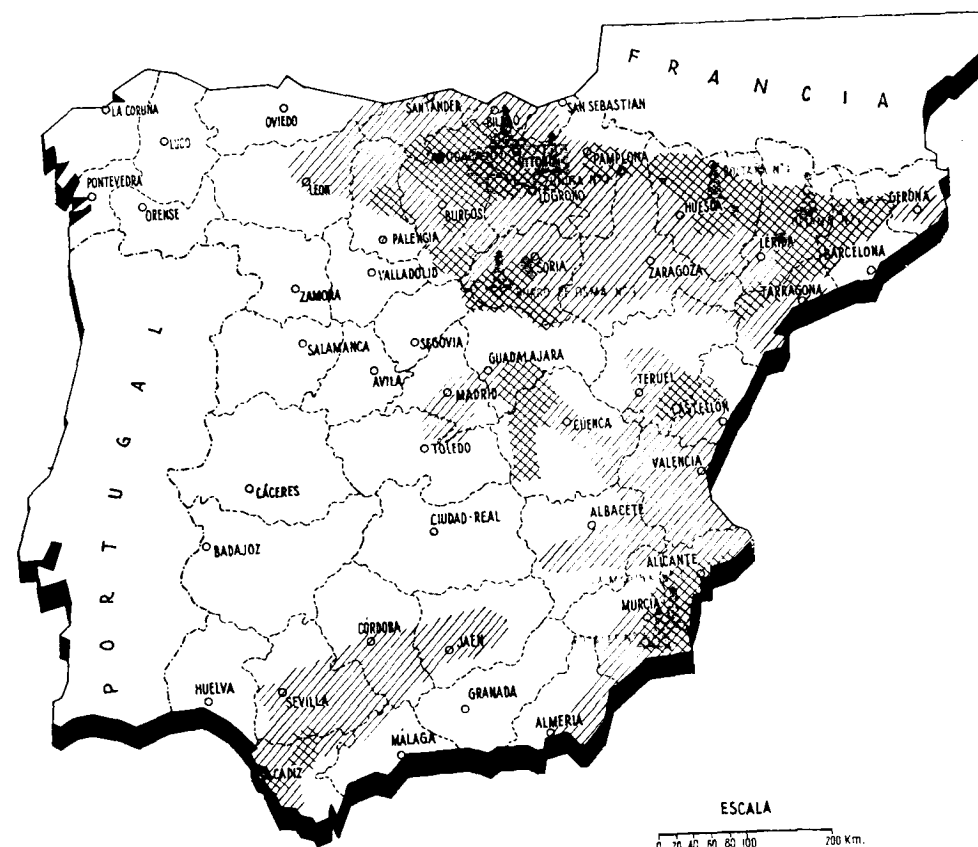
#### *Región oriental.*

Durante los mismos años, y también en esta primera fase de exploración geológica, fueron recorridas por el personal de Ciepsa extensas zonas en la región oriental española.

En 1941 estudiaron los señores Dupuy de Lôme Vidieila y Grove las cadenas celtibéricas, e hicieron de las mismas una detallada descripción estratigráfica y tectónica.

En términos generales, la existencia de una sedimentación marina adecuada constituye un factor favorable para

SITUACION DE LOS SONDEOS Y CONCESIONES



*Rayado sencillo:* Regiones en las cuales se ha efectuado reconocimiento geológico general.  
*Rayado cruzado:* Regiones en las cuales se ha efectuado investigación geológica detallada.

presencia en la región de rocas madres petrolíferas; son escasas, en cambio, las estructuras apropiadas a causa de la especial disposición tectónica de las diferentes series y de gran cantidad de fallas y pliegues secundarios. La serie ealdense y las capas de Utrillas constituyen formaciones adecuadas para la conservación de petróleo en su interior.

El hecho de no encontrarse manifestaciones petrolíferas, a pesar de la frecuencia de roturas y asomos de las series arenosas inferiores, constituyen un factor negativo de dudable importancia.

Fue recomendado, sin embargo, el estudio más concreto de determinadas zonas y fueron éstas objeto de los trabajos siguientes.

Así en 1942 fue estudiada por los señores Almela, Ríos Garrido la región de Cuenca-Cifuentes.

Existe aquí una sedimentación continua que comprende Triásico, Lías y Jurásico inferior, existiendo luego una gran estratigráfica hasta las formaciones arenosas continentales del Albense. El Cretáceo superior está representado por calizas del Cenomanense, Turonense y Senonense.

Existe conformidad aparente entre las capas liásicas y Albense; sin embargo, la falta de todos los sedimentos intermedios tiene un valor negativo casi absoluto. Tampoco se encuentran los más ligeros indicios petrolíferos en los asomos albenses, ni en las roturas. Pueden observarse algunas estructuras cretáceas cerradas, y posiblemente existan otras debajo del recubrimiento mioceno; un estudio detallado, en vista de los factores antes citados, no tiene gran interés.

También en 1942 estudiaron los señores Almela y Garrido el área Morella-Cinctorres, en las provincias de Castellón y Teruel. Afloran en esta región formaciones marinas

del Eocretáceo, distinguiéndose Barremense y Aptense fosilíferos. Sobre el Aptense marino descansa una curiosa formación continental en facies wealdense. No se encuentran manifestaciones petrolíferas, y la disposición tectónica de las formaciones cretáceas en la zona estudiada no es adecuada para la acumulación de hidrocarburos en su interior.

Con anterioridad a estos estudios, realizaron en 1941 los señores Dupuy de Lôme Vidiella y Garrido un recorrido de la Sierra de Altamira, comprendiendo parte de las provincias de Guadalajara, Cuenca y Toledo. La serie estratigráfica es en esta región:

Terciario superior.—Mioceno: Pontiense, caliza lacustre.

Tortonense: Margas y arcillas.

Sarmatiense: Margas y yesos.

Terciario inferior.—Paleógeno: En facies continental, con margas, conglomerados y niveles yesíferos.

Neocretáceo.—Senonense, Turonense, Cenomanense: Calizas cristalinas o dolomíticas, con ligeros niveles margosos y arenosos.

Eocretáceo.—Albense superior: Marino, fosilífero.

Albense inferior: Continental, arenoso, poco potente.

Liásico.—Calizas con *Pentacrinus*, debajo carniolas y margas arcillosas.

Triás.—Keuper y Bunt-sand-stein.

Paleozoico.—Siluriano: Cuarzitas y pizarras.

Existe conformidad entre Jurásico, Eocretáceo, Neocretáceo y Terciario inferior, y discordancia entre estas series y el Terciario superior.

La Sierra de Altamira, en su disposición tectónica, está constituida por una serie de pliegues fallados y no reúne condiciones apropiadas para la conservación de hidrocar-

buros. Tampoco existen en esta zona indicios petrolíferos.

En este mismo año fueron estudiadas por los señores Grove y Dupuy de Lôme la provincia de Albacete y Norte de la de Murcia. La mayor parte del área recorrida fué desechada por no reunir condiciones petrolíferas favorables. Se recomendó, sin embargo, el estudio posterior de algunas zonas de la provincia de Albacete.

Los mismos autores hicieron en 1942 un reconocimiento general de las provincias de Valencia, Alicante, Murcia y Almería, y de él se dedujo la conveniencia de insistir con nuevos estudios en la zona Nordeste de Murcia y en la parte oriental de la provincia de Alicante.

Por ello fué realizado en 1943, por los señores Almela, Ríos y Garrido, un reconocimiento geológico de la región de Orihuela, en el límite de ambas provincias.

Se encuentran aquí algunas manifestaciones petrolíferas, y se trata en conjunto de una región de Tectónica violenta y complicada. La posibilidad de hallar acumulaciones de hidrocarburos en la base del Mioceno hizo que en la segunda fase de los trabajos de investigación petrolífera de Ciepsa se dedicase mayor atención al estudio detallado de esta región, estudio que culminó, años después, en la perforación de dos sondeos profundos en la provincia de Alicante.

Más adelante hemos de volver a insistir en la enumeración de los trabajos realizados en este área, así como en la descripción de los referidos sondeos.

También alcanzaron los trabajos de investigación geológica de Ciepsa, en este primer período, a la región meridional española. Ya hemos mencionado los estudios realizados en el Sureste de la Península, que comprendieron la provincia de Almería.

En 1941 estudiaron también los señores Dupuy de Lôme y Grove una extensa zona situada al Sur de la falla del Guadalquivir y que comprende gran parte de la cuenca de este río. Se encuentran aquí muy buenas y frecuentes manifestaciones de hidrocarburos, y ello es causa de que hayan sido realizadas en la región, en años anteriores, labores de prospección petrolífera e incluso sondeos.

La investigación de petróleo en esta zona debe limitarse al estudio de las posibles acumulaciones de hidrocarburos en las series terciarias de la parte baja de la cuenca. Se aconsejó también el estudio de la estructura triásica-terciaria de Villamartín y del anticlinal de Veger. Ambas estructuras están situadas en la provincia de Cádiz.

El anticlinal de Veger fué estudiado en 1942 por el señor Garrido, pero no reúne condiciones de cierre apropiadas.

Por último, hemos de decir que también en esta primera fase se hicieron investigaciones geológicas en la cuenca del Ebro y en determinadas zonas de las provincias de Alava y Navarra. Estas regiones han sido objeto de estudios mucho más detallados en épocas posteriores, por lo cual nos hemos de ocupar de ellas más adelante.

#### *Segundo periodo de investigación.*

Como consecuencia de la difícil situación internacional en aquellos años hubo de prescindir Ciepsa, en 1943, de la valiosa colaboración de los técnicos extranjeros.

El trabajo se llevó a cabo desde 1943 a 1946 exclusivamente por personal español, pero no disminuyó el ritmo de las investigaciones geológicas. Es de notar las dificultades de todo orden con que en aquellos años se tropezó, y no fueron las menores la penuria de alojamientos y suminis-

tros y la escasez de vehículos y especialmente de carburantes, lo que entorpeció extraordinariamente los desplazamientos.

Prácticamente se puede definir esta segunda etapa de investigación de Ciepsa como «La campaña del Pirineo». En efecto, en estos años hicieron los señores Dupuy de Lôme, Almela, Ríos y Garrido un detenidísimo estudio de la vertiente meridional del Pirineo y de toda la región situada inmediatamente al Sur de dicha cordillera.

Fueron asimismo estudiadas la cordillera litoral catalana y la cuenca oligocena situada entre ésta y la cordillera pirenaica.

No es lugar apropiado para describir con detalle los resultados de esta campaña del Pirineo. Basta decir que con ella quedaron aclarados los problemas estratigráficos pendientes de esta región, y que se han producido descubrimientos tectónicos de primordial interés.

Desde el punto de vista petrolífero han quedado establecidas las formaciones de la región que han podido constituir rocas madres petrolíferas y cuáles son las series porosas en que cabe esperar la acumulación de hidrocarburos.

Se ha estudiado la evolución geológica de todo este borde Sur del geosinclinal pirenaico, y han sido puestas de manifiesto las diferentes fases orogénicas, estudiándose en relación con ellas los posibles problemas de migración del petróleo.

El resultado de estos estudios fué la solicitud por Ciepsa de sus permisos de investigación en la región pirenaica; y más adelante la perforación en dos de ellos, Oliana y Boltaña, de sondeos profundos. Más adelante trataremos de las condiciones estratigráficas y tectónicas en estos lugares.



Como hemos dicho, la cuenca oligocena catalana fué también estudiada con detenimiento.

Existen en esta cuenca algunos indicios petrolíferos, y en el Oligoceno se dibujan interesantes estructuras, recomendándose el estudio detallado de algunas de ellas, que fueron objeto de las consiguientes solicitudes de Permisos de Investigación por parte de Ciepsa.

La estructura de Oliana, ya en el límite de la cuenca terciaria y el Pirineo, era la más interesante, pero como veremos su investigación por un sondeo profundo fué negativa.

En general, del estudio de la evolución geológica de las formaciones que ocupan esta cuenca terciaria puede deducirse que su interés petrolífero no es muy grande.

La cordillera litoral catalana fué objeto de tres detenidos informes geológicos, realizados también por los señores Almela, Ríos y Garrido.

La labor estratigráfica y tectónica fué también muy interesante y aportó valiosos datos para el conocimiento de la geología de la región. Su interés petrolífero es, sin embargo, muy pequeño.

Los únicos indicios de hidrocarburos encontrados se hallan en algunas pizarras eocenas bituminosas del cerro de Santa Catalina, cerca de Manresa.

Sólo se encuentran estructuras en el grupo de anticlinales de la caliza de alveolinas que recubre el Trías cerca de Orpi. Su interés es muy pequeño a causa de su tamaño reducido y desfavorables condiciones estratigráficas.

En el resto de la zona no aparecen estructuras favorables.

Fueron descartadas las áreas que en esta cordillera ocupa el Paleozoico.

Además de las regiones citadas fueron completados en

esta etapa algunos trabajos locales que quedaban pendientes en otras provincias españolas.

### *Tercer período de investigación.*

Desde 1946 a 1950 se extiende el tercer período de investigación de Ciepsa. Terminada la guerra, y aclarado el panorama internacional, pudimos volver a contar con la valiosa cooperación de los técnicos y geólogos norteamericanos.

Pero, además, se pudo conseguir en este período la importación de un tren completo de sondeos, capaz de alcanzar los 2.500 metros.

Los trabajos de investigación entraron entonces, en parte, en una fase más concreta, estudiándose ya con detalle determinadas estructuras para elegir las que fuesen más apropiadas para sondear.

Así fueron emplazados en esta época los sondeos de Oliana (Lérida) y Burgo de Osma (Soria).

Simultáneamente continuaron los trabajos de reconocimiento geológico general y se realizaron estudios más detallados en zonas que habían sido recorridas previamente en años anteriores.

### *Zona oriental.*

Prosiguieron los estudios geológicos en el Sureste de España.

En 1946 realizaron los señores Dupuy de Lôme Vidieilla y Almela un estudio de la parte meridional de la provincia de Alicante, de cuyo estudio volvió a deducirse la conveniencia de investigar las posibles acumulaciones petrolíferas en las formaciones porosas de la base del Mioceno.

A continuación estos mismos autores estudiaron el Sur de la provincia de Valencia, en la zona Enguera-Cofrentes-Carlet.

La serie estratigráfica es en esta zona la siguiente:

Terciario.—Mioceno: Tortoniense o Sarmatiense. Continental y detrítico.

Hacia el Sur, Burdigalense margoso marino.

Neocretáceo.—Senonense: Calizas y margas grises, marinas, fosilíferas.

Cenomanense-Turonense: Calizas claras y margas blancas marinas, fosilíferas.

Eocretáceo.—Albense continental: Arenosos.

Aptense: Calizo, marino.

Triásico.—Carñiolas grises o negras.

Keuper: Margoso, yesífero, salino.

No se encuentran en toda la zona estructuras favorables para la conservación de petróleo y los indicios petrolíferos son muy escasos.

Para completar los trabajos en esta región oriental española hicieron los señores A. Almela y J. A. López Mateos, en 1950, un reconocimiento geológico de la zona Alhama de Murcia-Archena.

Al Norte de Archena la Tectónica es muy violenta y el interés petrolífero casi nulo. Constituye la mayor parte del área estudiada un amplísimo sinclinal que se extiende hasta la sierra de Ricote y en el cual tampoco pueden esperarse acumulaciones petrolíferas.

En el resto de la zona se encuentran algunas estructuras interesantes, pero en cualquier caso su interés petrolífero está íntimamente ligado a su autoctonía. En efecto, tratándose este borde Norte del geosinclinal bético de una

zona muy trastornada, donde son frecuentes los corrimientos, cualquier investigación petrolífera que se realice habrá de estar precedida de muy detallados estudios tectónicos en los que se compruebe la autoctonía de las series investigadas.

Los trabajos de investigación en esta zona, condicionados al resultado de los dos sondeos de Alicante, fueron abandonados ante el carácter negativo de aquéllos.

### *Pirineo.*

Continuaron en esta tercera etapa los trabajos de investigación geológica en la zona pirenaica, trabajos a los que como sabemos, había correspondido la mayor actividad en el período anterior.

Conocidas ya las principales características estratigráficas y tectónicas de la región, y la evolución geológica de las formaciones que la ocupan, habían sido ya determinados los niveles que podrían ser considerados como rocas madres y aquellos que serían susceptibles de constituir rocas depósitos.

El objeto de la mayor parte de los trabajos en la zona, en este tercer período, tuvieron por objeto el comprobar, en cada punto interesante, la existencia de las circunstancias generales a que nos acabamos de referir y el determinar posibles estructuras petrolíferas.

En 1946 fué realizado por los señores Ríos y Garrido un reconocimiento de la región de Sos del Rey Católico, en los Pirineos navarros. Fué estudiado el recubrimiento oligoceno y no se encontraron estructuras favorables.

Los mismos autores hicieron, también en 1946, un estudio de la zona pirenaica situada al Norte del anticlinal de Oliana (Lérida).

Se trata de una zona de estratigrafía muy completa y tectónica violenta. Las series mesozoicas se apoyan hacia el Norte normalmente sobre el Paleozoico y, hacia el Sur, forman una serie de pliegues volcados y fallados, de cuya acumulación resulta una estructura imbricada de gran complicación. Los anticlinales situados al Norte del de Oliana, y entre los que destacan el de Montanisell y el de Peramola, cabalgan sobre aquél, que está situado en posición normal.

Pudo deducirse de los estudios en la región que la única estructura que reunía, según su examen de superficie, condiciones para la acumulación de petróleo era la de Oliana.

Esta estructura fué, por lo tanto, objeto de un nuevo estudio, ejecutado en 1946 por Mr. Verner Jones y los señores Almela y Ríos.

Se aconsejó la perforación en ella de un sondeo, sondeo que, como veremos, fué de resultado negativo al no poderse atravesar con él la totalidad de las margas impermeables del Luteciense, que constituyen la cobertera del anticlinal.

Prosiguiendo con el estudio de estructuras pirenaicas interesantes se examinó, en 1948, por los señores Almela y López-Mateos, la de Olius, situada en el límite de las provincias de Lérida y Barcelona.

Sus condiciones estratigráficas y tectónicas son muy semejantes a las del anticlinal de Oliana, por lo que una investigación más detenida de la estructura de Olius quedó supeditada al resultado positivo de la prueba Oliana. El espesor de cobertera que sería preciso atravesar en Olius sería todavía mayor que el supuesto en Oliana.

El señor López-Mateos hizo, en 1948, un estudio del

gran anticlinal de Campodarbe, en el Pirineo aragonés. Esta zona fué objeto de una nueva solicitud de Permiso de Investigación y posteriores estudios en la misma estructura condujeron el emplazamiento, años más tarde, del sondeo de Boltaña.

Otras zonas del Pirineo aragonés, y concretamente el área Jaca-Biescas, fueron estudiadas, en 1949, por don Antonio Almela.

Si bien se determinaron diversas estructuras, únicamente la que ocupa el valle de Ansó presenta un cierre completo.

Las condiciones estratigráficas generales no son favorables para la acumulación de petróleo, y, por ello, fueron abandonados los estudios en esta zona.

En 1950 estudiaron los señores Almela y López-Mateos la estructura de Biniés, en la provincia de Huesca. Esta estructura, que en un principio parecía reunir condiciones favorables, fué amparada por el correspondiente Permiso de Investigación. Su investigación posterior quedó supeditada al resultado del sondeo de Boltaña.

#### *Norte de España.*

Continuaron en esta época las investigaciones geológicas en determinadas zonas del Norte de España, hacia las cuales iba más adelante Ciepsa a dedicar su mayor atención.

Ya en 1946 estudiaron los señores Almela y Garrido la estructura de Arnedo.

En 1949 terminó el ilustre geólogo profesor B. Trziesniowski su magnífico estudio sobre el anticlinal de Gastiain (Navarra). Completó este trabajo los estudios anteriores del señor Dupuy de Lôme y del señor Almela, y ha servido de

base para las concienzudas investigaciones que en esta zona se están ahora realizando.

Como hemos dicho en otro lugar, hemos de volver más adelante sobre la descripción más detallada de estos trabajos. Completando las investigaciones del Norte de España, realizó el señor Almela, en 1949, un recorrido geológico por la zona Castro-Urdiales, Laredo, en la provincia de Santander. Existen allí algunas manifestaciones petrolíferas y se encuentran estructuras cretáceas, en general muy trastornadas, y cuya investigación habría de estar precedida de estudios geológicos y geofísicos muy detallados.

#### *Cuarto período de investigación.*

Desde 1951 a 1953, volvió a ser llevada a cabo la investigación petrolífera de Ciepsa exclusivamente por el personal español al servicio de la Compañía.

No se abordó en esta época el estudio de nuevas regiones, pero se completaron las investigaciones realizadas años atrás, especialmente en la zona del Pirineo, en Cataluña, y en la provincia de Alicante.

Estos estudios geológicos condujeron al emplazamiento definitivo de los dos sondeos de Alicante (La Marina y Rojas) y del sondeo de Boltaña, en el Pirineo aragonés.

La recopilación e interpretación de los datos obtenidos en dichos sondeos ocupó en este período gran parte de la actividad de los geólogos de Ciepsa.

A estos efectos es preciso destacar la valiosísima colaboración del especialista mallorquín don Guillermo Colom, a quien debemos el examen paleontológico y clasificación de la mayor parte de la microfauna obtenida en estos sondeos.

En 1953 comenzó Ciepsa la época de mayor intensidad,

desde su fundación, en sus trabajos de investigación petrolífera en España.

En este año, en efecto, aceptamos la colaboración de la empresa alemana C. Deilmann Bergbau G. m. b. H., de Bentheim, especialista en esta clase de trabajos, y que posee en Alemania una muy considerable producción propia de petróleo.

Ello nos ha permitido contar con la valiosísima ayuda de técnicos y geólogos perfectamente impuestos en los más modernos y eficaces sistemas de prospección petrolífera.

La casa Deilmann ha enviado, además, para estos trabajos, dos equipos completos de mediciones sísmicas y un magnífico tren de sondeo Wirth capaz de alcanzar los 4.000 metros de profundidad.

Participan en los actuales trabajos de investigación geológica los geólogos alemanes doctores Bijvank, Graebert, Hüttner, Kopp, Hoepfener, Fricke, Boigk, Goerlich, Beuther, Tischer, Dahm y Mensink.

Los trabajos de geología y geofísica están dirigidos por el conocido geólogo doctor Lögters, y hemos contado, además, con la valiosísima ayuda del ilustre profesor R. Brinkmann, especialista en cuestiones tectónicas españolas. Condujeron estos estudios, de los que nos vamos a ocupar seguidamente, a la obtención por Ciepsa de sus Permisos de Investigación en el Norte de España, que cubren extensas zonas de las provincias de Alava, Navarra, Burgos, Zaragoza y Logroño.

En estas zonas ha desarrollado Ciepsa, y continúa desarrollando en la actualidad, una intensa campaña de investigación geológica y geofísica que ha permitido ya fijar el emplazamiento de dos sondeos profundos, actualmente en ejecución.

*Trabajos en Alava y Navarra.*

Desde su fundación dedicó Ciepsa gran atención a la región de Navarra situada al Oeste de Estella y que comprende el anticlinal de Gastiain, donde hace unos treinta años se perforó por una empresa privada un sondeo de prospección petrolífera.

El primer estudio de Ciepsa en esta zona fué realizado en 1940 por los señores Enrique Dupuy de Lôme, Vidiella, A. E. Fath y B. H. Grove. Posteriormente, en 1941, hizo don Antonio Almela nuevas investigaciones en la región.

En ambos estudios se hicieron constar las favorables condiciones estratigráficas y tectónicas del referido anticlinal, así como el gran espesor de las margas cretáceas que forman la cubierta impermeable de la estructura.

En el año 1949 hizo el ilustre geólogo B. Trzesniowski un detenidísimo estudio de esta zona. Su brillante informe, que incluye un mapa estratigráfico muy detallado, y diversos cortes tectónicos, con muy acertadas mediciones de espesores, sirve de base para los estudios posteriores que allí se realizan.

Estos últimos estudios han sido llevados a cabo por los doctores alemanes Fricke y Hüttner y comprenden no sólo la estructura de Gastiain, sino toda la región colindante, llegando por el Sur hasta la cuenca del Ebro y por el Norte hasta las proximidades de Vitoria.

No sólo ha sido hecha una cartografía estratigráfica muy detallada y concienzudas mediciones tectónicas, sino que se han trazado mapas paleogeográficos de la región en cada uno de los períodos considerados interesantes, y en conjunto, las síntesis tectónicas y orogénicas que resumen

estos estudios, superan, en conocimiento de causa y profundidad, a cualquier trabajo análogo realizado con anterioridad en España.

Se han estudiado además los problemas relacionados con la irrupción de los diapiros de Estella y Maeztu, así como la génesis y migración del petróleo en la región.

Como es sabido, en las proximidades del anticlinal de Gastiain, en la zona de Atauri-Maeztu, se encuentran muy buenos yacimientos asfálticos impregnando las calizas del Cretáceo Superior y Eoceno, yacimientos que son explotados industrialmente con éxito desde hace muchos años.

Los trabajos de estratigrafía han sido apoyados por una labor paleontológica muy detenida, auxiliada por el análisis de microfauna, para lo cual se ha montado un laboratorio móvil de micropaleontología, dirigido por el doctor J. Bijvank.

Por último, los estudios tectónicos han sido completados por una campaña de mediciones sísmicas en la región.

No es este lugar apropiado para examinar detenidamente los resultados científicos de todos estos trabajos. Vamos, pues, a dar únicamente una somera idea de las características estratigráficas y tectónicas de la región.

La serie estratigráfica puede resumirse en la columna siguiente:

- Terciario.—Oligoceno: Margas y areniscas.
- Eoceno: Conglomerados, arenas y calizas lacustres.
- Neocretáceo.—Garunés: Areniscas y arenas.
- Maestrichtense: Calizas con orbitoides.
- Santonense superior: Calizas margosas y margas fosilíferas.
- Santonense inferior: Calizas azules con *Texanites taxarum*.
- Coniacense superior: Calizas y margas azules.

Coniacense inferior: Calizas de Gastiain.

Turonense: Margas y calizas margosas tableadas.

Cenomanense: Margas y calizas margosas; en la base, arcillas.

Eocretáceo.—Albense superior: Margas y arcillas.

Albense inferior: Margas arenosas y areniscas ferruginosas.

Wealdense: Areniscas y margas arenosas.

Jurásico.—Calizas.

Triásico.—Suprakeuper: Carniolas.

Keuper: Margas, ofitas y yesos.

Muschelkalk: Calizas dolomíticas negras, fosilíferas.

En la zona de Gastiain los niveles más bajos que afloran son las margas cenomanenses en la charnela erosionada del anticlinal. El Albense Superior aflora en la zona del semianticlinal de Zufía, al Norte del diapiro de Estella. En este diapiro, y en el de Maeztu, se encuentran los niveles triásicos descritos.

Existen además manifestaciones asfálticas en Bernedo y Peñacerrada, en la Sierra de Cantabria.

El anticlinal de Gastiain es una estructura ligeramente asimétrica y perfectamente cerrada en superficie, con una cubierta de más de 2.000 metros de margas cenomanenses y del Albense Superior. Tiene 12 kilómetros de longitud y cuatro de anchura.

Más al Sur existen otros dos pequeños anticlinales en las proximidades de Acedo.

Al Suroeste de Gastiain se encuentra la estructura de Hornillos, cuyas características tectónicas son menos favorables, pero que se encontrará mejor situada desde el punto de vista paleogeográfico. Existen también algunas zonas cuya investigación detallada es aconsejable al Norte del

diapiro de Maeztu y en la región de Bernedo, en la Sierra de Cantabria.

Como consecuencia de estos estudios tectónicos y de las observaciones sísmicas realizadas se ha emplazado un sondeo profundo en el anticlinal de Gastiain, en las inmediaciones del pueblo de Zúñiga.

El pozo, que ha recibido el nombre de Zúñiga núm. 1, se encuentra actualmente en perforación; en páginas siguientes volveremos a ocuparnos de este sondeo.

Simultáneamente con estos estudios, los doctores Fricke, Hüttner y Gräbert han estudiado la región comprendida al Norte de ella que ahora hemos descrito y en una amplia zona que se extiende desde los Pirineos navarros al Este, hasta la región de Poza de la Sal, al Oeste.

Los señores Almela y Dupuy de Lôme Sánchez han continuado estos estudios hacia el Oeste, estudiando la zona occidental de las concesiones de Ciepsa.

Al mismo tiempo, el doctor Oriol Riba ha realizado un concienzudo examen de las cuencas terciarias de Miranda de Ebro y Condado de Treviño.

En este último trabajo hace el doctor Riba un estudio notabilísimo de las variaciones de sedimentación terciaria y paleogeografía consiguiente.

Es preciso añadir los estudios realizados por el grupo de geólogos alemanes bajo la dirección del profesor Brinkmann. Sus acertadas investigaciones, especialmente en las series mesozoicas, han permitido llegar a conclusiones prácticamente definitivas en cuanto a las condiciones de formación, emigración y conservación de hidrocarburos en estas regiones del norte de España, en las que Ciepsa tiene centrada su atención.

Como ya hemos dicho, los permisos de investigación de

hidrocarburos, cubren en las provincias de Alava, Navarra y Burgos la extensa superficie que puede verse en el mapa adjunto.

Estas concesiones han sido ya estudiadas con detalle y los trabajos tectónicos, auxiliados por las mediciones sísmicas, han permitido fijar el emplazamiento de un nuevo sondeo.

Se ha situado este pozo en las proximidades del pueblo de Apodaca, al NO. de Vitoria, y recibe el nombre de Apodaca, núm. 1.

Las características tectónicas superficiales de las series del Cretáceo superior en esta zona no corresponden con la Tectónica profunda, que afecta a las formaciones eocretáceas y anteriores.

Las mediciones de espesores y trazado de mapas de contornos estructurales para cada uno de los niveles interesantes, han permitido, en colaboración con las mediciones sísmicas, la determinación en esta zona de circunstancias favorables en profundidad, y como consecuencia se ha emplazado el referido sondeo.

Los estudios paleogeográficos y de tectónica profunda no se han limitado al emplazamiento del sondeo Apodaca núm. 1, sino que cubren otras zonas de las concesiones de Ciepsa en el norte de España. En ellas han sido detectadas también, en colaboración con la geofísica, interesantes estructuras profundas, que más adelante habrán de ser objeto de nuevos sondeos.

Se han extendido también los estudios de Ciepsa a sus concesiones de la cuenca del Ebro. Las investigaciones han sido llevadas a cabo por el doctor Oriol Riba y por los señores Almela y Dupuy de Lôme Sánchez.

Como consecuencia de estos estudios puede deducirse

un espesor muy grande del recubrimiento oligoceno de la cuenca, lo cual hace casi imposible mecánicamente la perforación de un sondeo que pretenda alcanzar los niveles inferiores.

Las condiciones de sedimentación de las series precretáceas son además especialmente poco favorables.

Los estudios geológicos en esta zona han sido, por lo tanto, momentáneamente abandonados. Es posible que una nueva campaña más detallada pueda modificar en parte esta impresión pesimista.

Damos fin con esta breve descripción a la enumeración de los trabajos de investigación geológica de Ciepsa. Suponen, como ya hemos dicho, más de quince años de labor ininterrumpida, y si bien no se ha alcanzado todavía con ellos un resultado verdaderamente remunerador, podemos afirmar que al menos han tenido la utilidad de dar a las investigaciones petrolíferas y puramente geológicas en España un impulso que deseamos pueda considerarse como definitivo.

Vamos a describir ahora, muy sucintamente, los otros dos aspectos fundamentales de la labor de Ciepsa; es decir, las investigaciones geofísicas y los sondeos.

## 2.º *Investigaciones geofísicas.*

Durante las primeras etapas de investigación de Ciepsa, no fué posible auxiliar los estudios geológicos con mediciones geofísicas.

Las difíciles condiciones derivadas de la situación internacional hicieron de todo punto imposible la importación de los costosos aparatos que para estas investigaciones se requieren. Únicamente fueron realizados estudios sísmicos en el año 1942 en la estructura de Oliana.

Fueron ejecutadas estas mediciones por el Instituto Geológico y Minero de España y dirigidas personalmente por el ilustre ingeniero Excmo. Sr. D. José García Sñériz.

Hubo que vencer en este trabajo considerables dificultades derivadas no sólo de las circunstancias que entonces imperaban, sino también de las características locales, ya que se trata de una zona densamente poblada y edificada, donde quedaban excluidas las mediciones gravimétricas y muy dificultadas las sísmicas.

El resultado de este trabajo quedó plasmado en un brillante informe, precedido de un estudio geológico, coincidente en los extremos más importantes con el que previamente había sido realizado por los técnicos de Ciepsa.

No fué tampoco, durante muchos años, posible el contar para estos trabajos con la ayuda de técnicos especialistas extranjeros; la interpretación de las mediciones geofísicas, por otro lado, tan extraordinariamente delicada, que es preciso encomendarla a personal especializado, con muchos años de práctica dedicada exclusivamente a esta labor.

Cuando en 1953 se aceptó la colaboración de la casa Deilmann y se fijó el programa de investigación petrolífera conjunta, una de las cuestiones a que se prestó mayor atención fué precisamente la de las investigaciones geofísicas.

Se adoptó el acuerdo de emplear el sistema sísmico, que, aun siendo el más lento y costoso, es el que proporciona resultados más exactos.

Desde el mes de abril de 1953 funcionan ininterrumpidamente en España los equipos geofísicos de Ciepsa-Deilmann.

Una campaña tan intensa y continua ha permitido en estos dos años cubrir superficies muy considerables.

Los primeros trabajos tuvieron lugar en la cuenca del Ebro, donde se trazaron varios perfiles longitudinales y transversales.

Pudo con ellos ponerse de manifiesto la existencia de una gran fosa, de 4.000 metros de profundidad, recubierta por sedimentos oligocenos, y cuyos bordes, especialmente el septentrional, están cortados casi verticalmente.

Fué muy notable la coincidencia absoluta entre los resultados obtenidos en esta zona con las mediciones geofísicas y las investigaciones tectónicas.

Han continuado los trabajos de geofísica durante estos años en el resto de las concesiones de Ciepsa del Norte de España.

El anticlinal de Gastiain y estructuras próximas han sido también investigados por perfiles geofísicos. Con ellos se han podido comparar la tectónica superficial y profunda y fijar el emplazamiento del pozo Zúñiga núm. 1.

Una muy intensa campaña ha sido realizada en la zona de Salvatierra, cubriendo toda la llanura alavesa al Este de Vitoria, desde la capital hasta cerca de Alsasua.

A continuación los equipos geofísicos se trasladaron al Norte de Vitoria, donde han realizado una serie de interesantes perfiles, y posteriormente al Sur de la capital alavesa.

La serie de perfiles trazados al Sur y Norte de Vitoria han sido enlazados con los que cubren la llanura alavesa al Este de la capital y con los que posteriormente se han trazado desde Vitoria al Oeste hasta el Diapiro de Murguía.

De esta manera se ha conseguido una investigación geofísica coordinada de una zona extensísima, y los resultados obtenidos, en colaboración con los datos tectónicos,



han permitido fijar, con suficiente aproximación, la disposición de las formaciones que constituyen el substratum de las series neocretáceas en la región alavesa.

Una nueva campaña de investigación geofísica, actualmente en marcha, está teniendo lugar en las cuencas terciarias de Miranda de Ebro y Condado de Treviño. Se pretende investigar con esta campaña la disposición de las series mesozoicas debajo del recubrimiento terciario.

#### *Sondeos de Ciepsa.*

Como dijimos en páginas anteriores, la Compañía de Investigación y Explotaciones Petrolíferas, S. A., ha perforado hasta la fecha cinco sondeos profundos, y tiene dos actualmente en perforación.

Vamos a describir sucintamente la situación de cada uno de estos sondeos y las formaciones atravesadas durante su perforación.

##### 1.º *Sondeo de Oliana (Lérida).*

El primer sondeo perforado por Ciepsa tuvo su emplazamiento en la provincia de Lérida, en el gran anticlinal de Oliana, en las proximidades del pueblo de dicho nombre.

Tenía por objeto investigar las formaciones calizas del Eoceno inferior, que en otros lugares próximos presentan afloramientos con manifestaciones petrolíferas.

En el anticlinal de Oliana la serie sedimentaria es muy potente. Por encima del emplazamiento del sondeo afloran el Mioceno, Oligoceno y Eoceno superior, con más de 2.500 metros de potencia; desde el emplazamiento hasta el Paleozoico el espesor es de cerca de 4.000 metros, y compren-

de el Eoceno inferior, Cretáceo superior, Jurásico y Triásico.

Las formaciones en que se emboquilló la perforación estaban constituidas por margas lutecienses, grises, características. Podía medirse de estas margas, en superficie, un espesor erosionado de 600 metros; y las mediciones, realizadas con mucho cuidado en los bordes de la cuenca, arrojaban para la potencia que de dichas margas era preciso atravesar en el sondeo cifras no superiores a los 1.000 metros.

Se supuso entonces que el tren de perforación, con una capacidad de 2.500 metros, atravesaría la totalidad del Eoceno e incluso penetraría en el Cretáceo superior.

Sin embargo, se perforaron 2.323 metros en margas lutecienses, y cuando estaba próxima a agotarse la capacidad de la sonda, una avería obligó a suspender los trabajos.

Esta anomalía tectónica, en relación con el desorbitado aumento de espesor del Luteciense, en tan reducido espacio, se debe, sin duda, a una duplicación de las capas, debida a empujes laterales.

Con los medios y conocimientos que entonces se poseían fué imposible prever el fenómeno. Quizá hoy día, pudiendo también hacer prospección sísmica con los medios de que actualmente se dispone, se hubiese puesto de manifiesto este espesor anormal.

##### *Sondeo de Burgo de Osma.*

El segundo sondeo de Ciepsa fué perforado durante parte de los años 1949 y 1950 y tuvo su emplazamiento en la provincia de Soria, en las cercanías de Burgo de Osma.

Tenía por objeto investigar las formaciones arenosas de Cretáceo inferior, que en algunos lugares de la región, y

especialmente en Fuentetoba, presentan impregnaciones asfálticas.

Como último objetivo se pretendía alcanzar las formaciones calizas, también supuestas petrolíferas, del Muschelkalk.

Se preveía atravesar el Senonense, Turonense, Cenomanense, Albense y Wealdense, y, finalmente, Lías y Triásico, y se perforó exactamente la serie sedimentaria prevista.

Las arenas del Cretáceo inferior, muy porosas, resultaron completamente estériles, y asimismo lo fueron las calizas triásicas.

El sondeo, de 2.212 metros, terminó en las margas del Buntsandstein.

Estaba correctamente emplazado en un amplio anticlinal, ligeramente asimétrico, y con una magnífica cubierta impermeable de margas del Cretáceo superior.

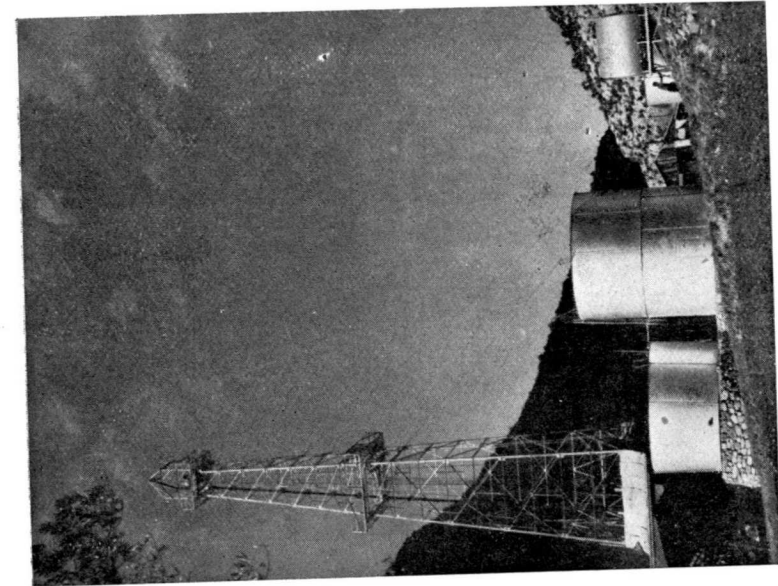
Durante la perforación del sondeo se presentaron grandes dificultades al atravesar calizas muy agrietadas por las que se perdía la totalidad de la circulación de lodos.

Para tener la certeza de que no se había atravesado ninguna capa petrolífera se empleó el procedimiento de testificación eléctrica de Schlumberger, con resultado también negativo.

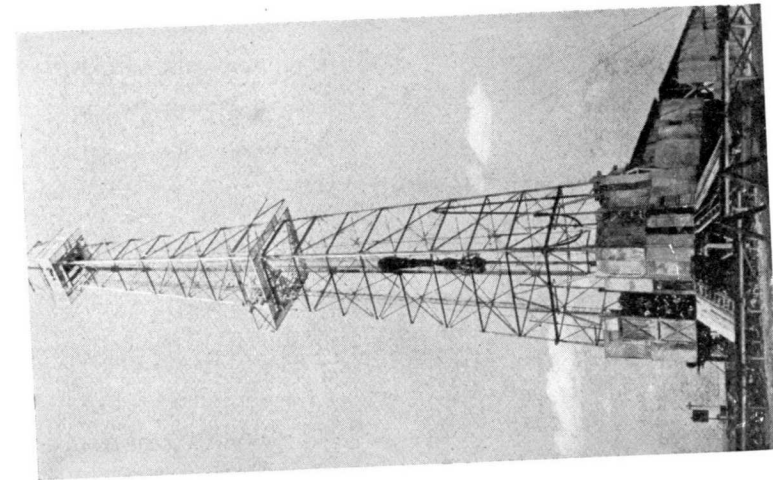
El resultado final del sondeo de Burgo de Osma debe considerarse, sin embargo, como positivo, por cuanto que ha permitido demostrar, sin género de duda, la absoluta esterilidad de la estructura investigada.

#### *Sondeo de La Marina.*

El sondeo de La Marina se perforó en la cúpula de «Las Planas»; en la provincia de Alicante, y a un kiló-



Emplazamiento del sondeo de Boliña (Huesca).



Instalación Emsco en el sondeo de Oliana (Lérida).



metro de la costa mediterránea, entre Santapola y Guardamar.

Tenía por objeto este sondeo examinar las posibilidades petrolíferas del Mioceno marino en el litoral de Levante, y se eligió para ello una estructura que reunía inmejorables condiciones.

La serie estratigráfica de esta región no estaba en aquella época bien reconocida, y aun hoy falta todavía mucho que hacer en ese aspecto.

El principal objeto del sondeo era, por tanto, de reconocimiento geológico, y se pretendía determinar con él la serie estratigráfica del interior de la estructura y sus relaciones con las series que afloran en la sierra del interior de la provincia.

Se encuentran aquí el Triásico, Jurásico, Cretáceo y Eoceno, y la tectónica regional es extraordinariamente complicada, cual corresponde a una zona de geosinclinal en íntima relación con la fosa Bética.

La formación concreta que se pretendía investigar desde el punto de vista petrolífero estaba constituida por las arenas y areniscas, muy porosas, de la base de Mioceno.

Formaciones análogas en Argel y Túnez han dado producción petrolífera bastante considerable.

En España, y en la zona del sondeo, sólo se encuentran manifestaciones petrolíferas en el Mioceno de Torrevieja y en el Cretáceo de la misma ciudad de Alicante.

El sondeo de La Marina alcanzó una profundidad total de 1.610 metros, y se perforó en el invierno de 1950-51 sin mayores dificultades.

Se perforaron 900 metros de Mioceno, e inmediatamente debajo, 700 metros de Triásico. La formación arenosa del

Mioceno inferior era muy débil; de sólo 40 metros de potencia.

Además faltaba la base del Mioceno y toda la posible serie inferior sedimentaria a causa de uno de los múltiples arrastres característicos de la tectónica regional. Cabía la posibilidad de volver a hallar la serie sedimentaria debajo del Trías a causa de que pudiera corresponder aquél a una hoja de arrastre deslizada sobre terrenos más modernos.

Sin embargo, se penetró 700 metros en el Trías, muy trastornado y roto, y la circunstancia de hallar, a los 1.600 metros, rocas eruptivas hizo ya desistir de la mayor profundización de sondeo. Se empleó también en este sondeo la testificación eléctrica, con resultado negativo.

El sondeo de La Marina no permitió deducir nada concluyente sobre las posibilidades petrolíferas de la zona, ni con él, desgraciadamente, pudieron alcanzarse los objetivos de investigación propuestos.

Por ello, al final del sondeo, se propuso continuar investigando en otra estructura de la misma zona, dentro también del permiso de investigación de Hurchillo, y por ello se perforó el sondeo de Rojales.

#### *Sondeo de Rojales.*

El sondeo de Rojales, próximo al anterior, se perforó en un magnífico anticlinal situado a un kilómetro del pueblo de Rojales.

Alcanzó la profundidad de 1.582 metros, y su perforación, en los últimos metros, se realizó con grandes dificultades a causa de que, por la diferente dureza de las capas atravesadas, se produjo una desviación en el sondeo de hasta 5° con relación a la vertical. Sin embargo, pudo terminarse satisfactoriamente.

Tenía por objeto este sondeo, como hemos dicho:

- 1.º Determinar el espesor de Mioceno.
- 2.º Encontrar en la base un nivel poroso más potente que el hallado en La Marina.
- 3.º Investigar la serie sedimentaria supatriásica; y
- 4.º Determinar las posibilidades petrolíferas de las formaciones triásicas porosas.

Se atravesaron 1.221 metros de Mioceno, sin que en ellos apareciese ningún horizonte poroso.

Los estudios micropaleontológicos pusieron de manifiesto que la totalidad de los sedimentos atravesados pertenecen al Vindoboniense, sin que aparezca en absoluto el Burdigalense.

A continuación viene una amplia zona de fractura y seguidamente el Triásico.

De los estudios tectónicos realizados en la zona, y corroborados por los sondeos, se deduce que existe un amplio corrimiento general hacia el Norte, de la serie Previndoboniense.

Es indudable que la edad del corrimiento es Postburdigaliense y Previndoboniense, por lo cual los sedimentos burdigalienses se hallan en esta zona plegados con el substratum y su tectónica es por completo independiente de la superficial.

Después de estos descubrimientos perdía gran interés esta zona desde el punto de vista petrolífero, por lo cual, al terminar el sondeo de Rojales, se decidió trasladar todo el material para iniciar nuevas investigaciones en la provincia de Huesca.

*Sondeo de Boltaña.*

El sondeo de Boltaña se ha perforado en el gran anticlinal de Campodarbe, de 30 kilómetros de longitud por cinco de anchura, al Norte de la provincia de Huesca.

Una de las razones que aconsejaron la perforación de este sondeo fué el hallazgo de los campos petrolíferos franceses de Lacq y St. Marcet, en formaciones geológicas análogas y a sólo 100 kilómetros de distancia.

Se preveía atravesar en este sondeo un pequeño espesor de calizas eocenas (que son las que en superficie recubren el anticlinal) y posteriormente una gran masa de calizas del Cretáceo superior.

Tanto aquéllas como éstas forman, por su compacidad, una cubierta impermeable muy buena.

Pudieran constituir niveles petrolíferos las formaciones más porosas de la base del Maestrichtiense, o quizá algunos niveles más bajos, dentro del Cretáceo superior.

No parece, en cambio, probable que el hipotético petróleo que pudiera haberse originado teniendo como roca madre el Trías se pueda haber conservado, dado el larguísimo período de emersión que sufrieron aquellas formaciones.

El anticlinal de Campodarbe constituye, en superficie, una estructura de dirección Norte-Sur cerrada y ligeramente asimétrica, siendo mayores los buzamientos de la rama occidental.

En profundidad, sin embargo, la asimetría se acentúa extraordinariamente, produciéndose el vuelco de esta rama occidental, y una duplicación de las capas de tal manera que los niveles de superficie de las calizas de alveolinas se

repite a los 1.390 metros de profundidad y vuelven a encontrarse a los 1.982 metros.

Ante este resultado anómalo se suspendió la perforación en los 2.184 metros.

Quizá, aunque parece poco probable, pudiera haberse localizado este gran trastorno tectónico profundo mediante una detallada investigación geofísica del terreno. Las características litológicas y topográficas de la región excluyen, casi por completo, la posibilidad de emplear en ella los sistemas de prospección sísmica; pero, de todos modos, en la época en que los técnicos de Ciepsa localizaron el emplazamiento del sondeo de Boltaña era imposible, a causa de la situación internacional, el disponer en nuestro país de equipos modernos de mediciones sísmicas.

*Sondeos de Zúñiga y Apodaca.*

Ya en colaboración con la empresa alemana Deilmann se ha comenzado la perforación de los sondeos de Zúñiga y Apodaca. En páginas anteriores hemos referido brevemente las circunstancias que han aconsejado su localización y las investigaciones geológicas y geofísicas que la han precedido.

El sondeo de Zúñiga se ha emplazado en las proximidades del pueblo del mismo nombre, en la zona erosionada del anticlinal de Gastiain.

Se ha emboquillado en las margas turonenses, de las que se han atravesado 160 metros, y a continuación se ha penetrado en las margas y arcillas del Cenomanense, que alcanzan hasta los 1.800 metros. Desde esta profundidad se perforaron formaciones arcillosas del Albense superior. Ha quedado comprobada ya la existencia de una cubierta impermeable excepcionalmente buena.



La profundidad actual del sondeo es de 2.300 metros.

El sondeo de Apodaca se situó en las inmediaciones de este pequeño pueblo alavés.

Se ha emboquillado en formaciones calizas turolenses, de las que se han atravesado 525 metros.

La perforación en estas calizas agrietadas se llevó a cabo con dificultad a causa de la pérdida total de circulación de lodos.

La profundidad actual es de 900 metros.

\* \* \*

Esta ha sido, expuesta a grandes rasgos, la labor de investigación petrolífera llevada a cabo por Ciepsa. Hasta ahora sólo ha supuesto un ingente desembolso y, como ya hemos dicho, más de quince años de trabajo ininterrumpido.

Confiamos en que este gran esfuerzo ha de verse pronto recompensado y que la Compañía de Investigación y Explotaciones Petrolíferas obtendrá la compensación que merece por sus esfuerzos para resolver el problema de las disponibilidades de hidrocarburos en el subsuelo español.

#### APÉNDICE

##### *Estudio de la microfauna de las formaciones atravesadas en los sondeos de C. I. E. P. S. A.*

En todos los sondeos de Ciepsa se ha efectuado un análisis cuidadoso de los microforaminíferos obtenidos en las muestras de lodo circulante y en los testigos.

Estos estudios han sido efectuados para los sondeos de

Oliana, Burgo de Osma, La Marina y Rojas por el reputado especialista don Guillermo Colom.

Ha efectuado el autor, para cada caso, un concienzudo y detallado estudio, y estos trabajos, además de en el archivo de Ciepsa, se encuentran publicados por el Instituto Geológico y Minero de España.

Por ello no hemos considerado necesario repetirlos en su totalidad y nos hemos limitado a extractarlos, refiriéndonos principalmente al estudio escueto de las muestras de cada sondeo.

#### NÚM. 1.—MICROFAUNA DEL POZO DE OLIANA

##### *Estudio de las muestras del sondeo* (Por D. Guillermo Colom.)

Se han examinado 46 muestras o testigos obtenidos por la sonda y escalonados desde los 100 metros primeros (testigo núm. 1), hasta el último, obtenido de los lechos que confinaban con los 2.000 metros de profundidad (testigo número 46).

Todos los testigos, del número 1 al número 46, además de haber proporcionado materiales aptos para lavajes y obtención de microforaminíferos, han sido estudiados a base de secciones delgadas con el fin de comprobar las posibles alteraciones litológicas de la masa margosa atravesada. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Todas las preparaciones muestran una absoluta uniformidad. El cemento margoso es fino, compacto, formado por una calcita granulosa llena de impurezas piritosas, pajuelas de mica más o menos frecuentes, según los niveles, y una masa finísima, en gran parte fuertemente alterada, en

la que se observan, según los bancos, restos de *Coccolitoforíneas* (algas unicelulares, planctónicas) y *Discoastéridos*, además de diminutos romboedros de calcita de 10 a 20 micras, porciones de cámaras centrales destrozadas de foraminíferos, seguido, todo ello, de una gran impregnación de pirita en forma muy difusa o a base de diminutos granillos o bien de cristales, cuya forma, en estos últimos, se conserva perfectamente en determinados casos. Sería inútil intentar repetir esta descripción siguiendo los diversos niveles, pues no daría más que una renovación continua de las mismas estructuras.

En algunas preparaciones se observan diminutos granillos de cuarzo aislados, pero siempre resultan escasos. Su tamaño suele fluctuar entonces alrededor de las 20 a 50 micras.

Las secciones delgadas no revelan gran abundancia de organismos a través de estos depósitos, demostrándonos, en los casos afirmativos, pertenezcan a los foraminíferos o a otros grupos, que no pulularon nunca en gran número, sino que más bien resultaban escasos a lo largo de la columna estratigráfica margosa, siempre impregnada de sulfuros de hierro. Tan sólo el lavaje y la consiguiente concentración de los residuos obtenidos proporciona una cantidad suficiente de caparazones pertenecientes a pequeños foraminíferos que, en general, podríamos llamar, más bien, pobre.

Según las secciones delgadas, encuéntrase cortes de diminutas *Globigerinas*, posiblemente atribuibles a *G. ouachitaensis*, juntamente con otras de la pequeña *Gümbelina goodwini*; algún que otro «textulárido», difícilmente clasificable; restos de *Cibicides pseudoungerianus*, especie que por su extrema abundancia en casi todos los niveles

proporciona un mayor número de caparazones en los cortes margosos; restos de *Uvigerinas*, y también de *Nodogenerinas*. Pero ninguno de los niveles examinados a base del estudio de las secciones delgadas de rocas puede llamarse verdaderamente rico en foraminíferos o en series de otros grupos.

Como organismos de naturaleza muy diferente a la de los foraminíferos han aparecido muy difundidos en esta masa margosa fragmentos y restos en todas las preparaciones, atribuibles a algún grupo de algas filamentosas.

La conservación de tan frágiles y diminutos restos es debida siempre a la pirita, fosilizando todas sus partes, de las cuales no nos ha quedado, actualmente, más que un simple molde, el cual nos proporciona tan sólo una silueta de difícil interpretación. En la mayoría de los casos estos moldes se reducen a sencillas esferas, ampliamente difundidas en muchas preparaciones, mezcladas, a su vez, con otros elementos piritosos. Pero en otros se observa todavía que tales restos se hallan agrupados, revelando, en su conjunto, una estructura orgánica manifiesta y no mineral, como podría suponerse, a base de un rápido examen.

En unos pocos casos he podido encontrar fragmentos mejor conservados, en los cuales aparece aún una vaina, o partes de las mismas, de naturaleza caliza, unidas y repletas de una masa piritosa. En una de sus extremidades abiertas obsérvase cómo la pirita va resolviéndose en un conjunto de esferas, en gran parte del mismo diámetro.

El organismo parece formado por un conjunto de células aisladas de unas 5 a 7 micras de diámetro en la periferia y más anchas en las que corresponden al centro del eje, el cual posee un diámetro aproximado de unas 75-200

micras, ofreciendo escasas ramificaciones, en ángulo agudo, poco divergentes.

Según el distinguido algólogo Dr. Margalef, de Barcelona, que ha tenido la bondad de examinar algunas de las preparaciones del sondeo, es posible que se trate de un grupo de Feofíceas actocarpiales, próximos a los géneros actuales *Dictyosiphon* o *Litosiphon*. De ser exacta semejante interpretación, se trataría de algas litorales, epilíticas o epifitas. Su presencia viene entonces a confirmar la escasez de profundidad y su aproximación a una costa para tales sedimentos.

En otros casos, masas esferoidales muy semejantes a las anteriores se encuentran libres en el cemento de la roca, pero unidos todavía entre sí sus diversos componentes.

Resulta sumamente difícil lograr más precisión en cuanto a la taxonomía se refiere respecto a estos indicios de algas Feofíceas en los depósitos margosos de Oliana, a pesar de su indudable origen orgánico. No obstante, tal interpretación parece imponerse claramente cuando se observan sus diversos fragmentos, sobre todo en los casos en los cuales los ejemplares están mejor conservados.

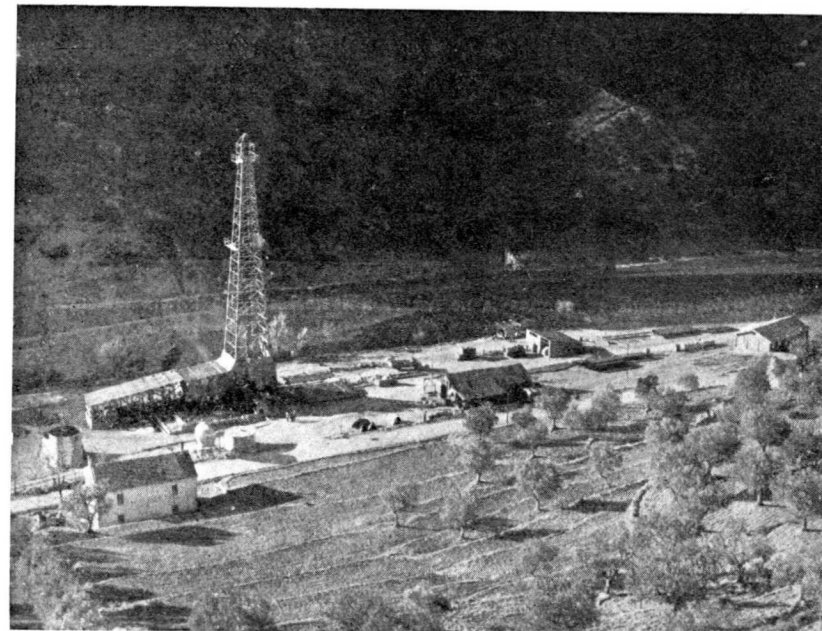
Ningún otro resto orgánico viene a romper la uniformidad de la composición de la potente serie margosa atravesada por la sonda, dándonos una noción de la monótona constancia de la sedimentación marina sobre la antigua cuenca de recepción del actual anticlinal de Oliana.

En cuanto a los microforaminíferos procedentes de los diversos testigos estudiados, la lista completa de los mismos es la siguiente:

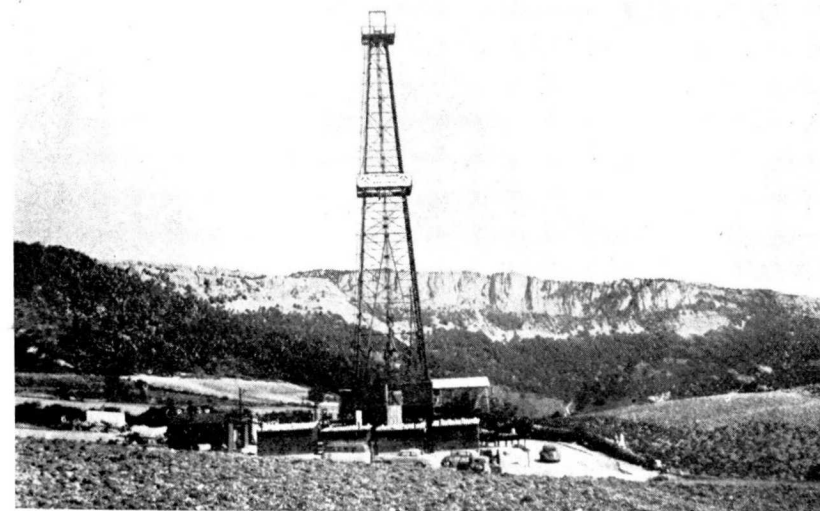
#### TEXTULARIDAE

*Textularia recta* Cush.

» » sp.



Vista de la instalación Emsco en Boltaña (Huesca).



Emplazamiento de la instalación Wirth en el sondeo de Zúñiga (Navarra).

- Valvulina nummulina* (Gümb.).  
» *pectinata mexicana* Nutt.

## VERNEUILINIDAE

- Gaudryina quadrilatera* Cush.

## VALVULINIDAE

- Plectina eocenica* Cush.  
*Karrerriella halkyardi* Cush.

## LAGENIDAE

- Robulus alato-limbatus* (Gümp.).  
*Saracenaria arcuata* d'Orb.  
*Robulus limbosus* (Reuss).  
» *foliatus* (Stache).  
» *glaucina* (Stache).  
» *alabamensis* Cush.  
» sp.  
*Nodosaria cf. affinis* d'Orb.  
» sp.  
*Marginulina behmi* Reuss.  
» *porvaensis* Hantk.  
» *fragaria* Gümb.  
» *pauciloculata* Hantk.  
» *indiferens* Hantk.  
» sp.  
*Pseudoglandulina abbreviata* (Neug.).

## ELLIPSOIDINIDAE

- Ellipsonodosaria verneuli* (d'Orb.).

## MILIOLIDAE

- Quinqueloculina ermaini trigonostomea* Franz.  
*Spiroloculina cf. jarvisi* Cush.  
» *cf. morloti* Reuss.  
» *bidentata* Hadl.  
*Triloculina cf. philippi* Reuss.  
*Miliolinella cf. centrata* (Terq.).  
*Massilina decorata* Cush.

*Triloculina rostrata* d'Orb.  
» *alabamensis* Cush.

## MONIONIDAE

*Nonion halkyardi* Cush.

## CHILOSTOMELLIDAE

*Chilostomella cylindroides* Reuss.

## BULIMINIDAE

*Bolivina nobilis* Hantk.  
*Bolivina reticulata* Hantk.  
*Virgulina dibollensis* Cush.  
*Uvigerina* sp.

## POLYMORPHINIDAE

*Ramulina kittlii* Rze.  
*Guttulina* sp.

## ROTALIDAE

*Eponides* sp.  
*Gyroidina guayabalensis* Cole.  
*Valculineria* cf. *jacksonensis* Cush.

## CASSIDULINIDAE

*Alabamina acutimargo* (Halk.).

## GLOBIGERINIDAE

*Globigerina venezuela* Hadb.  
» sp.  
» *mexicana* Cush.

## ANOMALINIDAE

*Anomalina* cf. *bilateralis* Cush.  
*Cibicides praecursorius* Schwag.  
» *granosus* (Reuss.).  
» cf. *mauricensis* How-Rob.  
» *carrascalensis* Col.

*Anomalina* sp.  
*Cibicides perlucidus* Nutt.  
» *sassei* Cole.  
» *pseudoungerianus* Cush.

## NÚM. 2.—MICROFAUNA DEL POZO BURGO DE OSMA NÚM. 1

Se enviaron también a don Guillermo Colom muestras extraídas del pozo de Burgo de Osma para el examen de la microfauna contenida en ellas. Los ejemplares hallados fueron escasos y, en general, muy mal conservados.

Sin embargo, se han podido hacer las siguientes especificaciones:

Turonense.—Ejemplares de ostrácodos y muy escasos foraminíferos mal conservados.

Cenomanense.—*Pseudoclaviculina* sp.: Muy abundantes, pero imposibles de determinar específicamente.

*Nodellum* sp.  
*Ammobaculites subcretacea* Cush-Alex.  
*Textularia* sp. (ejemplares deformados).  
*Marssonella oxycona* Reuss.

Liásico.—*Robulus* sp.  
*Marginulina* sp.  
*Ostracodos*.

En resumen, puede decirse que solamente se ha encontrado microfauna en las capas del Cenomanense y Liásico y que la mayor parte de los restos hallados se encuentran en muy mal estado de conservación. Su clasificación fué difícil y dudosa en casi todos los casos, no pudiéndose llegar, generalmente, a determinaciones específicas.

NÚM. 3.—ESTUDIO PALEONTOLÓGICO DE LA MICROFAUNA DEL  
SONDEO DE LA MARINA NÚM. 1 (ALICANTE)

(Por D. Guillermo Colom.)

*Primera serie*

*Profundidad.*

70 m.-78 m. *Muestra núm. 1.*—Marga fina azulada. Es una facies «globigerínica» bastante marcada. Entre las formas pelágicas existen estas dos especies:

*Globigerinoides trilocularis* (d'Orb.) frecuente.  
» *conglobata* (Brady) escasa.

Entre las formas del bentos hay dos especies predominantes y características de los légameos finos de no mucha profundidad. Son:

*Cassidulina laevigata carinata* Cush. (abundantísima).  
*Nonion boueanum* d'Orb. (frecuente).

Las demás especies que integran esta población del bentos son las siguientes:

*Uvigerina pygmaea* d'Orb. (rara).  
*Bigenerina nodosaria textularioides* Goes. (muy rara).  
*Textularia* cf. *articulata* d'Orb. (rara).  
*Rotalia Beccari*.  
*Parckinsoni* d'Orb.  
*Marginulina costata* (Batsch.) (rara).

134 m.-138 m. *Muestra núm. 2.*—Marga gris, fina, con numerosos foraminíferos. Régimen planctónico, «globige-

rínico», importante. Las especies pelágicas son las siguientes:

*Globigerinoides sacculifera* (Brady) (formas muy típicas, frecuentes).  
*Globigerinoides trilocularis* (d'Orb.) (frecuente).  
*Orbulina universa* d'Orb. (frecuente).  
» *bilobata* (d'Orb.) (rara).  
*Pullenia bulloides* d'Orb. (rara).

*Profundidad.*

Formas del bentos. Unas cuantas especies de este grupo son numerosas, como:

*Uvigerina pygmaea* d'Orb. (abundantísima).  
*Dorothia gibbosa* d'Orb. (abundante).  
*Robulus calcar* (L.) (abundantísima).

las demás son escasas o raras:

*Bolivina antiqua* d'Orb. (rara).  
*Cassidulina laevigata carinata* Cushm. (rara).  
*Rotalia beccarii parckinsoni* d'Orb. (rara).  
*Schenckiella communis* (d'Orb.) (rara).  
*Valvulineria* sp. (rara).  
*Robulus* cf. *curvispira* Seg. (rara).  
*Lagenonodosaria scalaris caudata* Silv. (rara).  
*Textularia* cf. *articulata* d'Orb. (rara).  
*Cibicides praecincta* (Karrer.) (rara).  
*Nonion boueanum* d'Orb. (escaso).  
*Bulimina affinis* d'Orb. (muy rara).  
*Globorotalia punctulata* (d'Orb.) (escasa).  
*Robulus peregrinus* (Schweg.) (muy raro).  
*Marginulina costata* (Batsch.) (rara).  
*Bigenerina nodosaria textularioides* Goes (rara).

180 m.-200 m. *Muestra núm. 3.*—Marga gris, fina. Régimen «globigerínica», pelágico. El conjunto de especies pelágicas es muy abundante en esta muestra, lo que de-



muestra una considerable aportación, dentro de esta área de sedimentación, del elemento planctónico. Son las siguientes especies:

- Globigerinoides trilocularis* (d'Orb.) (común, más sus formas juveniles).  
*Globigerinoides conglobata* (Brady) (más escasa).  
*Globigerina concinna* Reuss. (muy rara).  
*Globorotalia punctulata* (d'Orb.) (escasa).  
*Globigerinella aequilateralis* (Brady) (muy rara).  
*Sphaeroidina bulloides* d'Orb. (rara).  
*Pullenia bulloides* d'Orb. (rara).  
*Orbulina universa* d'Orb. (escasa).  
*Globorotalia premenardii* Cush-Stainf. (muy rara).

Entre el grupo de las formas bentónicas descuella, por su abundancia, una sola especie, la

*Uvigerina ygmaca* d'Orb. (abundantísima).

las demás son escasas e incluso raras o muy raras.

#### Profundidad.

- Schenokiella communis* (d'Orb.) (rara).  
*Textularia articulata* d'Orb. (escasa).  
*Bigenerina nodosaria textularioides* Goes (escasa).  
*Cibicides praecincta* (Karr.) (escaso).  
 » *haidingeri* (d'Orb.) (escaso).  
*Bulimina* cf. *affinis* d'Orb. (rara).  
*Rotalia Beccarii Perkinsoni* d'Orb. (rara).  
*Marginulina costata* (Batsch.) (rara).  
*Glandulina laevigata* d'Orb. (muy rara).  
*Marginulina* cf. *subbullata* Hantk. (muy rara).  
*Nonion bucanum* d'Orb. (frecuente).  
*Uvigerina schwageri* Brady (rara).  
*Anomalina rotula* d'Orb. (rara).  
*Lagenonodosaria scalaris caudata* Silv. (escasa).  
*Cibicides floridana miocenica* Col. (escasa).  
*Gyroidina Soldanii nitida* Schwag. (muy rara).  
*Nonion pompilioides* (F-M) (raro).  
*Guttulina* sp. (muy rara).

232 m.-235 m. *Muestra núm. 4.*—Contiene materiales detríticos abundantes, granos de cuarzo, restos de moluscos, etcétera, todo muy rodado; pero sin foraminíferos o resto alguno de organismos.

286 m.-290 m. *Muestra núm. 5.*—Gran cantidad de cristales de yeso y restos detríticos. Pocos foraminíferos. Facies litoral. Las formas pelágicas escasean en esta muestra:

- Globigerinoides trilocularis* (d'Orb.) (frecuente).  
 » *conglobata* (Brady) (frecuente).  
*Pullenia bulloides* d'Orb. (frecuente).  
*Sphaeroidina bulloides* d'Orb. (rara).  
*Globorotalia punctulata* (d'Orb.) (frecuente).

Entre las formas del grupo del bentos tan sólo la *Uvigerina pygmaea* predomina, pero no es tan abundante como en la muestra núm. 3. Las demás especies son las siguientes:

- Cassidulina laevigata carinata* Cush. (rara).  
*Nonion bucanum* d'Orb. (raro).  
 » *pompilioides* (F-M) (raro).  
 » cf. *elongatum* d'Orb. (raro).  
*Virgulina schreibersiana* (frecuente).  
*Cibicides floridana miocenica* Col. (escaso).  
 » *ungerianus inequilateralis* Innoc. (escaso).  
 » *praecincta* (Karr.) (escaso).  
*Rotalia Beccarii Perkinsoni* d'Orb. (rara).  
*Bigenerina nodosaria textularioides* Goes. (rara).  
*Textularia articulata* d'Orb. (rara).  
*Vakulineria* sp. (rara).  
*Guttulina* sp. (rara).  
*Bulimina affinis* d'Orb. (rara).  
 » *costata* d'Orb. (rara).  
*Uvigerina rutila* Cush. (muy rara).  
 » *pygmaea* d'Orb. (común).  
*Eponides* cf. *schreibersi* d'Orb. (rara).

Entre este conjunto de especies encuéntrase una corta serie de formas «rodadas» y provenientes de lechos del Eoceno superior, o bien de niveles más antiguos Miocénicos, en los cuales aquellas especies ya existían «rodadas» en ellos. Se trata de *Globigerina venezuelana* Hadb., *Globorotalia* sp. y otras formas ya indeterminables, pero características de los niveles del Eoceno superior.

294 m.-300 m. *Muestra núm 6.*—Numerosos cristales de yeso y restos detríticos, pero sin foraminíferos ni restos de otros microorganismos.

\* \* \*

A pesar de la riqueza en especies de algunas muestras no es fácil atribuir una edad precisa a las diferentes muestras. Es ello debido a la uniformidad de las facies y de las sinecias de los foraminíferos cuando se trata de niveles altos de los terrenos Miocénicos o Pliocenos.

Mi parecer es que se trata de estratos muy altos del Mioceno o incluso del Plioceno. Algunas formas citadas en las muestras abundan mucho en los niveles de estas edades, como :

*Globorotalia punctulata.*  
*Marginulina costata.*  
*Rotalia Beccarii Parkinsoni.*  
*Textularia articulata.*  
*Dorothia gibbosa.*  
*Virgulina schreibersiana.*  
*Bulimina costata.*  
*Uvigerina rutila.*

Las demás formas abundan en los lechos del Mioceno, o, mejor dicho, del Vindoboniense. Ello me induce a con-

siderar estas muestras como de niveles altos Mio-Pliocénicos.

Lo que en parte extraña algo por la discrepancia que revela con las faunas recogidas en las muestras de superficie de la cuenca Miocénica de Alicante y estudiadas ya en mis anteriores trabajos es la existencia en estas muestras de una facies «globigerínica»; es decir, pelágica, muy manifiesta desde las primeras muestras del pozo, y correspondientes, por lo tanto, a los niveles más altos.

A juzgar por las conclusiones a que permitían llegar los anteriores estudios sobre la cuenca alicantina, los estratos más altos de estas formaciones contenían asociaciones de foraminíferos, indicando formaciones muy litorales: formaciones propias de un mar que fenece y en las cuales las aportaciones «globigerínicas» habían ido disminuyendo paulatinamente hasta el final, donde ya no existían. Sin embargo, ahora, y a juzgar por estos materiales estudiados, nos encontramos desde el principio con una facies pelágica muy influyente, sujeta, ciertamente, a ciertas fluctuaciones, como las correspondientes a los niveles de yesos o niveles detríticos; pero, no obstante, muy marcada y preponderante. Esto no implica la presencia de grandes profundidades en esta zona y en estos instantes, pero sí la presencia de un mar libre, rico en plancton, no muy apartado, y cuyas influencias directas sobre la cuenca del mar alicantino dejábanse sentir de manera clara y manifiesta.

#### *Segunda serie*

##### *Profundidad.*

396 m.-400 m. *Muestra núm. 7.*—Contiene numerosos fragmentos de yeso y muy pocos foraminíferos. Entre éstos hay los siguientes :

*Robulus calcar* (L.) (raro).

*Globigerinoides conglobata* (raro).

*Discorbis subrotundata* (d'Orb.) (raro).

Con la presencia en esta muestra de *D. subrotundata* (d'Orb) parece demostrarse que aún se trata de estratos muy altos, posiblemente Mio-Pliocenos.

408 m.-428 m. *Muestra núm. 8.*—Esta muestra contiene yesos todavía, pero se caracteriza por una mayor abundancia de foraminíferos. De una manera brusca nótase aquí la presencia de un rico elemento pelágico a base de innumerables ejemplares de *Orbulina universa* d'Orb, como forma dominante, seguida de *Candorbulina universa* Jedl. y *Orbulina bilobata* (d'Orb) (más escasa). Otras formas pelágicas y del bentos son más raras.

*Globigerina* sp. (abundante).

*Sphaeroidina bulloides* d'Orb. (rara).

*Globigerinoides conglobata* (Brady) (rara).

» *trilocularis* (d'Orb.) (rara).

436 m.-460 m. *Muestra núm. 9.*—Pocos yesos, acentuación del régimen pelágico, el cual contiene en esta muestra más diversidad de especies. Las *Orbulinas* y *Candorbulinas*, aunque frecuentes, no predominan tan intensamente como en la muestra anterior, debido a un mayor contingente de formas del género *Globigerina*. Las especies del bentos son también más numerosas. Pero, en líneas generales, es muy semejante esta muestra a la anterior.

*Globigerina* sp. (escasa).

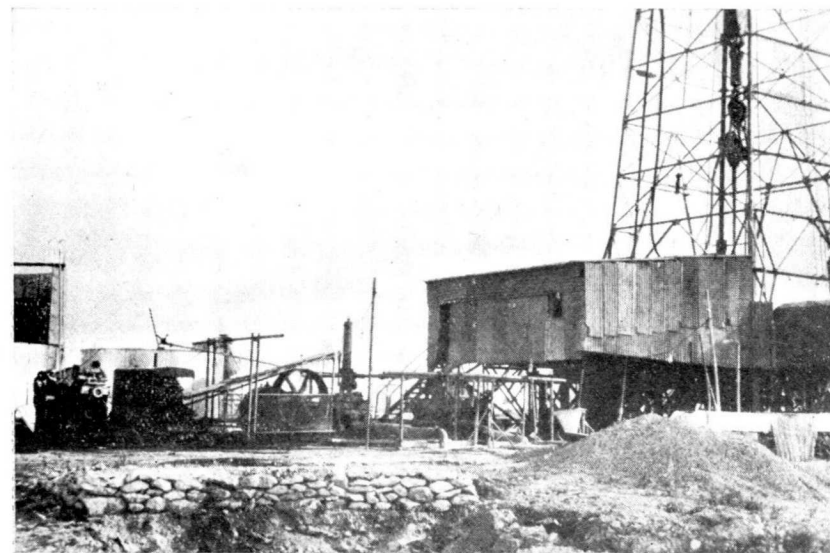
» *bulloides* d'Orb. (rara).

*Globigerinella aequilaterales* (Brady) (rara).

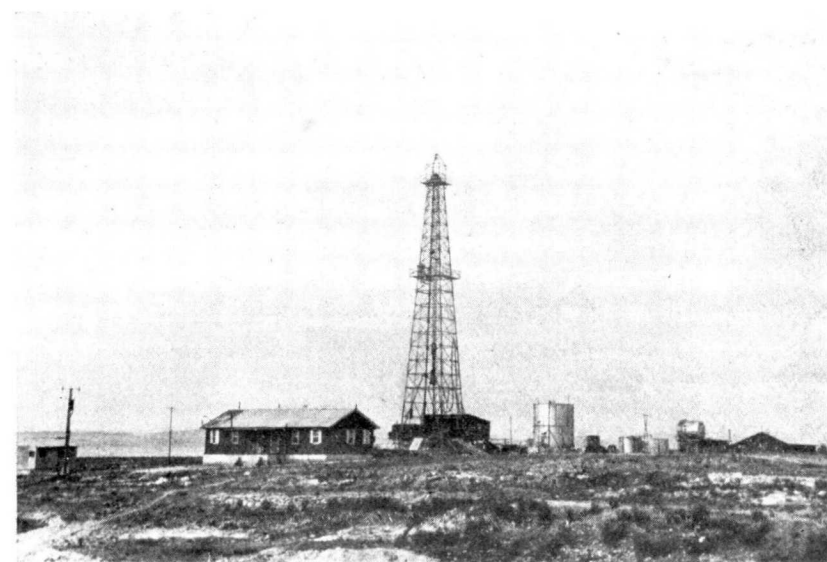
*Pullenia quinqueloba* (Reuss.) (rara).

» *bulloides* (d'Orb) (rara).

*Globigerinoides conglobata* (Brady) (frecuente).



Detalle de la instalación Emsco.



Instalación Emsco en el sondeo de La Marina (Alicante).

- » *trilocularis* (d'Orb.) (frecuente).  
 » *sacculifera* (Brady) (muy rara).  
*Sphaeroidina bullides* (d'Orb.) (rara).  
*Gyrodina Soldanii* (L.) (escasa).

Del bentos.

- Rotalia Beccarii* (L.) (muy rara).  
*Cassidulina margareta* Karr. (frecuente).  
*Bulimina elongata subulata* Cush-Park. (rara).  
 » sp. (rara).  
*Anomalina rotula* (d'Orb.) (rara).  
*Cibicides ungerianus* d'Orb. (frecuente).  
 » *floridana miocenica* Col. (rara).  
*Sigmoilina celata* (Costa) (rara).  
*Cibicides praeincta* (Karr.) (rara).  
*Robulus Clerioi* Forn. (raro).  
*Uvigerina tenuistriata gaudryinoides* Innoc. (frecuente).  
 » *pygmaea* d'Orb. (frecuente).  
 » cf. *Nuttalli* Cush-Edw. (muy rara).  
*Planulina ornata* d'Orb. (rara).  
*Discorbis Bertheloti* d'Orb. (muy rara).  
*Spiroplectammina carinata* (d'Orb.) (rara).  
*Bolivina dilatata* Reuss. (muy rara).  
*Textularia* sp. (muy rara).

492 m.-512 m. *Muestra núm. 10.*—Casi sin yesos. Régimen pelágico predominante, pero con más variedad de especies de Globigerinas y acentuada disminución de las Orbulinas. Más riqueza en formas del bentos.

Formas pelágicas :

- Globigerina bulloides* d'Orb. (raro).  
 » cf. *concinna* Reuss (muy rara).  
*Sphaeroidina bulloides* d'Orb. (rara).  
*Pullenia bulloides* d'Orb. (rara).  
*Gyroidina Soldani* (d'Orb.) (frecuente).  
*Globorotalia canariensis* (d'Orb.) (muy rara).  
*Globigerinoides conglobata* (Brady) (rara).  
 » *trilocularis* (d'Orb.) (frecuente).  
 » *sacculifera* (Brady) (muy rara).

*Orbulina univversa* d'Orb. (frecuente)  
 » *bilobata* (d'Orb.) (rara).  
*Candorbulina univversa* Jedl. (rara).

Del bentos.

*Rotalia Beccari* (L.) (muy rara).  
*Planulina ornata* d'Orb. (frecuente).  
*Cibicides ungerianus* (d'Orb.) (frecuente).  
 » *floridanus miocenicus* Col. (raro).  
*Spiroplectammia carinata* (d'Orb.) (rara).  
*Saracenaria arcuata* (d'Orb.) (muy rara).  
*Cassidulina margareta* Karr. (frecuente).  
 » *subglobosa* Brady (muy rara).  
*Eponides tenera* (Brady) (muy rara).  
*Uvigerina*, cf. *Nuttalli* Cush-Ed. (muy rara).  
*Ehrenbergina alicantina* Col. (rara).  
*Bulimina affinis* d'Orb. (rara).  
*Anomalina rotula* d'Orb. (rara).  
*Uvigerina pygmaea* d'Orb. (frecuente).  
 » *tenuistriata gaudryinoides* Inn. (frecuente).  
*Robulus Clerioi* Forn. (raro).  
 » *calcar* (L.) (raro).  
 » *orbicularis* d'Orb. (raro).  
*Signolina celata* (Costa) (raro).  
*Bolivina scalprata retiformis* Cush (muy rara).  
*Nonion pompilioides* (F.-M.) (muy raro).  
*Siphonina planoconvexa* Silv. (rara).

520 m.-536 m. Muestra núm. 11.—Gran disminución del elemento pelágico. Hay variedad de especies planctónicas, pero su valor ha bajado mucho en comparación con el conjunto de especies del bentos. En cuanto a las formas de este grupo esta muestra es la más rica en ellas.

Formas planctónicas:

*Orbulina univversa* d'Orb. (frecuente).  
 » *bilobata* (d'Orb.) (rara).  
*Candorbulina univversa* Jedl. (rara).  
*Sphaeroidina bulloides* d'Orb. (rara).  
*Pullenia bullides* d'Orb. (rara).

*Globorotalia canariensis* (d'Orb.) (rara).  
*Globigerina bulloides* d'Orb. (rara).  
 » *concinna* Reuss. (rara).  
*Globigerinoides conglobata* (Brady) (rara).  
 » *trilocularis* (d'Orb.) (frecuente).  
*Gyroidina Soldani* d'Orb. (frecuente).  
*Globorotalia premenardii* Cush-Steinf. (muy raro).

Del bentos.

*Uvigerina pygmaea* d'Orb. (frecuente).  
*Planulina ornata* d'Orb. (frecuente).  
*Cibicides ungerianus* d'Orb. (común).  
 » » *inacuilateralis* (raro).  
 » *praecinota* (Karr.) (raro).  
 » *floridana miocnica* Col. (raro).  
 » *Haidingeri* (d'Orb.) (raro).  
*Vaginulina badanensis* (d'Orb.) (muy rara).  
*Spiroplectammia carinata* (d'Orb.) (frecuente).  
*Eponides schreibersianus* (d'Orb.) (raro).  
*Saracenaria* sp. (rara).  
*Bulimina*, cf. *affinis* d'Orb. (rara).  
*Uvigerina tenuistriata gaudryinoides* (rara).  
*Pseudoglandulina laevigata* (d'Orb.) (muy rara).  
*Liebusella ruidis* (Costa) (muy rara).  
*Anomalina ornata* (Costa) (rara).  
 » *rotula* d'Orb. (frecuente).  
 » *alazanensis spissiformis* C. (muy rara).  
*Schenckiaella*, cf. *communis* (d'Orb.) (rara).  
*Ehrenbergina alicantina* Col. (frecuente).  
*Marginulina costata* (Batsch) (rara).  
 » sp. (muy rara).  
*Textularia subangulata* d'Orb. (rara).  
 » sp. (rara).  
*Cassidulina margareta* Karr. (frecuente).  
*Siphonina bradyana burdigalensis* Col. (rara).  
 » *planoconvexa* Silv. (rara).  
*Robulus orbicularis* d'Orb. (raro).  
 » *vortex* (F.-M.) (raro).  
 » *calcar* (L.) (raro).  
 » *echinatus* d'Orb. (muy raro).  
*Textularia* sp. (rara).

548 m.-576 m. *Muestra núm. 12.*—Elementos pelágicos en franca disminución, aunque bien representados todavía por variadas especies. Formas del bentos numerosas, pero no tanto como en la muestra anterior.

Formas planctónicas:

*Orbulina univversa* d'Orb. (frecuente).  
 » *bilobata* (d'Orb.) (rara).  
*Candorbulina univversa* Jedl. (rara).  
*Sphacroidina bulloides* d'Orb. (rara).  
*Pullenia bulloides* d'Orb. (rara).  
*Cyroidina Soldani* d'Orb. (frecuente).  
*Globigerina bulloides* d'Orb. (rara).  
 » *concinna* Reuss. (rara).  
*Globigerinoides trilocularis* (d'Orb.) (frecuente).  
 » *conglobata* (Brady) (rara).  
*Globorotalia canariensis* (d'Orb.) (muy rara).  
 » *premenardii* Cush-Steinf. (muy rara).

Formas del bentos.

*Uvigerina pygmaea* d'Orb. (rara).  
 » *tenuistriata gaudryinoides* Inn. (rara).  
 » *Schwageri* Brady (frecuente).  
*Sigmoilina celata* (Costa) (rara).  
*Bulimina*, cf. *affinis* d'Orb. (rara).  
 » *buchiana* d'Orb. (rara).  
 » cf. *Dupoides* d'Orb. (rara).  
 » cf. *pseudosffinis* Cush. (rara).  
*Planulina ornata* d'Orb. (frecuente).  
*Eggerella Brady* Cush. (muy rara).  
*Vaginulinopsis carinata* (Costa) (muy rara).  
*Rotalia Beccarri* (L.) (rara).  
*Siphonina planoconvexa* Silv. (rara).  
*Cibicides ungerianus* (d'Orb.) (frecuente).  
 » » *inaequilateralis* Inn. (raro).  
 » *praecincta* (Karr.) (frecuente).  
 » *floridana miocenica* Col. (raro).  
*Anomalina rotula* (d'Orb.) (muy rara).  
 » *ornata* (Costa) (frecuente).  
*Ehrenbergina alicantina* Col. (rara).  
*Cassidulina margareta* Karr. (frecuente).

*Schenckella*, cf. *communis* (d'Orb.) (rara).  
*Haplophragmoides*, cf. *scitulum* Brady (muy raro).  
*Nodosaria vertebrailis albatrossi* Cush. (rara).  
*Robulus Clerici* Forn. (raro).  
*Textularia marginata* Silv. (muy rara).

594 m.-622 m. *Muestra núm. 13.*—Elemento pelágico empobrecido, aunque todavía representado por variadas especies. Formas del bentos menos variadas y entre las cuales predominan tres especies: *Cibicides ungerianus*, *Cassidulina margareta* y *Uvigerina Schwageri*.

Formas pelágicas:

Formas pelágicas.

*Orbulina univversa* d'Orb. (escasa).  
 » *bilobata* (d'Orb.) (rara).  
*Candorbulina univversa* Jedl. (rara).  
*Sphacroidina bulloides* d'Orb. (rara).  
*Pullenia bulloides* d'Orb. (rara).  
*Globigerina concinna* Reuss. (muy rara).  
 » *bulloides* d'Orb. (muy rara).  
*Globigerinoides conglobata* (Brady) (rara).  
 » *trilocularis* (d'Orb.) (rara).  
*Gyroidina Soldanii* d'Orb. (frecuente).

Formas del bentos.

*Uvigerina pygmaea* d'Orb. (muy rara).  
 » *Schwageri* Brady (frecuente).  
 » *Nuttalli* Cush-Edw. (muy rara).  
*Spiroplectammia carinata* (d'Orb.) (rara).  
*Cibicides floridana miocenica* Col. (rara).  
*Robulus vortesi* (F.-M.) (raro).  
 » *calcar* (L.) (raro).  
 » sp. (raro).  
*Vaginulinopsis carinata* (Costa) (rara).  
*Lagenonodosaria hispida* (d'Orb.) (muy rara).  
*Rotalia Beccari* (L.) (rara).  
*Ehrenbergina alicantina* Col. (rara).  
*Planulina ornata* d'Orb. (rara).  
*Anomalina rotula* (d'Orb.) (rara).  
*Uvigerina tenuistriata gaudryinoides* Inn. (muy rara).



*Bulimina elongata* d'Orb. (rara).

» cf. *pupoides* d'Orb. (rara).

» cf. *buchiana* d'Orb. (rara).

*Eponides Schreibersianus* d'Orb. (raro).

*Schenckicella communis* (d'Orb.) (raro).

*Pseudoglandulina laevigata* (d'Orb.) (muy rara).

*Cassidulina margareta* Karr. (frecuente).

*Cibicides ungerianus* (d'Orb.) (escaso).

La sonda, después de haber atravesado los niveles de las muestras, encontró en los lechos correspondientes a las profundidades de 134-138 m., 180-200 m., unos estratos bastante ricos en especies planctónicas y del bentos. Más tarde cortó hiladas sin organismos, pero repletas de yesos; prof. 230-235 m., 294-350 m. Estas hiladas alternan, a veces, con niveles pobres en foraminíferos, como los de las prof. 286-290 m. y 396-400 m.

En las últimas muestras los niveles de prof. 396-400 metros y 408-428 m. contienen escasos foraminíferos, sobre todo el primero, y ricos, en cambio, en yesos. Estas muestras, pues, se relacionan con los niveles anteriores desde el punto de vista de sus facies.

Pero a partir de este último nivel, o sea el 408-428 metros prof., un gran contingente de especies planctónicas invadió estos fondos. Toda la muestra está formada por *Orbulinas* y una *Globigerina* sp., indeterminada; forma extraña que no he podido clasificar y que me parece pertenecer a un estado juvenil de una especie de este género. Las especies del bentos son muy escasas.

Este detalle parece indicar una gran aportación por una gran masa de aguas marinas o de una pequeña transgresión, incluso, de un rico plancton globigerínico, sobre el área de estos depósitos con yesos, de escasa profundidad.

Pero a partir del nivel siguiente, o sea la muestra reco-

gida a 436-460 m. prof., el régimen marino, con numerosos foraminíferos, se impone ampliamente (muestras de los niveles 436-460 m. prof., 492-512 m. prof., 520-536 m. profundidad), observándose cómo decrece paulatinamente su número en las formas planctónicas—pero no la variedad de sus componentes—a la par que va imponiéndose la abundancia y variedad de las especies del bentos en las muestras recogidas a 520-536 m. prof. Desde este nivel vuelven otra vez a decrecer ambas sinecias, la pelágica y la del bentos, las cuales se empobrecen otra vez en la última muestra estudiada, o sea, la recogida a 594-622 m. prof.

A través de las muestras citadas he podido comprobar cómo va disminuyendo la cantidad del sulfato cálcico.

Estos detalles parecen indicar que, a partir de la muestra 180-200 m. prof., una oscilación marina se impuso repetidas veces, dando origen a los depósitos de yesos en una zona muy poco profunda, la cual producía un retroceso o incluso la desaparición de las diversas sinecias de los foraminíferos observados de las formas del bentos en aquellos momentos. Yo no sabría indicarles a qué pueda ser atribuída dicho oscilación marina dentro del área de sedimentación de estos depósitos sin conocer a fondo la geología de la cuenca miocénica atravesada por el sondeo. Pero me atrevería a indicarles que a partir de la muestra 408-428 m. prof. se presenta un sensible cambio en la composición de las diversas poblaciones de los foraminíferos, implicando ello que un cierto número de especies, presentes en el primer grupo de muestras (niveles 70-78 m. prof. al 286-290 m. prof., o sea, el primer envío) no pasan a los del segundo grupo (niveles 408-428 m. prof. al 594-622 m. profundidad).

Todo ello parece demostrar un cambio de edad en los

estratos atribuidos igualmente a una ligera discordancia (?). Para mí las últimas muestras son ya claramente Helvecienses-Tortonenses. No negaría la posibilidad de un primer indicio de un Burdigaliense muy alto. Sin embargo, en conjunto, los últimos niveles atravesados revelan lechos Helvecienses. Un buen número de las especies son frecuentes en toda la zona mediterránea en este piso, como los siguientes:

*Robulus Clerici.*  
 » *vortex.*  
 » *orbicularia.*  
 » *echinatus.*  
*Spiroplectammia carinata.*  
*Signolina celata.*  
*Bolivina dilatata.*  
*Eponides Schreibersianus.*  
*Schenekiella communis.*  
*Vaginulina badanensis.*  
*Nodosaria vertebralis albatrossi.*  
*Vaginulinopsis carinata.*  
*Anomalina rotula.*  
*Cassidulina margarita.*  
*Cibicides ungerianus.*  
 » *floridanus miocenicus.*  
 » *praecincta.*  
*Anomalina ornata.*  
*Siphonina planoconvexa.*  
*Bolivina scalprata retiformis.*  
*Textularia subangulata.*  
*Marginulina costa.*  
*Lagenonodosaria hispida.*  
*Uvigerina Schwageri.*  
*Planulina ornata.*

Este conjunto de formas no son exclusivas del Tortonense-Helveciense. Pueden encontrarse en el Plioceno y época actual. Pero abundan mucho en el mencionado tra-

mo. La *Uvigerina tenuistriata gaudryinoides* y la *U. pygmaea* pululan en los niveles más altos, pero su número decrece grandemente en los más inferiores. Son especies más bien propias de los estratos altos del Mioceno y la primera es abundantísima en el Mioceno superior del Norte de Africa (Argelia). Por tal motivo tienden a desaparecer lentamente en los depósitos más profundos y más antiguos. Están reemplazadas entonces por la *Uvigerina Schwageri*, forma que encontré entre los materiales ya estudiados de la cuenca de Alicante-Orihuela. Sería de gran interés saber si el Helveciense-Tortonense es aquí transgresivo sobre el Burdigaliense o bien si ambos son concordantes en tal punto. En este último caso las microfauas de ambos pisos, de haber continuidad de sedimentación y de facies, serán muy difíciles de distinguir.

Entre las formas planctónicas predominan, a lo largo de casi todas las muestras, las especies del subgénero *Globigerinoides*. Es ello un buen dato, pues se ha observado ya en diferentes países que suelen predominar en los estratos altos del Mioceno, pues *G. (G) conglobata*, *G. (G) sacculifera*, *G. (G) trilocularis*, tienden a disminuir mucho, o desaparecer por completo dentro del complejo margoso de los sedimentos Aquitano-Burdigalienses del Sur de la península.

En niveles más bajos—según la experiencia lograda en estas cosas, aunque se trate de otras regiones—aparecen con mayor predominancia las verdaderas *Globigerinas*, con *G. bulloides* y *G. concinna*. Esta última suele ser—cuando abunda—un buen indicador de los niveles Aquitano-Burdigalienses.

Así, pues, resumiendo lo dicho, creo que se trata de niveles Tortonenses-Helvecienses, con posible predominan-

cia de este último en las muestras más bajas. Las especies que en España abundan más en el Burdigaliense son las siguientes:

*Siphonina bradyana burdigalensis.*

*Uvigerina Schwageri.*

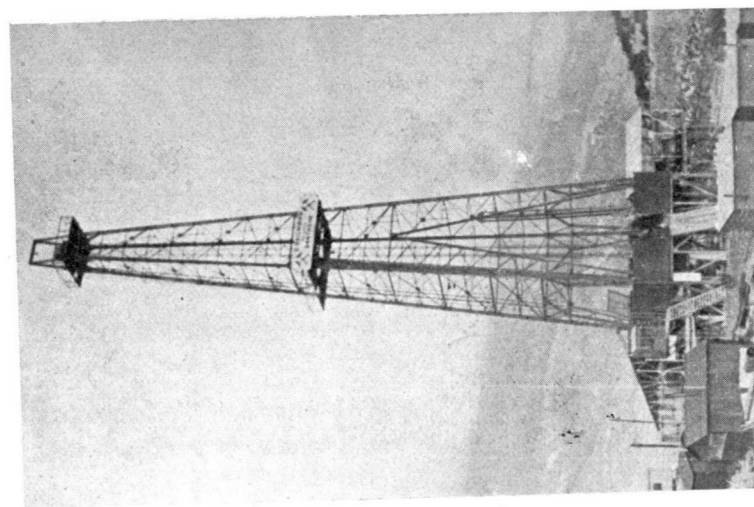
*Cassidulina subglobosa.*

*Ehrenbergina alicantina.*

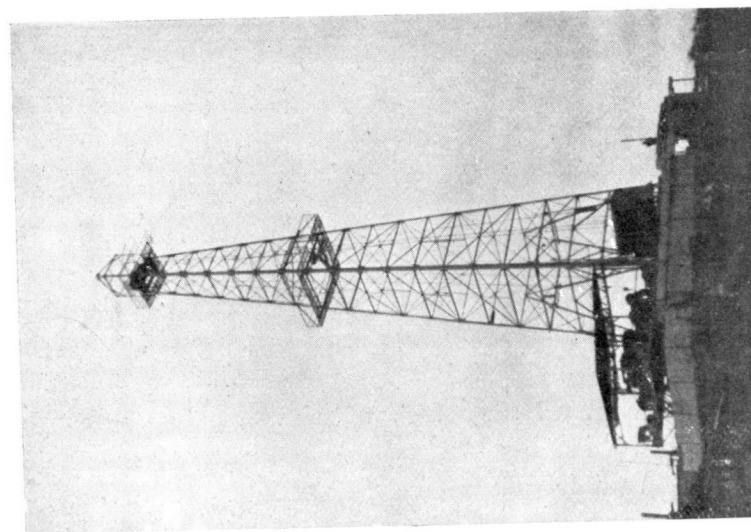
Las poblaciones de foraminíferos de las muestras recogidas a 638-666, 686-714, 738-742, 762-790, 808-836, 850-860 m. prof., son muy monótonas e íntimamente relacionadas con las precedentes. Creía que estas muestras darían un conjunto de especies más claramente Burdigalienses, simplemente por tratarse de niveles más bajos. Con estos elementos yo no puedo negar que no sean Burdigalienses, pero en su conjunto mi ánimo se inclinaría más a considerarlas como de lechos muy altos dentro de este piso.

De diferentes partes del Sur de la península y también de las Baleares (Ibiza-Mallorca) poseo muestras de foraminíferos típicamente Burdigalienses o Aquitanienses. Sin embargo, estos últimos niveles del sondeo no muestran microfauas Burdigalienses; conservan, en cambio, muchos elementos más propios del Mioceno (Helvecienses, etcétera), alto.

Todo esto pudiera también relacionarse con las facies, pues los foraminíferos van siempre íntimamente ligados con ellas. Estas seis últimas muestras son más bien pobres en foraminíferos, y muestran un conjunto pelágico más bien reducido y otro del bentos que no toma gran extensión. Sus especies oscilan en número, según las muestras, dando unas más ricas que otras; pero en conjunto son iguales las seis y creo que esta oscilación de formas en algunas de ellas es complementaria de manera unifor-



Instalación de sondeo Wirth en Zúñiga (Navarra).



Instalación de sondeo Emco en Apodaca (Alava).

me para todo el conjunto, de proseguir a fondo su busca en materiales de esta clase, pero en mayor cantidad.

Las tres últimas muestras en profundidad recolectadas a 885-890, 923-926, 936-941 m. no contienen microfósil alguno. Deben de pertenecer probablemente a los lechos Liásicos o Triásicos.

En general, en el Sur de España, la distinción de las faunas de pequeños foraminíferos del complejo Aquitano-Burdigaliense suelen ser fáciles de delimitar de las de los depósitos Vindobonienses, porque estos últimos suelen hallarse transgresivos sobre los primeros. Las microfaunas de ambos mares, separadas como están por un periodo de plegamiento de las Sierras Béticas, seguido después por una nueva transgresión marina del Vindoboniense, responden muy bien a un cambio tan radical de la paleogeografía en aquellas regiones. Esto es lo que hasta ahora me ha enseñado la experiencia y está de acuerdo con lo que enseñan los geólogos.

Mi impresión final, pues, respecto a estas seis últimas muestras es que se trata todavía de niveles muy altos del Burdigaliense.

#### NÚM. 4.—SONDEO DE ROJALES NÚM. 1.

##### *Estudio paleontológico de la microfauna*

(Por D. Guillermo Colom.)

##### *Descripción de las muestras.*

No se puede afirmar si la muestra núm. 1 es miocénica o pliocénica por su reducida población y por tratarse seguramente de una asociación muy pobre de carácter residual con predominancia tan sólo de cuatro especies.

En cambio, las 2 a 5 parecen pertenecer a un Mioceno alto, sobre todo las dos últimas (núms. 4 y 5), más ricas en especies.

Las muestras :

|           |             |              |
|-----------|-------------|--------------|
| Núms. 12. | Profundidad | 800 - 804 m. |
| » 13.     | »           | 836 - 840 »  |
| » 14.     | »           | 860 - 863 »  |
| » 15.     | »           | 926 - 932 »  |

han dado una faunula de pequeños foraminíferos bastante rica y con íntimas relaciones con las muestras anteriores números 8, 9 y 10, lo que para mí revela una continuidad de sedimentación completa desde la muestra núm. 8 hasta la número 13. En la muestra siguiente, o sea la núm. 14, y también con la núm. 15, pienso que la sedimentación fué igualmente continua y concordante, sin lagunas, dentro de una misma facies más o menos margosa, pero en las otras dos últimas la brusca disminución de los foraminíferos (muestra núm. 14) y su casi total extinción en la última (la núm. 15), todo me induce a creer que la sonda se halla en este punto (muestra núm. 15) con sus 926-932 m. de profundidad, al final de estos depósitos margosos, o mejor dicho, al principio de los mismos en el fondo de la cuenca, si tenemos en cuenta, como se debe, el proceso natural de sedimentación.

Si la disminución de los foraminíferos en estas dos últimas muestras es manifiesta, su escasez coincide con un gran aumento de las aportaciones detríticas en la cuenca, creando con ello un medio ciertamente poco apto al desarrollo de las microfaunas. Otro detalle importante es el que se refiere a las muestras núm. 8 hasta la núm. 13, al comprobar en ellas que el contingente de foraminíferos pelágicos sigue siendo fuerte, pero éstos desaparecen en gran

parte en la muestra núm. 14 y ya casi totalmente en la número 15. Ello tiende a indicar que las relaciones de la cuenca con el mar libre fueron escasas en sus primeros momentos.

Desde la muestra núm. 8 hasta la núm. 13, y a juzgar por las formas predominantes en cada una de ellas, creo que la profundidad de esta cuenca alicantina osciló alrededor de los 500 m. en su punto culminante. Pero esta profundidad fué ya menor en las muestras núms. 12 y 13 y, desde luego, todavía menos en la núm. 15, pues en ésta, entre las pocas especies halladas, muy rodadas todas siempre, la única que se presenta con alguna abundancia es el *Elphidium cf. crispum*, de significado ecológico más bien litoral.

En cuanto a la edad de los estratos hasta ahora atravesados, mi opinión es que se trata de lechos Helvecienses-Tortonenses-Sahalienses (tomando este último como la facies marina del Pontiense continental). Para mí el conjunto de especies recogidas, excepción de algunas muy ubicuistas y sin valor por tal causa, tienen un significado más bien Mioceno-Plioceno, pero nunca de Mioceno inferior (Burdigaliense). Las principales son las siguientes :

*Marginulina costata* (Batsch.).  
*Robulus calcar* (L.).  
*Uvigerina tenuistriata gaudryinoides* Forn.  
*Uvigerina pygmaea* d'Orb.  
*Planulina ornata* d'Orb.  
*Cibicides floridana miocenicus* Col.  
*Discorbis suborbicularis* (d'Orb.).  
*Virgulina schreibersiana* d'Orb.  
*Spiroplectammmina carinata* (d'Orb.).  
*Bulimina elongata* d'Orb.  
*Dorothia gibbosa* (d'Orb.).  
*Nonion polystoma* Costa.  
*Valvulineria bradyana* Forn.

*Eponides tenera* var.  
*Siphonina plano-convexa* Silv.

Las especies del género *Cibicides*, como *C. ungerianus* d'Orb., *C. ung. var. inaequilateralis* Innoc., *C. praecincta* (Earr); *C. Haidingeri* d'Orb., tienden a predominar en el Mioceno-Plioceno y son comunes en la época actual. En cambio, yo no hallo aquí formas verdaderamente Burdigaliense en un conjunto bastante importante, permitiendo sospechar la presencia de este piso. ¿Sería la facies de esta cuenca lo que no les permitiera su desarrollo? Lo ignoro por completo. Pero mi creencia es que la sonda no ha atravesado en Rojales, hasta hoy, depósito alguno del Mioceno inferior, o sea, del Burdigaliense.

Con la experiencia lograda en estas dos perforaciones de *La Marina* y *Rojales*, me atrevo también a indicarles que en la primera localidad mencionada tampoco no se atravesó ningún lecho Burdigaliense.

Por último, he examinado con atención una serie de pequeñas muestras de las margas del sondeo, pues en ellas buscaba la presencia de un complejo de microorganismos silíceos—Radiolarios - Diatomeas - Espículas de esponjas— que caracterizan y abundan en los estratos margosos típicamente Aquitano-Burdigalienses de los dominios de las sierras subbéticas, pasando por Alicante a la zona paleárca de Ibiza-Mallorca. Pero hasta el presente no he podido encontrarlos en ninguna de ellas, es decir, en las muestras margosas. Claro está que no todo el conjunto margoso Aquitano-Burdigaliense del sistema bético contiene esos microorganismos. Lechos margosos hay en él, en los que también faltan; pero no dejan de hallarse con mucha constancia, y abundancia a veces, en los estratos de estas edades, aunque no siempre resulten verdaderos yacimientos dia-

tomíferos, tal como los desearían los micropaleontólogos. En la sedimentación miocénica clásica (Helv-Tort.), en cambio, yo no les he visto nunca hasta el presente. Que puede equivocarme, es ello factible; pero si juzgo hoy por los datos reunidos, esta regla, ausencia de la trilógia silíceo, de los lechos Helv-Tortonenses, parece bien establecida. La sedimentación Vindoboniense fué muy otra que la que tuvo lugar en los dominios del estrecho Nort-Bético durante el Aquitano-Burdigaliense.

La muestra núm. 16 ofrece otra vez (ver gráficos adjuntos) una aportación de foraminíferos más rica y variada, pero de todas maneras muy pobre siempre en especies y en individuos. Pero en esta muestra vuélvese a encontrar otro contingente planctónico pobre en individuos; pero, sin embargo, variado.

En la muestra núm. 17 intensifícase rápidamente otra vez la escasez de ejemplares y especies, revelando esa población de pequeños foraminíferos la existencia de un medio marino poco apto para su desarrollo, pero no salobre.

En la muestra núm. 18 la pobreza en foraminíferos es claramente manifiesta. La ausencia de especies planctónicas es total en ella y las formas del bentos hállanse reducidas a cuatro especies y éstas aún en número escasísimo.

La muestra núm. 19 no contiene foraminíferos ni otros microorganismos.

Como podrán comprobar cotejando estas listas de especies en el gráfico que les incluyo, éstas son siempre las mismas e iguales también a las de las muestras anteriores que ya obran en su poder. Por tal motivo sigo en la creencia que a 1051-1056 m. de profundidad la sonda perfora todavía los estratos Helvecienses.

Es extraña y bastante incomprensible esta alternancia



de lechos con foraminíferos y otros en los cuales faltan o están escasamente representados. No ignoro que esta fluctuación tiene muchas explicaciones, pero al menos hasta que se alcance el final de estos depósitos no podrá entreverse una solución más o menos clara o posible del problema. De todas maneras para mí estos lechos me parecen siempre de naturaleza marina evidente y aun en las muestras pobres o sin foraminíferos no creo haya indicios de la intercalación entre ellas de lechos lacustres o salobres.

He estudiado también con interés las muestras margosas recibidas para ver si alguna de ellas daba «moronitas» más o menos del tipo clásico; pero hasta el presente estas decalcificaciones con clorhídrico no me han dado ningún indicio de la trilogía silíceo—Diatom.—Radei.—Espiculas—tan frecuentes en los verdaderos estratos margosos Aquitano-Burdigalienses del Sur de España. La glauconia en estos lechos es escasa o muy rara, dando, en cambio, esas muestras, en la generalidad de los casos, un amplio residuo de óxidos de hierro en forma de moldes de las diminutas cámaras de los foraminíferos.

Comprendo la fragilidad de mi argumentación basada sobre un conjunto de datos pobres y empíricos (existencia de Diat. Rad. Espiculas únicamente en los estratos Aquitano-Burdigalienses), pero la homogeneidad de las poblaciones de foraminíferos observadas a través de estas 19 muestras estudiadas me inducen a creer todos esos niveles propios de un conjunto Vindoboniense, a pesar del enorme espesor que esto representa para los depósitos de esta cuenca. Según los micropaleontólogos italianos que ahora estudian con gran detalle sus formaciones Mio-Pliocenas de la península, esas microfaunas halladas en Rojales son

semejantes a las que en su patria caracterizan los niveles de aquellos pisos.

La muestra núm. 17 (1020-1024 m.) contiene bastantes foraminíferos. Para mí resultaría un sedimento puramente marino, pues contiene formas planctónicas y del bentos variadas; pero, como ya he apuntado, más bien escasas siempre. Pero esta asociación no tiene traza alguna de sinecia residual de carácter salobre.

La muestra núm. 18 es más sospechosa en cuanto al régimen que predominó en aquellos instantes de su formación, pues contiene tan sólo cuatro especies; entre ellas *Planulina ornata*, *Cibicides praecincta* y *Robulus* sp.; pero estas formas representan un resto, una iniciación, de las poblaciones que más tarde se desarrollan ampliamente en los niveles más altos. Son especies marinas que no suelen encontrarse en las facies salobres. Sin embargo, la presencia de ejemplares de la *Rotalia Beccarri* globulosa es más sospechosa y quizá resulte el primer indicio de formaciones salobres. No obstante, a mí no me convence; me parece poco claro y me inclinaría más a considerar a la muestra núm. 18, todavía como Helveciense y marina, de facies litoral o de escasa profundidad.

Respecto a la muestra núm. 19, como no contiene organismos, nada puedo decir sobre ella.

Desde el punto de vista micropaleontológico nada hace sospechar que hasta la muestra núm. 18, inclusive, la sonda se haya salido de los estratos Vindobonienses. La uniformidad, muy constante, de esas poblaciones estudiadas—ya indicadas más arriba—; la no aparición de nuevas especies, diferentes de las hasta ahora mencionadas, tiende a indicar que las facies sedimentarias margosas y micro

paleontología estudiadas pertenecen a un mismo ciclo de sedimentación; para mí todavía Vindoboniense.

El aumento de la caliza en la serie margosa (margas con nódulos calizos) podría ser un carácter propio de una sedimentación en aguas poco profundas.

Las cuatro muestras que he examinado, núms. 20 (profundidad 1092-1097 m.), 21 (prof. 1125-1129 m.), 22 (profundidad 1152-1154,5 m.), 23 (prof. 1209-1215 m.) no contienen ningún microfósil, de manera que ninguna información podré darles sobre el carácter de la biofacies de estos lechos más profundos. ¿Son lacustres? ¿Marinos? Difícil es pronunciarse ante la penuria de los datos positivos, pero de tener que hacerlo me inclinaría más por la última.

Toda esa cuenca Miocena atravesada en Rojales (y lo mismo podría decir en La Marina) revela unas condiciones tan monótonas de sedimentación y biofacies microscópicas que todo ello me induce a considerarla como formada exclusivamente por depósitos Vindobonienses. Las asociaciones de los foraminíferos son en extremos constantes casi desde los lechos más altos como en los más inferiores, donde hay indicios, tan sólo, de poblaciones más litorales representando la iniciación de la sedimentación marina; todo el conjunto de mis observaciones revela un ciclo sedimentario y biológico único, uniforme, monótono, sin variaciones de faunas microscópicas, revelando alteraciones de condiciones ambientales.

*Muestra núm. 24* (prof. 1225-1226 m.).—Si contiene foraminíferos—y ello es posible—están tan mal conservados que casi no son ya reconocibles.

*Muestra núm. 25* (prof. 1245-1247 m.).—Sin restos de organismos de ninguna clase; mucho yeso.

*Muestra núm. 26* (prof. 1290-1294 m.).—Contiene foraminíferos. Para poderlos reunir en menor volumen he vuelto a disolver la marga a fin de lograr una mayor concentración de los caparazones. Estos son siempre muy raros y muy mal conservados; tanto es así que para bastantes formas ni genéricamente pueden ser determinadas. Otras, en cambio, muestran claramente pertenecer a formas comunes en los niveles más altos, y aunque en algunas de ellas la determinación específica resulte algo incierta (siempre debido a su mala conservación), he podido reconocer las siguientes especies:

*Pullenia bulloides* (d'Orb.) (forma planctónica).

*Cibicides d. praecincta* (Karr.) (forma del bentos).

» sp. (idem id.).

*Textularia articulata* d'Orb. (idem id.).

*Union boncanum* d'Orb. (idem id.).

*Haplophragmoides* sp. (idem id.).

Ahora bien: si estas especies no representan una contaminación de esta muestra núm. 26, por los barros del sondeo, esta asociación de especies indicaría todavía lechos Vindobonienses, pues todas las especies mencionadas son, precisamente, frecuentes en las muestras de los niveles más superiores. Por mi parte he tomado todas las precauciones posibles, examinándolas directamente de sus tubos y sin pasarlas por cedazos, como hago ordinariamente, pues éstos pueden ocasionar algunas veces, a pesar de las precauciones que se toman, alguna contaminación. Tal peligro está, esta vez, descartado por completo, de manera que las formas que menciono proceden todas de la muestra núm. 26.

No ignoro que el material proporcionado por la muestra núm. 26 es muy deficiente y que uno debe de ser cauto en sus afirmaciones. No obstante, si me pidieran ustedes mi

parecer sobre este problema, les diría que en caso de tener que determinarme sobre la edad de estas especies les diría que son Vindobonienses. Nunca triásicas o del Lías inferior. Pero si hay posibilidad de contaminaciones mi afirmación queda supeditada a la certidumbre de esta posibilidad.

Juzgando por lo que estos estudios micropaleontológicos sobre la cuenca de Alicante me han proporcionado, más lo que he podido conocer a través de autores modernos que también la han estudiado, mi parecer es que el Burdigaliense se halla aquí contenido entre los pliegues y no transgresivo y en posición normal con el Vindoboniense. Por tal motivo sería sumamente interesante averiguar, de manera más segura de la lograda hasta el presente, cuál es el substratum de esta cuenca vindoboniense de Rojales.

*Rojales (Alicante). Sondeo núm. 1. Proj. 1.290-1.294 metros.*—Marga compacta, dura, gris-amarillento. He tenido que estudiarla en secciones delgadas y de este modo deja ver bastantes foraminíferos, pero no permite obtener de ellos determinaciones específicas. Contiene bastantes Globigerinas, parecidas a la *G. Bulloides*, y Rotálidos diversos.

La caliza dura, gris, que acompaña a esta marga, tal vez en bancos alternantes, no contiene, desgraciadamente, ningún resto de microorganismos. La he estudiado, igualmente, en secciones delgadas, y su examen demuestra una amplia matriz o cemento de calcita, a veces de neoformación, o sea posterior al sedimento primario. Estos sedimentos duros parecen haber sido sometidos a intensas presiones, roturas y deformaciones, con formación de nuevas vetas de calcita o de extensas playas de la misma. Esta roca contiene unas manchas oscuras que al momento de preparar los pequeños fragmentos de la misma para pulirlos creí

que se trataba simplemente de diminutas masas piritosas. Durante el pulimento estas manchas se disolvían en el agua y teñían de negro, cual tinta china, el agua de limpieza. Una vez lograda la preparación ha podido comprobar que no se trata de piritas, sino tal vez restos carbonosos.

*Rojales (Alicante). Sondeo núm. 1. Proj. 1.317-1.318 metros.*—Caliza gris, sin microorganismos. La sección delgada obtenida permite observar un gran diastrofismo en esta roca, pues se halla completamente fragmentada y envuelta por extensas playas de calcita de neoformación. Los fragmentos de roca que se observan son de un tipo de calizas finas, de cemento muy compacto y sin microorganismos, que conozco del Lías Bético y Balear por recolecciones propias o envíos del Prof. Fallot desde hace años o de Darder, en la zona de Alicante. Pero no puedo asegurarles que tal sedimento sea verdaderamente liásico. Calizas de este tipo son frecuentes durante esta edad, pero quién sabe si tales estructuras pueden repetirse en otras épocas; analogía no quiere decir identidad.

*Rojales (Alicante). Sondeo núm. 1. Proj. 1.356-1.357 metros.*—Roca gris, también muy triturada y con muchas vetas de calcita de neoformación. No contiene microorganismos. En ella se observan pequeños grumos de una sustancia negra semejante a la descrita para la primera muestra, pero no es nunca aquí tan frecuente.

Madrid, abril de 1955.

Investigación gravimétrica en Carmona (Sevilla)

## INVESTIGACION GRAVIMETRICA EN CARMONA (Sevilla)

### I.—PREÁMBULO

La investigación gravimétrica de Carmona se inició con la idea de conocer la estructuración del subsuelo, con la finalidad de determinar posibles senos sinclinales en el Primario que pudiesen contener bancos del Hulle-ro productivo. Pero con posterioridad inició nuestra Sección de Geofísica del Instituto Geológico y Minero otra prospección gravimétrica por encargo de una So-ciedad prospectora de petróleo, en vista de lo cual creí-mos muy conveniente volver sobre nuestros primeros datos de campo y reestudiarlos bajo el punto de vista petrolífero, para poderlos relacionar y empalmar con los resultados de la zona vecina.

Veremos a continuación cómo, aunque sin conclu-siones muy concretas, como es natural en un estudio gravimétrico de este tipo, los resultados son de mucho interés para el conocimiento de la estructura interna del gran valle geológico del Guadalquivir.

En este trabajo han colaborado conmigo los Inge-nieros Borrego y Gea y los Ayudantes Targhetta, Mora, Rubio y Melián.

## II.—RESEÑAS GEOGRÁFICA Y GEOLÓGICA

*Descripción geográfica.*—La superficie estudiada está comprendida en las Hojas 963 y 985 del Instituto Geográfico y Catastral de España, tituladas Lora del Río y Carmona, que son los pueblos más importantes de la zona en cuestión. Concretamente se trata de una extensión superficial de unos 700 kilómetros cuadrados, que abarca unos 20 kilómetros del río Guadalquivir, tomando como centro el pueblo de Villanueva del Río, y 35 kilómetros en el sentido normal hacia el Sur, desde Villanueva de las Minas.

Su configuración topográfica queda dividida por el río en dos porciones que contrastan entre sí: la septentrional o de Villanueva de las Minas, que es montuosa y algo abrupta, toda vez que se trata del borde meridional del macizo bético o pie de Sierra Morena, y la del Sur, que se extiende primero en forma de vega en la margen izquierda del río, con anchuras muy variables, y después en ladera sensiblemente uniforme y ascendente, hasta ganar la cumbre de los Alcores, cuyo lugar más destacado es Carmona.

Después de esta divisoria topográfica, y pasado el escarpe de la misma hacia el Sur, se encuentra un nuevo valle u Hoya de Guadaira, cuyo fondo es algo más elevado que el del Guadalquivir.

Las elevaciones de la zona, tanto de la parte del macizo bético como de la cumbre de los Alcores, oscilan entre 150 y 200 metros con relación al nivel del mar; las de las vegas, entre 20 y 75 metros, siendo la primera de estas dos cotas la del valle del Guadalquivir, y la segun-

da, la de la Hoya de Guadaira. Por último, destaca como punto culminante el mencionado pueblo de Carmona, donde se alza una antigua torreta o atalaya sobre la cota de 250 metros.

La Hoya de Guadaira difiere, tanto geológicamente como en su relieve, de la del Guadalquivir, pues mientras ésta es uniforme y suave en aquélla se rompe la monotonía de su suelo con la presencia de varias lomas o altozanos, como la del Cortijo de Neblines y el alto de Cantacucos, entre otros, que alcanzan, respectivamente, 105 y 140 metros de altitud.

También difieren entre sí los dos flancos de la cumbre de los Alcores: el del SE. es corto y escarpado, mientras el del NO. o del Guadalquivir desciende de un modo relativamente suave hacia el río. La vertiente opuesta es algo más brusca, resultando el valle asimétrico también.

Hidrográficamente corresponde la zona en su totalidad a la cuenca del Guadalquivir, cuyo afluente importante, por la margen izquierda, es el río Corbones, que discurre en curso divagante cerca del pueblo de Carmona. En la margen derecha del Guadalquivir se incorporan el Huezma y el Viar.

Las comunicaciones, tanto ferroviarias como por carretera, son excelentes para las dos márgenes del río, además de la multitud de caminos vecinales y de labor que permiten el acceso de vehículos en ambas zonas; pero no ocurre lo mismo para el paso de una a otra, ya que sólo se cuenta con el puente de la carretera de Lora a La Campana y con el ferroviario de la línea de Los Rosales a Mérida. Para el paso de personas existen varios servicios de barcas.



*Reseña geológica.*

*Zona septentrional.*—La vertiente del sistema bético, que es a la que corresponde la zona de referencia, está representada geológicamente como sigue:

*Cuaternario.*—Lo mismo que ocurre en la zona meridional, de la que nos ocuparemos más adelante, en ésta de la margen derecha del Guadalquivir están representados los dos tramos de la formación; o sea, el terreno Aluvial y el Diluvial. El primero de ellos forma dos pequeñas porciones, separadas entre sí por el saliente paleozoico de Piedra de la Sal, entre Lora y Alcolea del Río, y otras dos más que penetran sobre el macizo bético al amparo de los ríos Viar y Huezma.

El segundo está distribuido en dos terrazas, también aisladas entre sí. Una de ellas, la oriental, en forma de cenefa de anchura muy variable, que se extiende desde el macizo granítico del cerro León hasta el río Huezma, y la otra que forma el espolón de la zona oriental de Cantillana.

Ambos tramos tienen semejanza en su sedimentación, sin más diferencia apreciable que la correspondiente al tamaño de sus elementos pétreos integrantes. Estos elementos son cantos rodados de caliza y areniscas de grano fino, con tamaños de huevos de gallina y de nuez, con la particularidad de que en el Diluvial están a menudo trabados por cemento arcilloso y forman cortes escarpados en las orillas del río.

*Terciario.*—El nivel geológico inmediato inferior es el Mioceno medio, que cubre toda la zona, desde la meseta de Matallana y cerro Gamonal, en el término de

Lora, hasta Cantillana, por Villanueva de las Minas. En la zona oriental, entre Villanueva y Lora, aparecen las calizas, de estructura variable compacta, sabulosa y basta. En dichas calizas se observan abundantes conchas clásicas del mencionado tramo. En las proximidades del cortijo de Los Majadales, además de algunos ejemplares de *Flabellipecten incrassatus*, Partsch, del Burdigaliente, se halló en estas calizas groseras el ejemplar *Spiroclypeus orbitoideus*, Douv. del Aquitaniense sup., según clasificación hecha por la Sección de Paleontología del Instituto Geológico.

En la región de Cantillana las calizas son más sabulosas y blandas, según hemos advertido en otro trabajo referente a la cuenca del Viar, en donde también se han hallado con gran profusión ostreas y fauna abundante de este nivel medio y bajo del sistema.

La disposición de las capas es sensiblemente horizontal o ligeramente ondulada en la región occidental, con tendencia hacia el Sur en Los Majadales.

Entre el macizo arcaico y las calizas suele interponerse un horizonte blanco terroso caolinizado, producto quizá de la propia descomposición feldespática del granito.

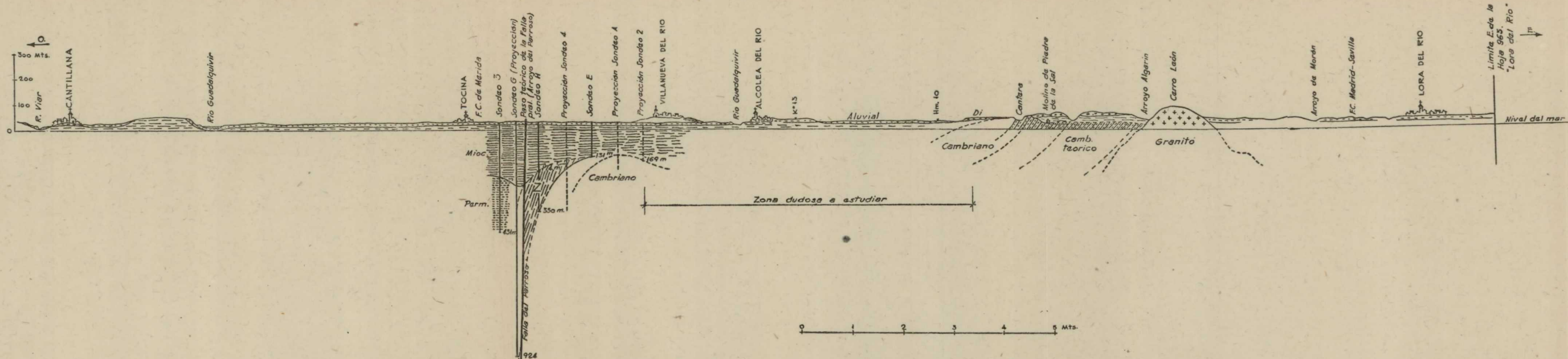
Siguiendo el mismo orden cronológico descendente se suceden en la región occidental del Viar las areniscas ferruginosas, calizas y pizarras del sistema Permiano, sobre las que descansan en disposición discordante las capas miocenas; pero pasado el valle del Huezma, hacia Levante, ya no se vuelven a ver dichas rocas permianas. Ahí las capas terciarias y diluviales descansan directamente sobre el Paleozoico antiguo o Cambriano y sobre el granito indistintamente

*Paleozoico antiguo y granito.*—El único asomo que hemos podido observar del Primario en la zona oriental del Huezma ha sido en el paraje de Piedra de la Sal, donde se alza la Fábrica Utrerana de Electricidad, orilla derecha del Guadalquivir, entre Lora y Villanueva del Río. Constituye este asomo una especie de espolón que aparece inmediato a las capas miocenas y se interna en el río. Se halla cortado por la carretera de Lora a Cantillana en su kilómetro 9. Sus capas son de pizarra ondulada o sinuosa, con alternancias de cuarcita en bancos de unos 20 a 40 centímetros de potencia. Su dirección es de 0,30° N. y buzan hacia el SO.

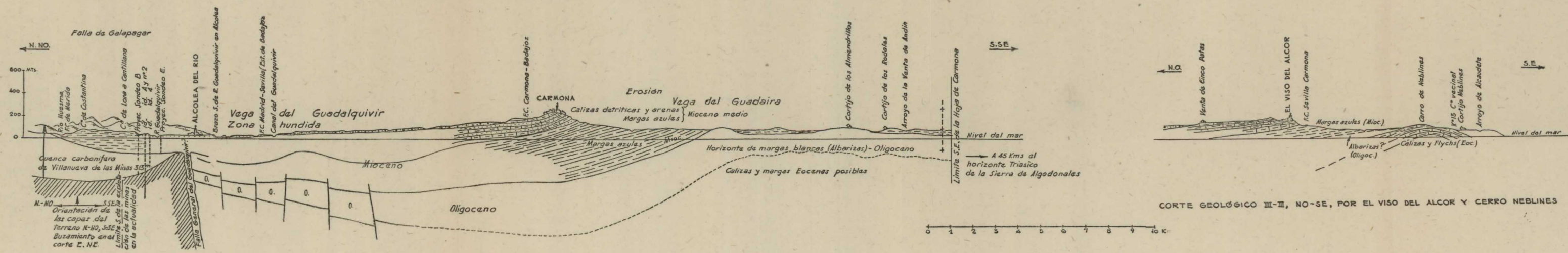
Siguiendo hacia Lora e inmediato al paraje de Los Majadales se halla el cerro León, todo él granito, que se interna, como la formación cambriana, bajo las capas miocenas y cuaternarias, constituyendo el indudable substratum de toda la zona septentrional.

*Zona meridional: Cuaternario.*—Como ya hemos dicho, en la margen izquierda del Guadalquivir se prolongan los mismos tramos fundamentales de esta serie moderna y con idéntica naturaleza de sus elementos pétreos. El tramo Aluvial se extiende en forma de faja sensiblemente paralela a la traza media del río hasta trasponer la línea férrea y alcanzar la ladera en la curva topográfica de 40 metros aproximadamente. El Dúvial comprende el resto de la vertiente y se extiende en forma de mal conservadas terrazas, cuyos bordes se hallan desvanecidos, pero siempre manifiestos e indicando las diferentes etapas de nivel que ha tenido el río en su borde de la primera o más elevada terraza, casi coronando la cumbre de los Alcores.

*Terciario.*—Aparece en esta zona el mismo nivel de



CORTE GEOLÓGICO I-I, - TOCINA - VILLANUEVA Y ALCOLEA DEL RÍO - PIEDRA DE LA SAL Y LORA DEL RÍO



CORTE GEOLÓGICO II-II, - DESDE LA CUENCA CARBONÍFERA DE VILLANUEVA DE LAS MINAS HASTA EL BORDE DE LA HOJA DE CARDONA

CORTE GEOLÓGICO III-III, NO-SE, POR EL VISO DEL ALCOR Y CERRO NEBLINAS

las calizas miocenas de la región opuesta, con su misma estructura e idéntica fauna, como prolongación evidente que es de ese tramo medio. Constituye la coronación o cumbre de los Alcores y se extiende en faja alargada de NE. a SO. siguiendo la dirección aproximada de la carretera y ferrocarril de Carmona a Sevilla por El Viso, Mairena y Alcalá de Guadaira.

Siguiendo la descripción del señor Gavala (1), que nos ha servido de guía en este bosquejo geológico, el Mioceno está representado por dos tramos bien definidos y claros: el de las citadas calizas sabulosas del horizonte alto y el de las margas azules y amarillentas que ocupan el tramo inmediato inferior, que no aparece en la zona septentrional.

Se encuentran ambos tramos en disposición completamente concordante, con una tendencia hacia el río Guadalquivir que oscila entre 5 y 10° aproximadamente.

*Oligoceno.*—Siguiendo hacia el Sur, y ya en plena Hoya de Guadaira, surgen unos isleos o lomas de tono blanquecino y de constitución arcilloso-arenoso, que en el país, así como en toda la baja Andalucía donde se encuentran, denominan «albarizas». Por primera vez han sido clasificados por el mencionado don Juan Gavala como correspondientes al Oligoceno.

La disposición estratigráfica de estos asomos no es completamente clara en esta vega, debido, de una parte, a la naturaleza friable de las capas, que en su disgregación enmascara los lechos, y de otra, por el constante e intenso cultivo del suelo, que acaba por borrar toda la línea de separación en la superficie. Pero por razones

---

(1) Descripción geológica de la provincia de Cádiz, por JUAN GAVALA

tectónicas, aparte de otras de carácter paleontológico y su semejanza notable con otras zonas de la provincia de Cádiz, detalladamente estudiadas por el repetido geólogo, deben situarse en este sistema.

Dentro de la misma vega se distribuyen en altozanos, tales como el de Cantacucos, que es el más extenso. Está cortado en parte por la carretera de Carmona a Cazalla y puede observarse en la trinchera de su kilómetro 10 y en las lomas de los cortijos de Doña Ana y Torroj, de la carretera recién construída de Utrera, kilómetros 9 y 10, así como también en la periferia del cerro de Neblines.

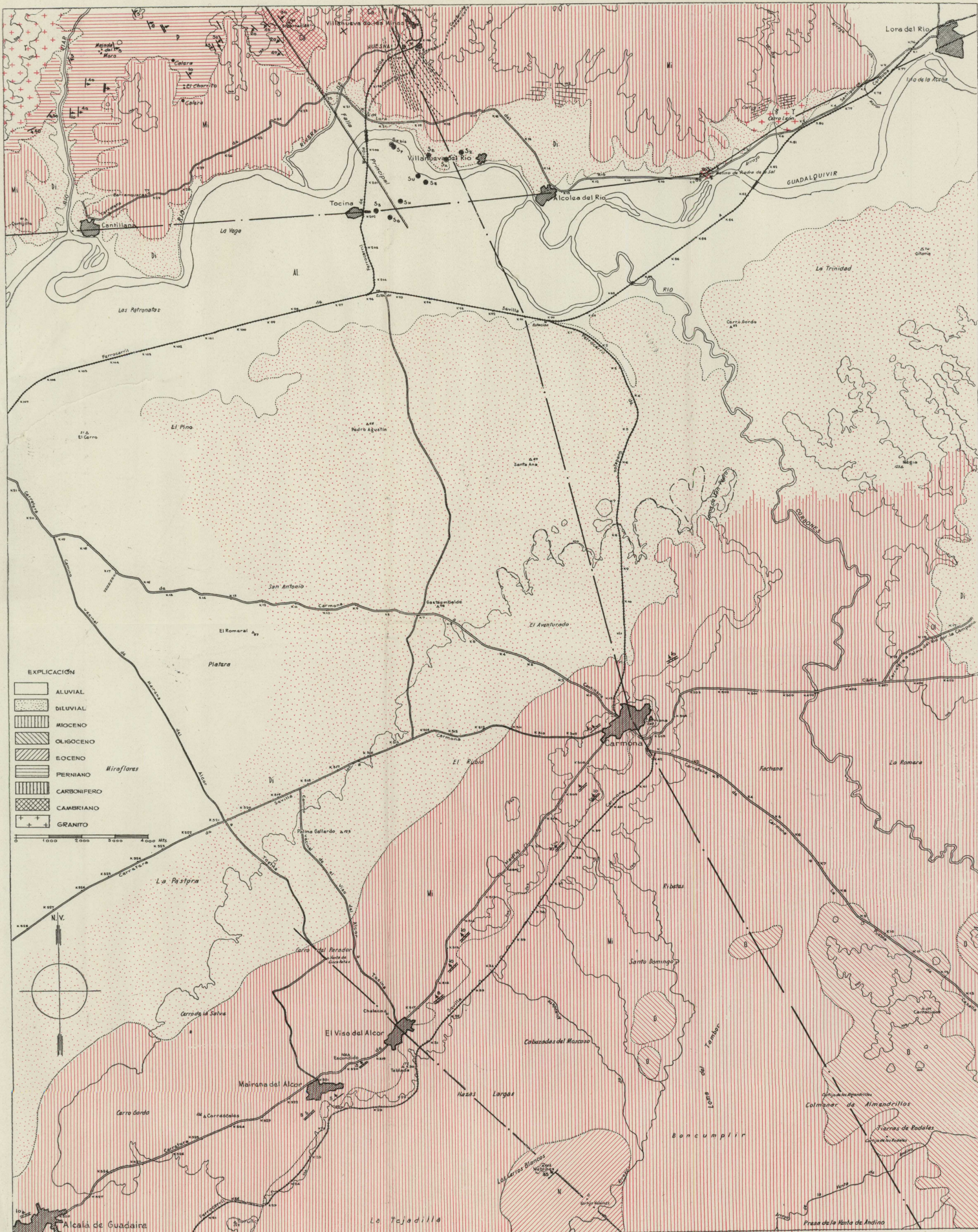
*Eoceno.*—Dentro de esta serie Terciaria, podemos citar como interesante un pequeño asomo en el mencionado cerro de Neblines, donde aparecen unas pequeñas explotaciones en cantera. En ellas se observan unos bancos de caliza compacta, como de un metro de potencia y algunos más reducidos, que terminan alternando con otros margosos o en forma de flysch, con abundancia de Nummulites, que caracterizan el sistema.

La dirección de estos bancos es sensiblemente la de los miocenos de los Alcores; es decir, de NE.-SO., pero con más inclinación, a veces de 35°, y buzan como aquellos en el sentido NO.; pero siguiendo hacia el SE. y a corta distancia, afectan la forma anticlinal suave, buzando las capas unos 5° en ambos flancos.

Se trata del único asomo en toda la extensión estudiada, situado en las cercanías del curso de la carretera de Carmona a Utrera, con la vereda de Marchena a Sevilla por Mairena del Alcor.

*Tectónica local.*—En el orden tectónico se manifiestan en esta región bética dos líneas principales de plegamien-



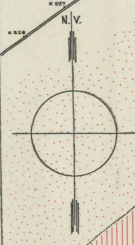


EXPLICACION

- ALUVIAL
- DILUVIAL
- MIOCENO
- OLIGOCENO
- EOCENO
- PERMIANO
- CARBONIFERO
- CAMBRIANO
- GRANITO

Miraflores

0 1000 2000 3000 4000 5000 Mts.



Alcala de Guadaira

La Tajarilla

Prasa de la Horta de Andino



tos: la margen derecha del Guadalquivir es de franca orientación herciniana, determinada su dirección media por la falla del Párroco y la Sierra Traviesa y los pliegues de la margen izquierda son de carácter alpino, de dirección media según la marcha del citado río y de la cumbre de los Alcores.

De estos movimientos principales es el segundo el que más destacada huella ha dejado impresa dentro de la zona, al dar lugar a la gran falla del Guadalquivir, y a él se concreta esencialmente el estudio que nos ocupa, toda vez que el pilar fijo o macizo antiguo septentrional corresponde a la parte no recubierta por sedimentos modernos.

Recogidos sobre el terreno los antecedentes de orden estratigráfico y de acuerdo con las deducciones geofísicas, se han dibujado los dos cortes geológicos principales I y II, que se incluyen, uno de ellos según la orientación E.-O. aproximada, desde Cantillana a Lora, pasando por Tocina. El otro, sensiblemente normal, desde Villanueva de las Minas hasta el límite Sur de la Hoja de Carmona.

El pequeño corte número III, paralelo al número II, fué trazado desde El Viso del Alcor hasta el cortijo de Neblines para indicar la disposición del único asomo eoceno de la zona, que concuerda con el cerro del mismo nombre, siendo lo natural que se prolongue a Levante y Poniente del mismo, aunque oculto y constituyendo el substratum de la serie.

Dada la sencillez de los expresados cortes estratigráficos, no son necesarias muchas explicaciones. En cuanto al corte primero, trazado no solamente con los antecedentes recogidos en nuestras excursiones geológicas, sino completándolas con antecedentes de sondeos mecánicos y deducciones geofísicas anteriores, se precisa la exis-

tencia de un hundimiento en la parte occidental de la falla del Parroso, cuya amplitud alcanza la cifra aproximada de 700 metros, pero como los sondeos *G* y *H* que la determinan coinciden sensiblemente con la marcha aproximada de la línea tectónica del Guadalquivir, que no es recta, sino sinuosa, cabe la duda de si tal cifra de descenso del bloque es debida a la influencia de la falla del Parroso o en parte a la del Guadalquivir.

Interesante a su vez resulta el valle del Guadaira, al SE: inmediato de la cumbre de los Alcores, ya que aparece como zona abombada (véase Corte geológico número III), además de estar desmantelado todo el horizonte de los Alcores e incluso parte del Oligoceno.

El Corte número II acredita la citada disposición, además de señalar, de acuerdo con los antiguos sondeos mecánicos, la probable situación de la aludida falla bética, así como el cierre de la cuenca carbonífera de Villanueva de las Minas antes de intestar con dicha falla.

### III. POSIBILIDADES PETROLÍFERAS DE LA ZONA

No pretendemos en este trabajo el destacar si la zona es más o menos interesante bajo el punto de vista petrolífero, pues no ha sido esa nuestra finalidad. Al revés, ya dijimos que fué iniciado basando la investigación en una posible prolongación de la cuenca carbonífera de Villanueva de las Minas.

Sin embargo, no ocultaremos que siempre tuvo para nuestro Instituto Geológico mucho interés petrolífero la cuenca del Guadalquivir; pero, sobre todo, después de haberse cortado notables manifestaciones de petróleo en Chiclana y en otros lugares próximos al mar y de

haber surgido gas metano de capas poco profundas del Mioceno en Ecija y Baeza muchos kilómetros tierra adentro de la misma cuenca.

El hecho es que un estudio gravimétrico, además de desbrozar el terreno y preparar prospecciones por otros métodos más caros, es de especial importancia, sobre todo si se hace la conexión con otra investigación gravimétrica que estamos realizando para la Compañía semiestatal Valdebro, en la región de Jerez de la Frontera, entre Sevilla y el mar.

A continuación damos cuenta de los resultados obtenidos que, en conjunto, no carecen de interés.

### IV. LA PROSPECCIÓN GRAVIMÉTRICA

Vistas las características geológicas de la región, se ha pretendido, en primer lugar, deducir de las anomalías gravimétricas la posibilidad de que exista algún seno hullero, prolongación o no de la ya conocida de Villanueva de las Minas, prescindiendo de momento de la profundidad a que se pueda encontrar.

Pero en segundo lugar, dada la existencia de las mencionadas manifestaciones petrolíferas, tanto valle arriba como valle abajo del Guadalquivir, resulta de suma importancia toda información que pueda suministrar un estudio gravimétrico de la zona en cuestión.

Con esta idea se ha llevado la prospección desde el citado río hasta el pueblo de Carmona.

En un futuro próximo se hará la conexión de los valores obtenidos en esta investigación con los de los perfiles que se vienen trayendo desde el mar, con lo que se aumentará el valor relativo de cada uno de estos trabajos.

*Características del terreno desde el punto de vista gravimétrico.*—El terreno es superficialmente Mioceno, cuando no Cuaternario, ambos en disposición horizontal. El Mioceno, compuesto de calizas cavernosas, margas arcillosas, tiene una densidad media del orden de 2,00, mientras que el Oligoceno debe tenerla ligeramente superior, y el Permiano, con areniscas ferruginosas, conglomerados y pizarras arcillosas, es de densidad mayor. Pero, sobre todo, el resto del Paleozoico, en todos sus tramos, excepto tal vez el Carbonífero, presenta una diferencia de densidad con los otros terrenos bastante notable y que hemos estimado del orden de 0,6 a 0,8.

Con estos contrastes de densidad, el método gravimétrico ha de ser adecuado para el caso, sin perjuicio de emplear más adelante, y sobre las anomalías encontradas, el método sísmico que permitirá determinar el orden de profundidades a que las posibles estructuras se encuentran. Por consiguiente, los levantamientos del Paleozoico antiguo, como los anticlinales más modernos, han de dar lugar a anomalías positivas. Con la diferencia de que las irregularidades de profundidad podrán quizá marcarse directamente y las ondulaciones más superficiales del Terciario o posible Secundario se manifestarán únicamente después de obtener la segunda derivada de los valores de Bouguer obtenidos o de cualquier otra anomalía residual que haya eliminado antes los valores de la anomalía regional de la zona estudiada.

Por otra parte, las fallas, cuya importancia no hace falta destacar en un estudio de esta índole, deberán marcarse, si no en el plano de Bouguer, al menos en los de anomalía residuales, como veremos más adelante.

*Trabajo de campo.*—Ha consistido en hacer el levantamiento topográfico y nivelación de los perfiles a reco-

nocer, cerrándose los polígonos a observar con un error de menos de 15 centímetros de altura. Sobre estos puntos se han realizado las lecturas gravimétricas con un gravímetro «Atlas», de fabricación americana, con sensibilidad teórica de 0,01 de miligal, y en la práctica superior a media décima de miligal.

Para la ordenación del trabajo eligieron previamente una serie de estaciones base que se enlazaron mutuamente mediante observaciones repetidas en las mismas y en polígonos cerrados, repartiéndose los errores de cierre por el método de mínimos cuadrados. Varias de estas estaciones se tomaron diariamente varias veces, lo que nos permitió calcular la curva de deriva del aparato con relativa precisión y con ello aumentamos la exactitud del trabajo.

Una vez obtenida en cada punto la lectura correspondiente, debidamente corregida de deriva y multiplicada por la constante del aparato para obtener los valores en miligals, se procedió a hacer las correcciones habituales y que han sido las siguientes:

1. *Corrección al dire libre o de Faye.*—Cuyo objeto ha sido reducir todas las estaciones al nivel del mar, prescindiendo de la influencia que puede tener el terreno circundante.

2. *Corrección de nivel o de Bouguer.*—Al hacer la corrección anterior se ha prescindido de la densidad de los terrenos que rodean a la estación y que tienen como efecto aumentar la lectura efectuada en dicho punto. Para hacer la corrección correspondiente, se considera que el terreno es horizontal y se le aplica una densidad uniforme e igual a la densidad media del mismo entre el punto observado y la superficie de comparación elegida.

Para determinar esta densidad hicimos un perfil gra-

vimétrico a través de un rasgo topográfico acentuado y dibujando el gráfico correspondiente después de corregir todas las observaciones para aire libre y latitud; de este modo se obtiene un perfil que sigue muy de cerca el del accidente topográfico; es decir, que tiene un máximo sobre una loma o un mínimo sobre un valle. Estos valores gravimétricos del perfil se corrigen entonces de Bouguer, aplicando densidades variables, eligiéndose como densidad media la que acusa mínima influencia en el perfil a causa de la topografía.

Estas dos correcciones se aplicaron simultáneamente con una densidad 2,00, que resultó la más adecuada y reduciendo todos los puntos al nivel del mar

3. *Latitud.*—Como la gravedad también varía con la latitud, siendo mayor en los polos e inferior en el ecuador, es preciso reducir todas las estaciones a un nivel común, lo que puede hacerse bien sustrayendo de la gravedad observada la gravedad teórica obtenida considerando la Tierra como un elipsoide, o bien reduciendo todas las observaciones a la estación base, añadiendo o sustrayendo el efecto de la latitud según la estación estuviese al Sur o al Norte de la base. En nuestro caso, se optó por el primer procedimiento al considerarlo necesario, con la idea de empalmar este trabajo con el de la zona del bajo Guadalquivir y posiblemente con otros trabajos que se pueden hacer en el futuro.

4. *Corrección topográfica.*—Cuando se hace la corrección de Bouguer se considera el terreno horizontal, lo que raras veces ocurre en la realidad, salvo en el caso de grandes llanuras, etc., por lo que muchas veces es necesario someter las lecturas a una nueva corrección para tener en cuenta este efecto. En Carmona el terreno es bastante horizontal, salvo en la zona oriental;

pero de todos modos se hicieron una serie de ensayos en los diferentes puntos donde era de esperar un efecto por topografía más acentuado, encontrando correcciones del orden de menos 0,05 mgals. inferiores a la aproximación total que pensamos necesaria para el actual trabajo, por lo que prescindimos de esta corrección.

Sometidos todos los valores encontrados para cada punto a las anteriores correcciones, obtuvimos lo que se denomina corrientemente Anomalia de Bouguer, con las que se ha dibujado el primer plano adjunto. En él se han trazado las curvas de medio en medio miligal. Según puede verse, ha sido preciso interpolar y hasta extrapolar en algunos casos los valores que nos han servido para dibujar las curvas, y por este motivo hay que considerar este plano y los de él deducidos como bosquejos gravimétricos y no como el definitivo.

Debemos hacer la advertencia de que las anomalías de Bouguer representadas en el plano están referidas a un valor de la base principal del kilómetro 514.400 de la carretera de Madrid a Cádiz, calculada con otro gravímetro con anterioridad al trabajo y no por nosotros, cuyo valor fué de  $-0,76$  mgals. Pero posteriormente hicimos la comprobación con exactitud y refiriendo los resultados a los del Observatorio Geofísico de San Fernando (Cádiz) calculados con el péndulo; esta comprobación nos dió un valor de  $-0,59$  mgals. para nuestra base principal y que consideramos como verdadero. Como esta diferencia de  $+0,17$  mgals. entre ambos es pequeña, considerada como absoluta y no afecta nada a nuestros resultados geofísicos, hemos decidido no rehacer los planos y mencionarlo únicamente a título de información, para cualquiera otra utilización de nuestro plano gravimétrico.

*Anomalia residual y segunda derivada de la gravedad.*—El plano de Bouguer nos da en realidad un efecto gravimétrico de la componente total o resultante de todas las variaciones de densidad que existen en este caso; que causas regionales, de gran extensión lateral, nos originen grandes anomalías, sobre las que vendrían superpuestas las anomalías de orden local, que son las que más nos interesan. Estas anomalías regionales son en esta zona lo suficientemente importantes para que las locales o residuales queden totalmente enmarcadas en el plano de curvas de Bouguer.

Por este motivo ha sido necesario aplicar los procedimientos especiales de cálculo que permitan separar estos dos tipos de anomalías. Como métodos hemos empleado la determinación de la anomalía residual y la obtención de la segunda derivada de la gravedad, cuyos procedimientos de un modo sucinto en las líneas que siguen se explican.

En el primer caso denominamos anomalía residual a la resultante de sustraer de la gravedad observada la que podemos llamar gravedad regional, y que consiste en considerar como regional para cada punto el valor medio obtenido para la gravedad en un círculo de radio determinado para cada caso y con centro en dicho punto.

El procedimiento de hacerlo ha sido el primeramente aplicado por Griffin en la revista *Geophysics*, que hemos elegido por su sencillez. Para ello se escogió un círculo de radio de un kilómetro alrededor de cada estación, elegidas éstas en una cuadrícula obtenida, interpolando valores en los vértices de la misma, basándonos en el plano de Bouguer. Escogimos como figura fundamental por mayor facilidad un cuadrado en el mencionado círculo, y para obtener la anomalía residual interpretable sustrajimos



# Anomalia de Bouguer

EQUIDISTANCIA 0,5 MILIGALS

Villanueva del Rio

Tocina

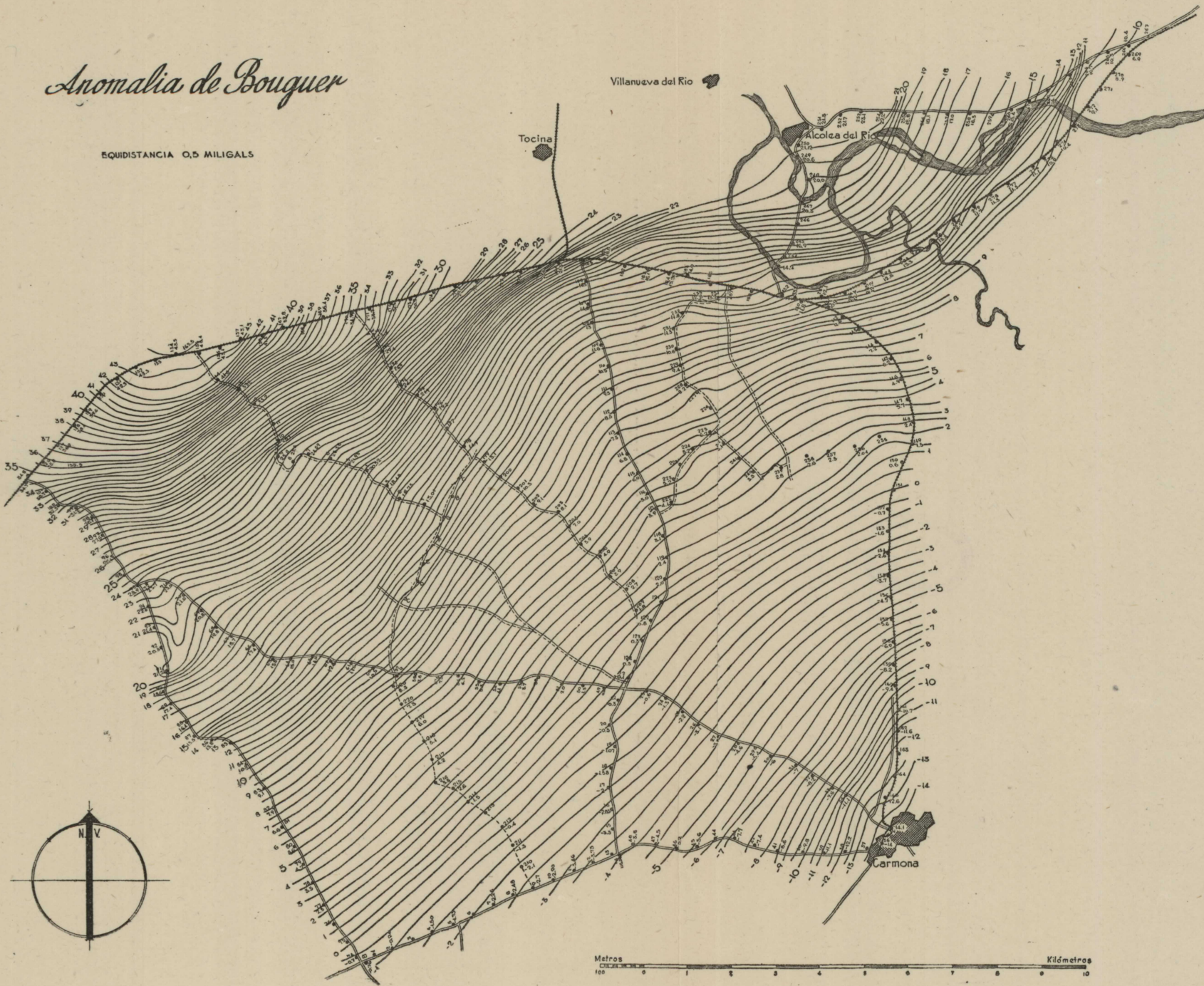
Aicolza del Rio

Carmona

Metros

Kilómetros

100 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10





mos del valor de la gravedad en cada punto el valor medio de los cuatro restantes valores del cuadro.

La fórmula de Griffin aplicada ha sido, por lo tanto,

$$G_{\text{residual}} = g_0 - \frac{\Sigma g_r}{4}$$

en la que  $g_0$  es el valor del plano gravimétrico en cada punto y  $\Sigma g_r$  la suma de los cuatro valores que se encuentran sobre la circunferencia de radio  $r$ , en este caso un kilómetro.

Por otra parte se ha demostrado que al obtener la segunda derivada de la gravedad para cada punto se consigue un plano en el que se ven acentuadas las anomalías debidas a causas situadas a profundidades intermedias según los radios empleados en detrimento, sobre todo de las profundas, que son menos interesantes en este caso, desprovistas de interés. Para determinar esta segunda derivada hemos elegido una de las múltiples fórmulas que los diversos matemáticos han desarrollado a estos efectos. Entre ellas, y aunque precisamente ésta no se pueda llamar segunda derivada, hemos aplicado la fórmula obtenida por Saxov, que, además de sencilla, es buena por prescindir del error que pudiera introducirse al ser inseguro el valor de la gravedad en el centro del círculo que se considera cuando no coincide con una estación medida. En esta última fórmula no se toma el valor en dicho centro, sino el valor de otro círculo de radio inferior al empleado en la regional, con lo que se suprime en parte la causa mencionada.

La fórmula de Saxov aplicada ha sido, por lo tanto

$$G = \frac{\Sigma g_r - \Sigma g_{r'}}{r - r'}$$

en la que  $\Sigma g_r$  es la suma de los valores sobre la circunferencia de radio  $r = 1$  km. en nuestro caso, y  $\Sigma g_{r'}$  la de los valores sobre la circunferencia de radio  $r' = 0.5$  kilómetros.

Incluimos en el presente informe ambos mapas de anomalías residuales, de los que es digno de notar la coincidencia en líneas generales. El resultado es satisfactorio. Si tenemos en cuenta la diferencia de método para determinar las distintas curvas y que en el de Griffin se han calculado la mitad de puntos que en el de Saxov. El primero de ellos se da en miligals, con equidistancia de 0,1 mgals., y el segundo, en gals por centímetros con equidistancia de  $10^{-10}$  unidades.

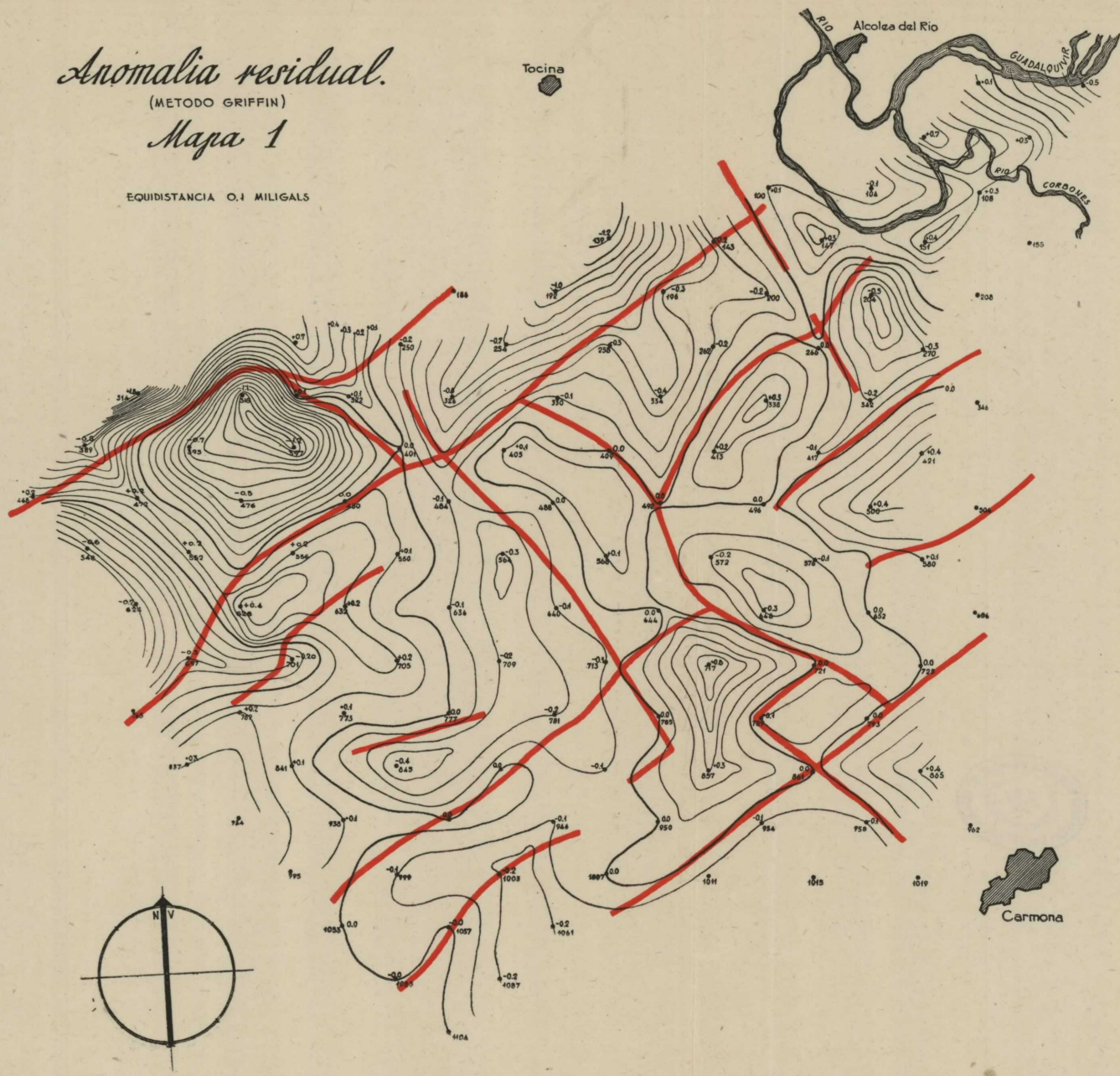
*Interpretación de los resultados.*—El plano de anomalías de Bouguer, simple en su forma general, hace ver en seguida que en nuestra zona existe una fuerte anomalía regional, caracterizada por la marcha general de las curvas en dirección ENE.-OSO. y por un acentuado gradiente con caída de Norte a Sur. Las curvas indican que el basamento paleozoico antiguo se va sumergiendo de un modo progresivo desde el Guadalquivir hacia el Sur, con una falla principal caracterizada por la concentración o mayor densidad de las curvas en algunos puntos. Esta falla está en la zona Norte y sigue la dirección del Guadalquivir en esta región. En cuanto a otras fallas de distinta dirección, su efecto es producir inflexiones en las curvas de Bouguer y, aunque no claramente, puede verse que existen varias de estas anomalías. Pero la anomalía regional es tan fuerte que enmascara totalmente las estructuras que nos pueden interesar y que son más superficiales. Entonces los dos mapas de anomalías residuales que se adjuntan permiten de un modo mucho

# Anomalia residual.

(METODO GRIFFIN)

## Mapa 1

EQUIDISTANCIA 0,1 MILIGALS

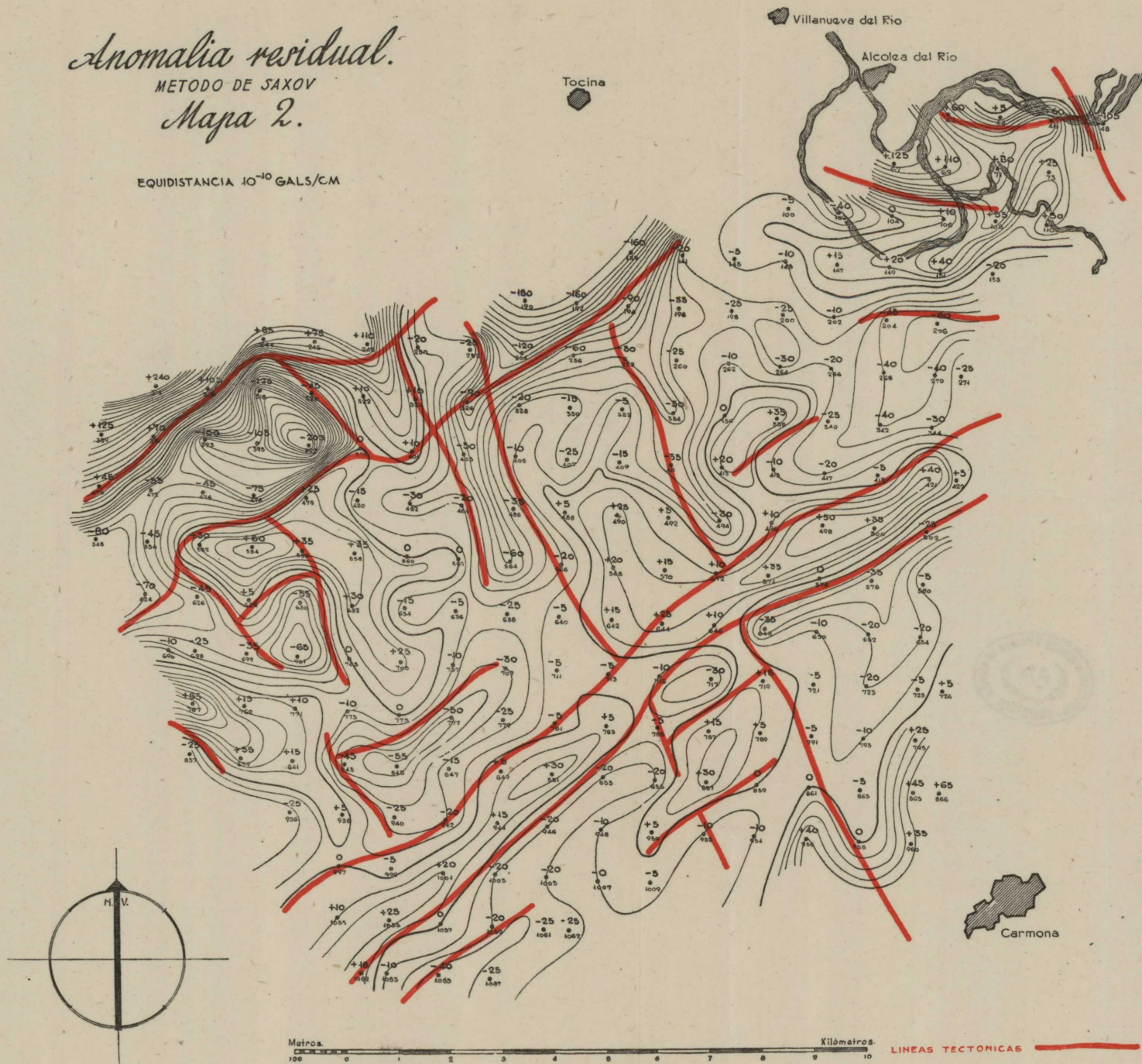


LINEAS TECTÓNICAS



*Anomalia residual.*  
METODO DE SAXOV  
*Mapa 2.*

EQUIDISTANCIA  $10^{-10}$  GALS/CM



más concreto diferenciar los accidentes a que nos referimos y lo haremos en especial en el mapa residual número 2 de Saxov por considerarlo más exacto que el otro, aunque los accidentes principales coinciden en ambos, según se puede observar.

Por lo pronto se puede ver en este mapa que en nuestra zona predominan, en general, lo que podemos llamar una estructura en bloques y que ha sido originada por hundimientos sucesivos, dando lugar a un conjunto de fallas de dirección encontradas: parte de ellas, paralelas a la supuesta falla del Guadalquivir; otras, de dirección aproximadamente normal a ella, y, por último, algunas diagonales a ambas líneas tectónicas. De las fallas de la primera dirección hay una más importante que se sigue muy bien de un extremo a otro de nuestro plano, a la que suceden una serie de escalones en el basamento de la zona. Paralelas a esta falla principal existen otras de menor extensión que hemos señalado también en el plano.

De las fallas transversales la que nos parece más interesante es la que hemos marcado al Oeste de Tocina y que, de un modo general, parece haber producido un levantamiento de la parte oriental en relación con la occidental; el examen del plano geológico permite ver que con esta misma dirección existe en superficie una falla perfectamente reconocida y que sigue su marcha adosada al flanco Oeste del crestón paleozoico de la Sierra Travesía, precisamente uno de los accidentes que vamos buscando. La prolongación de esta falla pasa teóricamente por las proximidades de Carmona, en tanto que la determinada gravimétricamente se extiende a Poniente de esta ciudad. No obstante, es bastante significativo que al Este de esta falla exista un levantamiento del Paleozoico señalado por una zona longitudinal de máximos gra-

vimétricos y que sigue una dirección paralela a la de la mencionada sierra. Nuestra opinión es que esta falla a que nos estamos refiriendo es, en realidad, la prolongación de la principal transversal o de las Infantas y que el máximo gravimétrico es atribuirle al crestón paleozoico que se extiende en profundidad.

No hay que olvidar que esta falla principal transversal es más antigua que la del Guadalquivir, y de aquí que haya sufrido posteriormente los efectos de los movimientos alpinos. A nuestro parecer, estos efectos han sido, aparte del hundimiento de los tramos geológicos antiguos al Sur del Guadalquivir, un desplazamiento de todo el bloque meridional hasta el Oeste, que, por lo tanto, ha trasladado a nuestro accidente. En el plano residual hemos señalado de un modo aproximado los que pudieran ser límites del crestón sumergido.

En resumen, que siendo la finalidad básica de nuestra investigación la determinación de estructuras, el mapa residual nos indica que existen varias zonas levantadas en forma de bloques irregulares que dan al conjunto un aspecto tectónico que no carece de interés bajo el punto de vista petrolífero, sobre todo en una zona en la que el Terciario que lo recubre es muy impermeable.

Por otra parte, mirando estas estructuras bajo el punto de vista carbonífero, el aspecto general es también digno de consideración, porque pudieran existir en profundidad cuencas independientes, similares a la de Villanueva de las Minas, tal como se marcan en los mínimos de ambos planos de anomalías de Griffin y Saxov. Aunque no esperamos que la profundidad sea muy asequible comercialmente.

## V. CONCLUSIONES

Las conclusiones más interesantes que se desprenden del presente trabajo son las siguientes:

1.<sup>a</sup> Existe una fuerte anomalía regional producida probablemente por el gran hundimiento del Paleozoico que se manifiesta además con pendiente continua desde el Guadalquivir hasta más al Sur del pueblo de Carmona. Esta fuerte anomalía regional enmascara las anomalías locales de menor profundidad.

2.<sup>a</sup> Los planos de anomalías residual de Griffin y segunda derivada de Saxov dan idea bastante clara de los que deben de ser los accidentes del Terciario antiguo del Secundario (probablemente del Trías).

Según ellos, el subsuelo se manifiesta en la forma característica de una gran fosa tectónica, constituida por bloques irregularmente hundidos, en la que las dovelas han sido afectadas por dos movimientos muy diferentes.

Primero, por los movimientos hercinianos, transversales al Guadalquivir, que dieron lugar a los pliegues y fallas del Paleozoico.

Posteriormente, por los movimientos alpinos, que produjeron la gran falla del mencionado río y en fases sucesivas, el desgarramiento y hundimiento en bloques cuyas líneas principales de rotura coinciden con la dirección de la misma falla.

3.<sup>a</sup> El tipo de estructura que se determina puede ser interesante bajo el punto de vista petrolífero, si se tienen en cuenta las manifestaciones que rodean a la región y la impermeabilidad de los sedimentos modernos y el recubrimiento. Pero dada la circunstancia de que se s

pone por consideraciones geológicas que los recubrimientos no serán grandes y que deben de faltar pisos del Secundario, preferimos no dar nuestra opinión sobre el mayor o menor interés petrolífero de este territorio.

4.<sup>a</sup> En cuanto al aspecto tectónico bajo el punto de vista carbonífero, creemos que tanto en el plano de anomalía residual de Griffin como en la de Saxov se manifiesta un crestón que pudiera corresponder a la prolongación de la Sierra Traviesa siluriana. En ese caso las anomalías negativas que aparecen a ambos lados de esa sierra central pudieran ser senos hulleros. Esa sierra subterránea se extiende según los planos de anomalías a lo largo de una línea que pasa desde un par de kilómetros al Oeste de Carmona hasta la misma distancia al Oeste de Tocina.

También sería un lugar digno de tenerse en cuenta de ubicar un sondeo de prospección de carbón la pequeña fosa situada en el ángulo NO. de nuestros planos de anomalías con valores de 0 a — 205 en el Saxov y de 0 a — 1,2 en el de Griffin.

Por último, tanto un tipo de estructura de las determinadas gravimétricamente como el otro, deberán ser confirmadas por el método sísmico de reflexión antes de lanzarse a una prospección por sondeos.

Mayo, 1955

Actividades de la Empresa Nacional «Adaro»  
y de la Comisión de Investigaciones Petrolíferas  
«Valdebro» en la investigación de hidrocarburos



La Empresa Nacional «Adaro» es una de las que integran el Instituto Nacional de Industria y le está asignada la misión, dentro de las actividades generales del I. N. I. en pro de la industrialización de nuestra Patria, de llevar a cabo las investigaciones mineras que desarrolla por propia iniciativa o que le son encomendadas.

Por consiguiente, esta Empresa no podía estar ausente en el campo de la investigación de petróleos de hidrocarburos en general, a causa de la importancia que estos recursos naturales tienen en la vida industrial y económica de todo el país. Sus primeras actividades en este campo datan de 1944.

En 1952 un grupo americano interesado en el estudio de las posibilidades petrolíferas de nuestra nación y más específicamente en las de la parte alta del Val del Ebro, entró en relación para este objeto con el Instituto Nacional de Industria, y como consecuencia del acuerdo logrado se constituyó la Comisión de Investigaciones Petrolíferas «Valdebro».

Como por parte del Instituto Nacional de Industria la dirección técnica de las investigaciones fué encomendada a la Empresa Nacional «Adaro» (1), reunimos en esta información, conjuntamente, las investigaciones realizadas por cuenta de ambas entidades. Seguiremos

---

(1) Para abreviar, cuando nos refiramos en adelante a la Empresa Nacional «Adaro» la designaremos sencillamente como «Adaro», y hablaremos de «Valdebro» cuando hayamos de mencionar la Comisión de Investigaciones Petrolíferas de este nombre.

para la exposición el orden cronológico correspondiente a la época de comienzo de cada una de las investigaciones.

#### A) INVESTIGACIONES DE «ADARO» EN LOS PIRINEOS

En 1945, y por iniciativa de «Adaro», fueron reservados al Estado, y encomendados por éste al I. N. I., para su investigación, dos perímetros situados en la cuenca del Noguera Ribagorzana, con una extensión conjunta de 263.500 Has., afectas principalmente a formaciones cretáceas y eocenas correspondientes a las sierras del borde meridional de los Pirineos, en las provincias de Lérida, Huesca y Barcelona. En ellas son relativamente abundantes las manifestaciones petrolíferas de todo género.

El perímetro Norte tiene como vértices los pueblos de Chía, Pont de Suert, Senterada, Castellar den Uch, Borredá, Berga, Oliana, Llimiana, Talarn, Arén, Serraduy, Foradada y la cota llamada Punta de Madrid.

El perímetro Sur, los pueblos de Fet, Ametlla, Santa Lliana y un punto situado a 3 km. al O. de Tragó de Noguera.

Inmediatamente se procedió a efectuar unos reconocimientos semidetallados para completar los de orden general que habían aconsejado la solicitud de la reserva.

Dado lo extenso de las zonas reservadas se procedió a efectuar recorridos sistemáticos en las mismas, desechando las áreas terciarias y aquellas mesozoicas muy comprimidas, con pliegues violentos y abundantes fallas. Se compuso así un mapa geológico general, a escala 1:200.000, y quedó centrado el interés en las zonas de

Arén y Gabarra, dentro de la reserva Norte, y en toda la zona Sur.

De estas áreas se hicieron planos y cortes a escala 1:25.000. Se propuso la ejecución de algunos sondeos, pero muy principalmente de uno de profundidad relativamente pequeña en la zona de Gabarra.

Aparecen allí las capas del Senonense, que forman un extenso y suave anticlinal de 10 km. de longitud, medidos de Este a Oeste, por 7 km. de anchura, medida de Norte a Sur.

Por el Norte cierra con una gran falla que lo separa de las margas calcáreas de Boixols, en las que aparece una espectacular manifestación petrolífera. Por el Este y Oeste cierra de modo periclinal, y por el Sur termina buzando hacia esa dirección, si bien con cierre de poca altura.

La serie sedimentaria, a partir del Keuper, se compone de:

200 m. de Jurásico (calizas, margas y dolomías).

400 m. de Cretáceo inferior (calizas dolomíticas y margas).

350 m. de Santoniense (margas, calizas y alguna arenisca).

500 m. de Campaniense (calizas y alguna capa de margas).

1.200 m. de Maestrichtiense (margas y areniscas calcáreas).

1.000 m. de Garumnense (margas).

El río Rialp, en su curso de Norte a Sur, ha excavado a través de esta serie una profunda garganta, que pasa por la cima del anticlinal y que deja al descubierto todo el Maestrichtiense y una gran parte del Campanien-

se. Por lo cual con un sondeo de menos de 1.500 m. se podría alcanzar el Keuper.

Los posibles niveles petrolíferos serían las dolomías jurásicas, calizas dolomíticas fracturadas del Aptense o las calizas fracturadas y areniscas del Santoniense.

Hasta ahora las investigaciones en estos dos perímetros no han pasado de esta etapa preliminar.

## B) INVESTIGACIONES PETROLÍFERAS EN MARRUECOS ESPAÑOL

1. *Introducción.*—En Marruecos español los primeros estudios petrolíferos comenzaron ya a efectuarse en 1927 y, aunque con algunas interrupciones, se han venido continuando hasta la fecha.

En el año 1944 el Majzen Jalifiano y el Instituto Nacional de Industria suscribieron un Convenio para la investigación y explotación de hidrocarburos en la Zona del Protectorado Español de Marruecos.

De acuerdo con este Convenio, la Empresa Nacional «Adaro» realiza en la actualidad una serie de trabajos de investigaciones petrolíferas en aquella Zona del Protectorado.

En el citado Convenio se especifican con todo detalle las condiciones para la ejecución de los trabajos de investigación y explotación, en su día, de las dos zonas reservadas con anterioridad por el Majzen por Dahiés de 26 de mayo de 1932 y 8 de diciembre de 1934.

Las zonas reservadas a que se alude son: la Occidental, de 497.000 hectáreas y que comprende todo el territorio de las cabilas de Jolot, Tilig, Es-Sahel, Ahl-Serif, Sumata, Beni Gorfet, Beni Issef, Beni Arós, Gar-

bía, Yebel-Hebib, Beni Ider y Beni Messaur, y la de la región Oriental, que tiene 233.100 hectáreas y abarca los territorios de las cabilas de Gueznaria y Metalza, así como parte de otras cabilas vecinas, según determinados límites que no es necesario detallar aquí.

Los primeros estudios geológicos de estas comarcas fueron efectuados por los Ingenieros de la Comisión de Estudios Geológicos y Petrolíferos de Marruecos, en colaboración con el Servicio de Minas de Tetuán. No debemos olvidar, entre los precursores de la geología del petróleo en Marruecos, a los ilustres Ingenieros de Minas D. Alfonso del Valle de Lersundi y D. Agustín Marín y Bertrán de Lis, que con inigualable entusiasmo y profundo rigor científico sentaron firmemente las bases del conocimiento de la geología marroquí.

Apoyados en estos estudios geológicos se localizaron diversas estructuras, algunas de las cuales, como ya se ha indicado, se encuentran actualmente en período de investigación.

Parece lógico que las investigaciones habrían de comenzarse en los lugares en que fuera más frecuente la existencia de manifestaciones petrolíferas; pero, por desgracia, en nuestra Zona, a diferencia de la vecina del Protectorado francés, son muy escasos los lugares en que se señalan indicios petrolíferos de interés, y aun éstos, además de poco frecuentes, son dudosos y de relativo valor.

Sin embargo, no debe interpretarse esta escasez de manifestaciones petrolíferas como un índice claro de la pobreza en hidrocarburos de nuestra Zona, ya que muy bien pudiera darse el caso de que por su disposición particular, y quizá por estar menos trastornadas nues-

tras estructuras, cierren mejor y por ello no permitan el escape de hidrocarburos visibles al exterior.

En los sondeos efectuados en la estructura del Jemis del Sahel ha podido confirmarse plenamente este extremo, pues con ellos se ha atravesado un potente tramo de margas helvecienses que cubren dicha estructura, constituyendo una magnífica tapa o sello completamente impermeable a todo escape de hidrocarburos, produciéndose violentas erupciones de gas, a gran presión, al alcanzarse con los taladros pequeñas hiladas areniscosas contenidas en la formación de margas.

2. *Geología.*—Como consecuencia de todos los estudios y datos adquiridos en numerosas excursiones geológicas se consideró como más interesante, en principio, desde el punto de vista petrolífero, la zona reservada de la región Occidental de Marruecos.

Esta zona Atlántica, integrada dentro de la región del Gharb, constituye parte del Pre-Rif, denominación que se ha dado a la comarca comprendida entre el elemento orogénico rifeño y el atlásico. Está constituida por una zona de suaves ondulaciones, ocupada por grandes manchas cretáceas, de nummulítico y neogeno, y en donde se presentan varios pliegues diapíricos con asomo de margas abigarradas, yesos y sal.

En esta región del Gharb se perciben dos alineaciones tectónicas principales: una de dirección aproximada N.-15.-O. y otra casi E.-O. La primera representa la dirección de todos los pliegues y accidentes geológicos de la zona margo pizarreña pre-rifeña, paralelos a los de la cadena caliza postoligocena y antehelveciense; o sea, de la gran conmoción alpina que originó el relieve principal de nuestro Protectorado.

La otra dirección, E.-O., que afecta principalmente

al Senonense, es de origen Atlántico, y según Rey Pastor tiene quizá también cierta relación con las líneas sismo-tectónicas del fondo del Estrecho de Gibraltar.

La clasificación geológica de los diferentes terrenos ha resultado siempre extraordinariamente difícil a consecuencia de las pequeñas diferencias litológicas que presentan los distintos horizontes, tales como mimetismo de las margas del Cretáceo con las del Eoceno y Mioceno, que las hace parecer iguales; la casi total ausencia de microfósiles. Ello ha retardado mucho el conocimiento de los terrenos y, como consecuencia, el conocimiento de las estructuras, conduciendo frecuentemente a hipótesis geológicas equivocadas.

Más tarde los estudios de la microfauna han orientado con gran claridad a la correcta clasificación de los diferentes niveles geológicos.

3. *Estructuras petrolíferas, rocas madre, depósito y cubierta.*—Las escasas manifestaciones petrolíferas de nuestro Marruecos se hallan todas en el Pre-Rif y consisten en pequeñas exudaciones de aceite, gases y manantiales salinos y sulfurosos que se extienden siguiendo un arco marginal externo a la Cordillera de Rif, y cuya relación con estructuras de tipo diapírico ha conducido, lógicamente, a asimilarlos a los yacimientos del arco carpático de Galitzia y Rumania.

Estos pliegues pre-rifeños se enlazan más allá del Estrecho de Gibraltar, por brusca incurvación hacia el Norte, con los prealpes subbéticos que circunscriben la Cordillera Bética, y dan lugar también a manifestaciones de hidrocarburos en Andalucía, donde siguen asimismo una línea curva.

Los citados pliegues, determinados por una serie de discordancias y facies transgresivas, parecen haberse

formado durante el Cretáceo Superior, el Aquitaniense y el Saheliense.

Se extiende, como ya hemos dicho, en forma de arcos paralelos a la Cordillera del Rif, con todos sus accidentes principales: fallas, diapiros, etc., buzando generalmente hacia aquélla. De estos pliegues diapíricos, que se reconocen por las alineaciones de los apuntamientos ofíticos y triásicos, se han determinado varios bien marcados; sobre todo, cuatro de ellos: estructura del Jemis del Sahel (Sidi Bu Terek), de Dchar Yedid, de Ludinien y de Bení Skar-Amegadi.

Estas líneas, jalonadas por los apuntamientos ofíticos, se internan también en el Marruecos francés, y en algún caso dan lugar a campos petrolíferos productivos, como los de Ain el Hamara, situado tan sólo a unos 20 kilómetros de nuestra frontera.

Todo lo que se refiere a la roca madre es muy discutible en los petróleos marroquíes. Los indicios petrolíferos aparecen siempre en relación con fallas o contactos anormales. Los trabajos hasta la fecha ejecutados parecen demostrar que la roca madre radica en el Triás o en el Lías inferior, siendo secundarios los depósitos en que se ha hallado el petróleo.

Referente a rocas depósito, existen por encima del Triás bastantes niveles porosos, calizas del Domeriense, areniscas cretáceas, lutecienses y oligocenas; horizontes apropiados todos ellos, aunque no excesivamente potentes. En el Mioceno se encuentra un nivel bastante importante de areniscas burdigalienses.

La abundancia de niveles margosos y arcillosos existentes en la serie estratigráfica pre-rifeña garantiza el perfecto sello o cierre de las estructuras.

Como ya se ha indicado, los pliegues diapíricos de

Marruecos tienen cierta semejanza con los rumanos, de Asia Menor y Cáucaso, así como con algunos americanos. Estos pliegues se prestan bien a la acumulación del petróleo, debido a que las fallas o grietas producidas en ellos son fáciles caminos para la circulación del petróleo, empujado por las presiones tectónicas o de sus propios gases. Los hidrocarburos que ascienden así aprovechan las oquedades de las rocas o las capas permeables para depositarse, y si se da la circunstancia favorable de que exista una cubierta margosa o arcillosa que cierre la estructura quedan allí retenidos.

Sentadas estas consideraciones se aprecia la posibilidad de la existencia de hidrocarburos en la región pre-rifeña, y sus mismas manifestaciones nos indican el camino a seguir para la investigación del petróleo.

4. *Trabajos de investigación.*—Los trabajos de investigación mediante sondeos han sido precedidos de campañas de levantamientos geológicos y de reconocimientos geofísicos (2), cuyas apreciaciones se corroboran en una campaña de sondeos de profundidad pequeña o media. Confirmados o reformados los criterios que se sustentan se procedió a efectuar una campaña de sondeos más profundos, cuyos resultados son los que detallamos a continuación.

(2) Los resultados de las campañas geofísicas, o parte de ellos al menos, fueron publicados por el Instituto Geológico y Minero de España e ilustrados con mapas geofísicos-geológicos y cortes geológicos de la región occidental de Marruecos español, por cuya razón no se incluyen aquí, ya que pueden ser consultados en la publicación original: JOSÉ GARCÍA SIÑERIZ: *Mediciones geofísicas aplicadas a la Prospección*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Instituto Geológico y Minero de España, tomo IV, 1949.

a) *Estructura del Jemis del Sahel (Larache).*

Como se observa en el plano geológico adjunto (figura 1), esta estructura está determinada por una serie de asomos de ofitas, margas abigarradas triásicas, yesos y sal que constituyen el núcleo del diapiro que aflora a lo largo del arroyo del Melilah (salado).

En ambos flancos del lomo aparece el Mioceno Inferior, que en su parte oriental queda cubierto por el Mioceno Medio.

Este tramo Mioceno debe recubrir y sellar el Eoceno (Luteciense), que aflora en la parte más oriental de la estructura.

Con objeto de determinar el espesor del recubrimiento y la disposición de los flancos del diapiro se ubicaron siete sondeos principales, cuyas columnas estratigráficas correspondientes pueden verse en la figura 2.

Estos sondeos comenzaron en el año 1945 y fueron terminados en el año 1947. La profundidad alcanzada fué, en general, superior a los 250 m., excepto el sondeo número 2, que se suspendió a los 46,60 m. por haber alcanzado a esa profundidad terrenos del núcleo triásico. En alguno de estos sondeos se produjeron violentas erupciones de gases, como, por ejemplo, en el sondeo número 3, que llegó a registrar presiones superiores a veces a las 25 atmósferas que dificultaban enormemente la perforación. Se analizaron muestras de gases y barros expulsados que acusaron indicios de aceites. Generalmente estos gases estaban alojados en delgados lechos de areniscas, intercalados entre potentes tramos de margas.

Con estos sondeos puede estimarse como concluída



# ESTRUCTURA DE JEMIS DEL SAHEL.

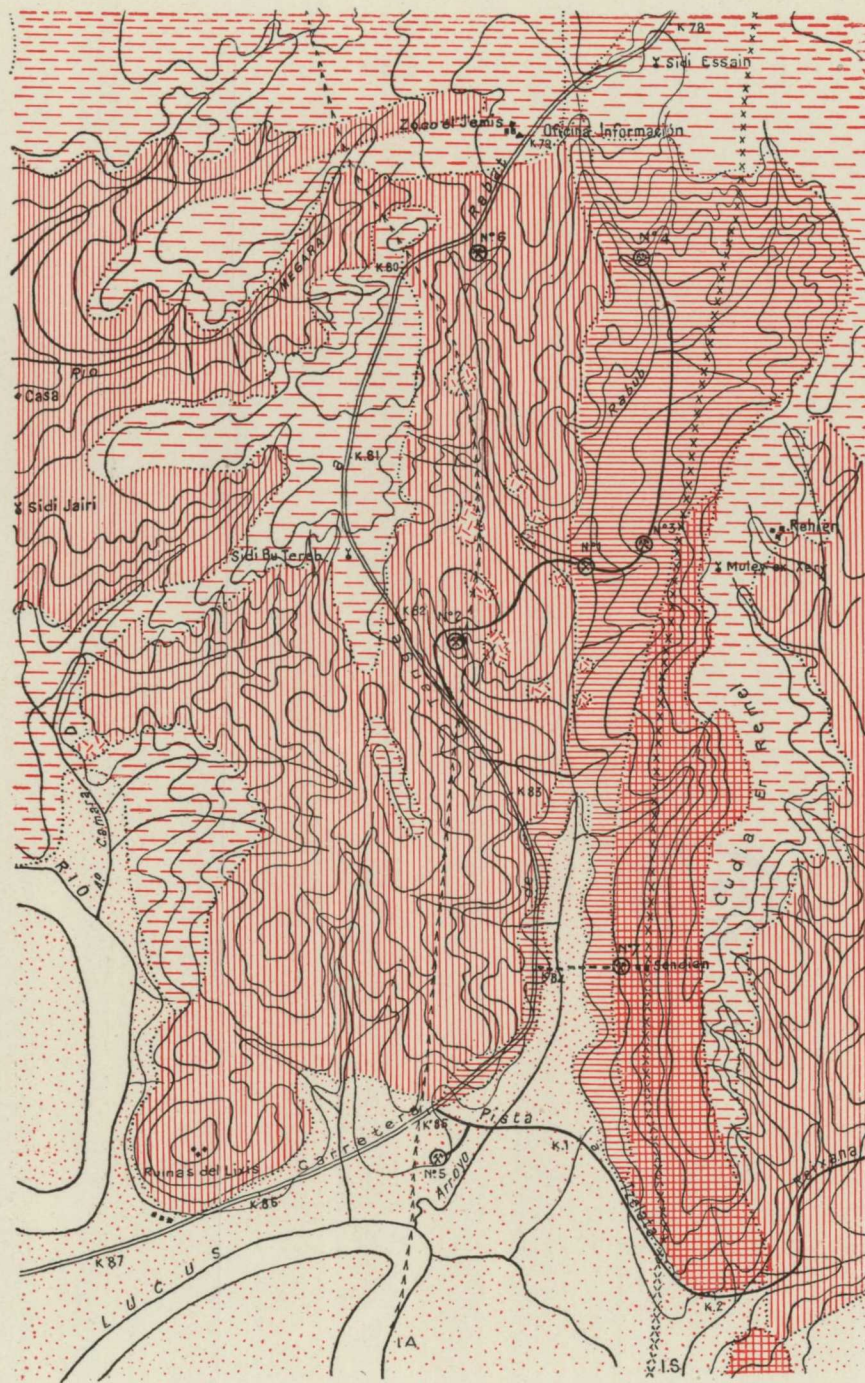
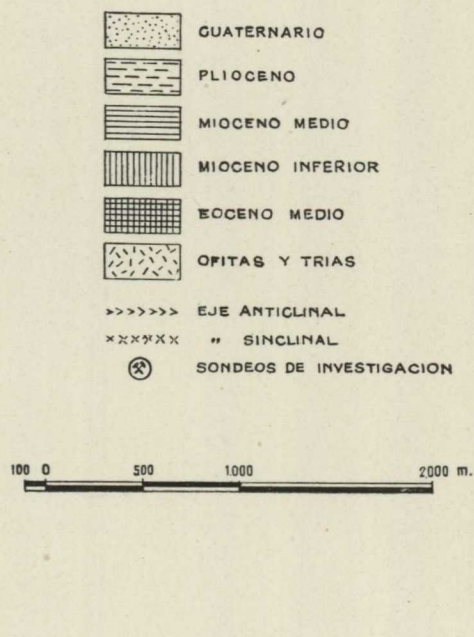


Fig. 1.



# SONDEOS PRACTICADOS EN LA ESTRUCTURA DEL JEMIS DEL SAHEL (LARACHÉ)

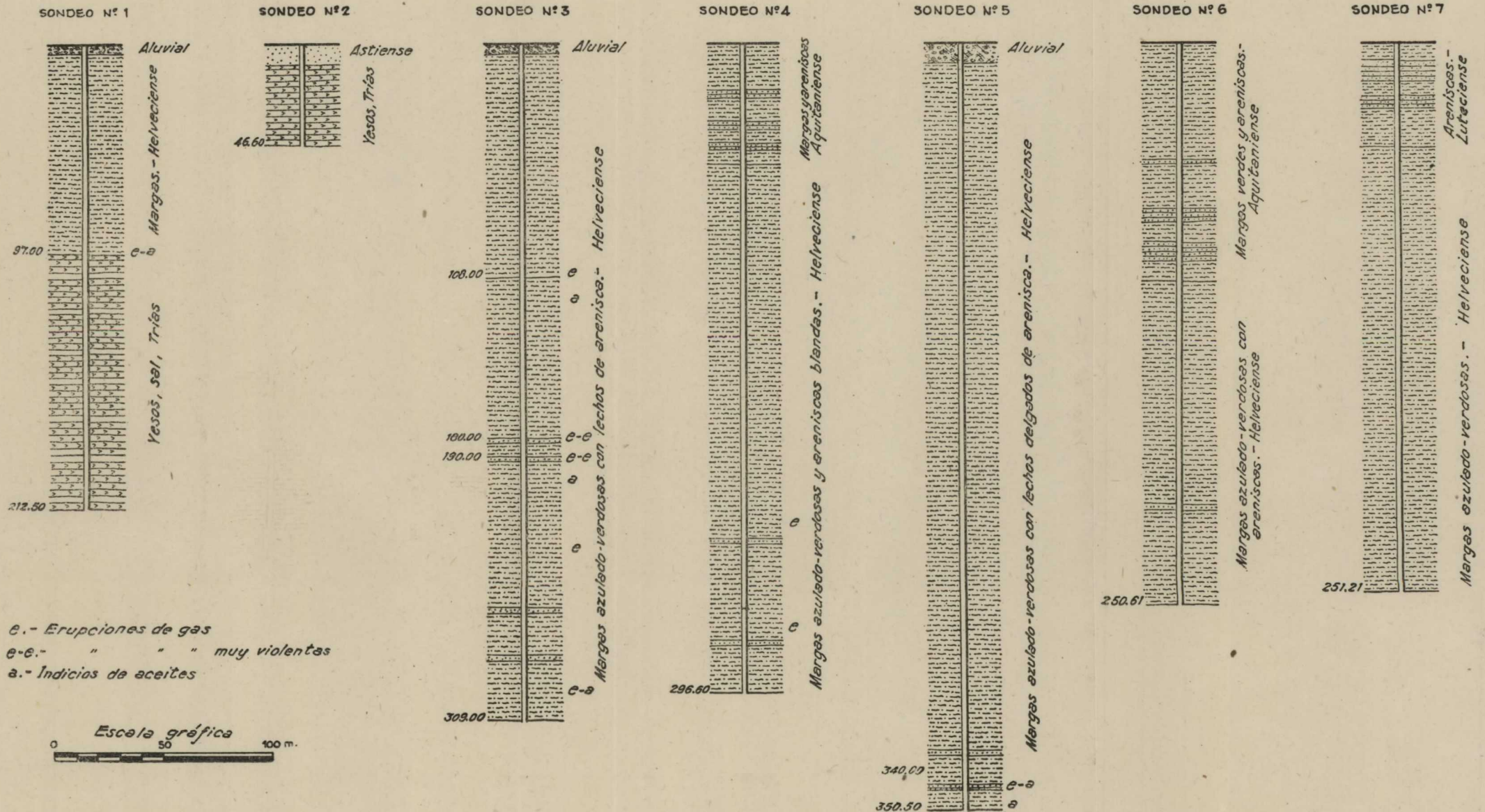


Fig. 2.



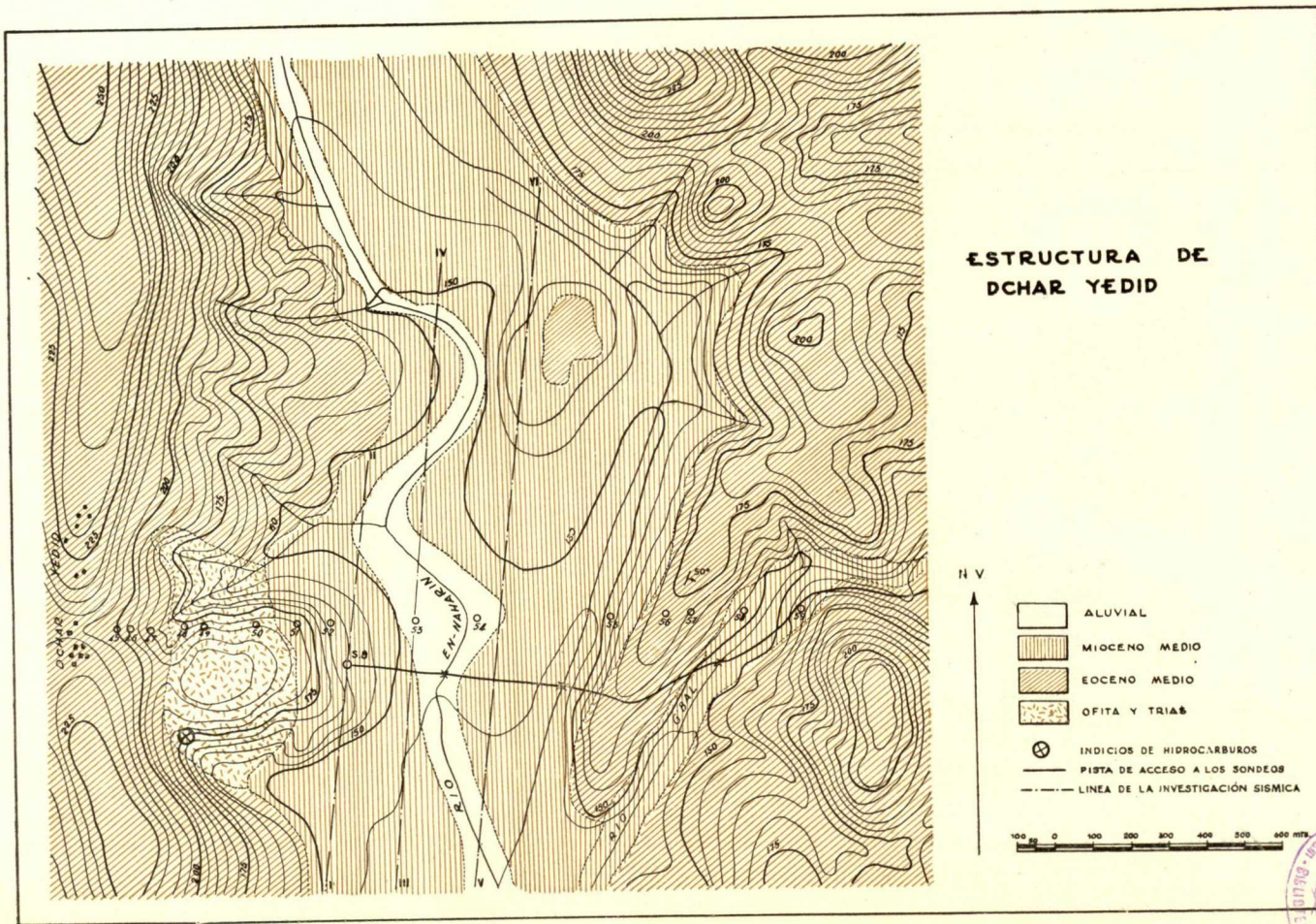


Fig. 3



# CORTE GEOLÓGICO DE LA ESTRUCTURA DCHAR YEDID

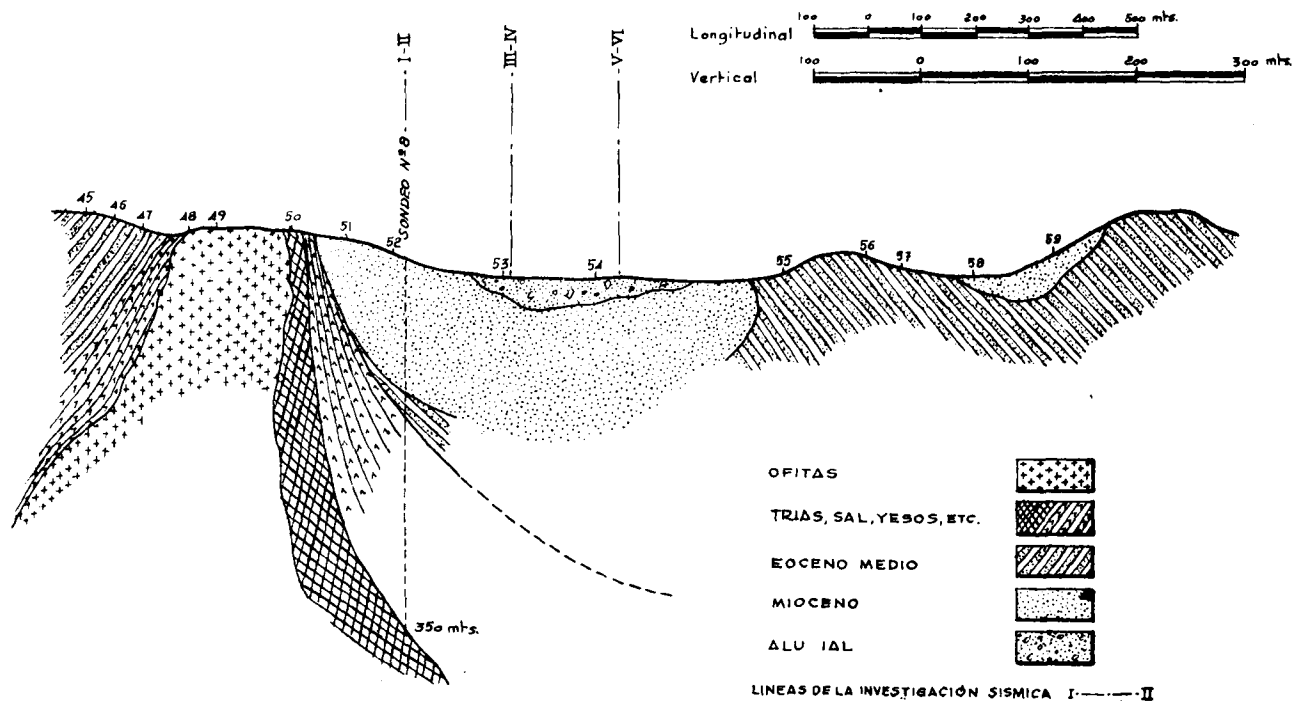


Fig. 4.

en esta estructura la campaña de investigación con perforaciones de profundidad media.

A la vista de los alentadores resultados obtenidos se considera imprescindible la perforación de un sondeo profundo para exploración de hidrocarburos.

b) *Estructura de Dchar Yedid.*

Esta interesante estructura se encuentra próxima al poblado de Dchar Yedid, del que toma su nombre, y a unos cuatro kilómetros al NO. del poblado número 31 de Colonización del Tzelata de Raisana.

En esta estructura se aprecia la existencia de un notable accidente diapírico con ofitas, margas, yeso y sal, que puede observarse en el corte geológico de la figura 4.

Las margas triásicas son rojizas, con cristalitas de yesos y sal.

En el mismo domo triásico existen unas margas grisáceas, con muy pequeña extensión, que rellenan una grieta entre las ofitas y que según el estudio de su microfauna, por la existencia de la *Rosalina stuarti*, deben atribuirse al Cretáceo Superior. En el plano geológico de la estructura, que se adjunta (fig. 3), no se ha representado este Cretáceo, cuya disposición corresponde aproximadamente a la del pocillo número 49 allí señalado. La posición de los diversos tramos puede observarse perfectamente en el corte geológico de la figura 4.

La presencia de este indicio cretáceo ha de interpretarse como un girón arrastrado por el empuje del pliegue diapírico.

En la parte oriental de la estructura aparece el Mioceno Medio (Tortonense) constituido casi exclusiva-

mente por margas grisáceas que al descomponerse originan tierras de labor, negras, muy fértiles, que rellenan los valles de esta comarca.

El Eoceno aparece en ambos flancos de la estructura con facies flysch característica, de alternancia de margas gris verdosas con arenisca, a veces, de grano fino, muy duras, y otras de grano grueso, ferruginosas, blandas, de aspecto de asperón. Según el estudio de su microfauna se ha clasificado este tramo como Lutecien-se-Bartoniense.

Las capas tienen generalmente la dirección N-15°-E, característica de la región y buzamientos variables; al E. o al O., según se encuentren a uno u otro lado del pliegue, lo que demuestra el carácter diapírico de la estructura.

El Mioceno se presenta concordante con el Eoceno, lo que demuestra que estos terrenos se movieron juntos, dando lugar a los pliegues acostados que se representan en los cortes adjuntos.

El Plioceno, que en gran extensión se desarrolla en esta comarca, no aparece en la estructura de Dchar Yedid, pues comienza a aparecer al Oeste del poblado. Se trata de un nivel de arenas rojizas, de disposición horizontal, que se ha atribuido al tramo Astiense.

En esta estructura se ha efectuado un interesante trabajo de prospección geofísica para determinar las profundidades a que se encuentran los distintos horizontes geológicos. Para esto se han realizado sondeos sísmicos a lo largo de seis ejes de diferente longitud y de orientación aproximadamente submeridiana.

En el eje I-II se ha determinado que el horizonte salino se encuentra a los 350 metros de profundidad. En

los ejes III-IV y V-VI se encuentra a los 540 y 570 metros de profundidad, respectivamente.

Con objeto de comprobar este extremo y determinar la posición de los flancos del diapiro se ha ubicado, en el punto medio del eje sísmico I-II, el sondeo número 8, cuya instalación puede verse en la figura 5. Este sondeo, iniciado en abril de 1953, se encuentra actualmente en perforación a la profundidad de 126 metros. Hasta la fecha todos los terrenos atravesados son margas verdosas pertenecientes al Mioceno Medio.

Se ha previsto la ubicación de un nuevo sondeo, el número 9, que se perforará a unos 650 metros al Oeste del actual.

A la vista de los resultados obtenidos en estas dos perforaciones se ubicarán los nuevos y sucesivos sondeos para el reconocimiento general de esta estructura.

### C) INVESTIGACIONES DE «ADARO» EN LA ZONA DE MEDINACELI (SORIA)

El año 1950 fué hecha por el Estado la reserva de investigaciones de hidrocarburos en una zona repartida en las provincias de Guadalajara y Soria y encomendada al I. N. I. para su estudio.

Los vértices del perímetro reservado son los pueblos de Mazarete, Somaén, Radona, Torrevicente, Miedes y la ermita de Cutamilla.

La extensión es de 150.000 Has. y comprende principalmente los terrenos triásicos y liásicos suavemente plegados pertenecientes a la divisoria entre los ríos Duero, Ebro y Tajo.

Se hizo la reserva para estudiar la posibilidades pe-

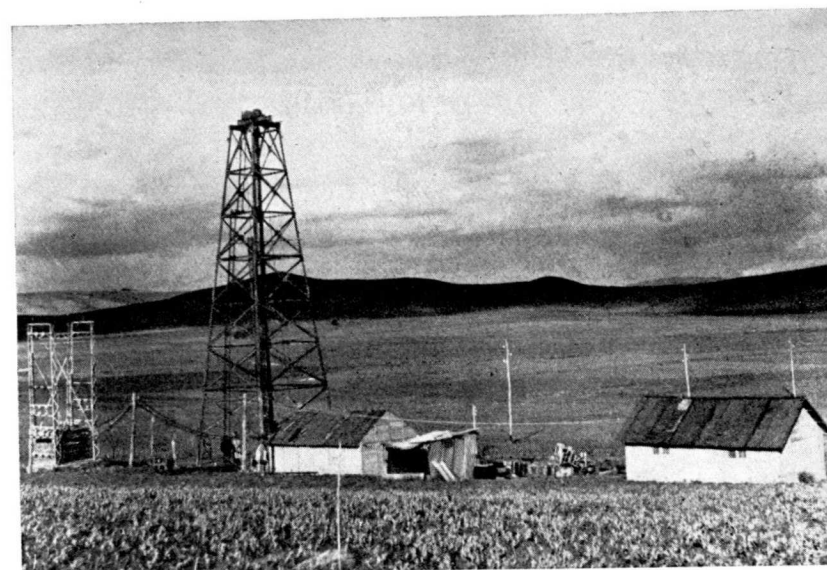


Fig. 5.—Sondeo núm. 8 en la estructura de Dchar Yedid.

rolíferas de los terrenos triásicos, pues en el pueblo de Medinaceli las calizas del Muschelkalk, que forman los flancos de un anticlinal de charnela hundida, aparecen impregnadas de asfalto en sus grietas y fisuras.

Se levantó un plano geológico de la zona a escala 1/250.000 y otros planos a escala 1/50.000 de las zonas más interesantes.

En el lugar de Medinaceli se abrió una galería inclinada siguiendo la línea de máxima pendiente, pero el resultado fué negativo.

Se aconsejó, como consecuencia de los estudios realizados, la investigación sistemática de otras zonas de la ordillera Ibérica con vistas a las posibilidades petrolíferas de las canchales existentes entre el Triás y el Jás.

#### INVESTIGACIONES DE LA COMISIÓN DE INVESTIGACIONES PETROLÍFERAS VALDEBRO

Por el convenio suscrito el 26 de julio de 1952 entre I. N. I. y un grupo norteamericano se plasmó un deseo de mutua colaboración, cuyo fin inmediato era la prospección petrolífera de determinadas concesiones enclavadas en el Valle del Ebro. La realización se encomendó a la Comisión de Investigaciones Petrolíferas Valdebro. Se realizó en Marcilla el primero de los sondeos proyectados en la zona afectada, después de estudiada geológicamente e investigada geofísicamente por el método sismográfico.

Apreciada en su momento la procedencia de extender las investigaciones petrolíferas a áreas inmediatas—reservadas por el Instituto—a las zonas consideradas en el antedicho convenio, se ultimaron con el grupo ame-



ricano participante en Valdebro las gestiones iniciadas al efecto durante el año anterior, que cristalizaron en el establecimiento, con fecha 13 de marzo de 1953, de un nuevo convenio—llamado número 2.— Según el mismo, la aportación de este organismo estará integrada por la concesión que cubre el susodicho proyecto, y las inversiones precisas se realizaron en pesetas y dólares por el I. N. I. y el grupo americano.

Análogamente, el Instituto y el referido grupo americano, previas las oportunas negociaciones, recogieron en otro convenio (núm. 3) los distintos aspectos de la nueva colaboración encaminada a la realización conjunta de investigaciones en zonas reservadas al I. N. I. y a cuya financiación se destinarían las cantidades necesarias para la total investigación de las áreas que se determinen, aportadas a partes iguales por ambos grupos.

#### D) INVESTIGACIONES EN LA PARTE ALTA DEL VALLE DEL EBRO

1. *Investigaciones geológicas.*—La primera reserva a favor de esta entidad se denominó «Milagro». Los reconocimientos de orden general practicados en la región mostraron la existencia de cinco estructuras, dos de las cuales, por lo menos, aparecían cerradas y presentaban caracteres que las señalaban como de interés para su inmediata prospección.

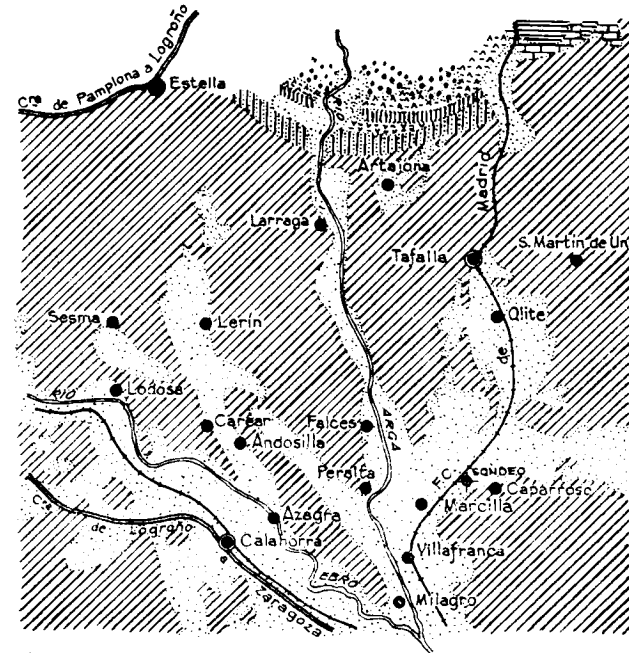
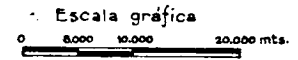
De todas ellas se apreció como de mayor interés por sus condiciones y dimensiones la constituida por el anticlinal de Falces.

Por consiguiente, se procedió a reconocimientos geológicos más detallados. Por parte de Valdebro se realizó un estudio de carácter regional. Por su parte, Ada-



Fig. 6.—Vista aérea del anticlinal de Falces, con su terminación periclinal.

MAPA GEOLÓGICO ZONA MARCILLA



|             |         |  |   |
|-------------|---------|--|---|
| CUATERNARIO |         | Acarreos y aluviones   |   |
| NIVEL 6     |         | Areniscas y conglomerados de la Sierra del Perdón. (Equivalente septentrional del nivel 5) |   |
| OLIGOCENO   | NIVEL 5 |  | Arcillas, margas areniscas y yesos. - Estos últimos predominan en la región meridional. |
|             | NIVEL 4 |  | Margas y areniscas duras  |
|             | NIVEL 3 |  | Margas y yesos  |
|             | NIVEL 2 |  | Arenas y margas rojas, duras  |
|             | NIVEL 1 |  | Yesos basales   |
| EOCENO      |         | Calizas lutecienses con alveolina  |   |
| CRETÁCEO    |         | Turonense y Senonense  |   |

Fig. 7.

ro llevó a cabo un estudio de las condiciones geológicas de la zona sometida a investigación inmediata. Este trabajo se polarizó de manera más inmediata al estudio del anticlinal de Falces o Marcilla, ya que de ambas maneras se han designado estas investigaciones (Falces por el nombre que se le dió al anticlinal; Marcilla, por la localidad en que se ubicó el sondeo). Este anticlinal con su cierre NO. puede observarse en la figura 6, que es una fotografía aérea.

En las apreciaciones de Valdebro, y dejadas a un lado otras cuestiones que no interesan de manera inmediata, se describe la estructura de Falces con sus sesenta y seis kilómetros de largo, por doce de ancho. la cual debe drenar una superficie de setecientos kilómetros cuadrados. Se establece analogía con la de Kettelman Hills. Se esperaba encontrar los primeros indicios bajo el Oligoceno, considerado como terreno muerto, cuyo espesor se estima en 1.500-1.600 metros.

Como consecuencia de las consideraciones que se hacen acerca de la composición o historia estratigráfica y tectónica del valle del Ebro y que constituyen la parte más extensa del informe, se propone la ejecución de un sondeo de investigación situado a 1,5 km. al SE. del centro estructural del anticlinal por motivos de mayor facilidad de organización.

Los estudios de detalle realizados sobre la misma estructura y zonas inmediatamente contiguas, dirigen su atención sobre los espesores del Oligoceno y sobre la estructura misma (ver fig. 7). A causa de lo incierto de las predicciones acerca de lo que se ha de encontrar en profundidad y en la seguridad de que habrán de cortarse en cualquier caso formaciones cretáceas y jurásicas y quizá eocenas, siempre que el espesor del Oligo-

CORTE GEOLOGICO A TRAVÉS DE LA ESTRUCTURA DE MARCILLA

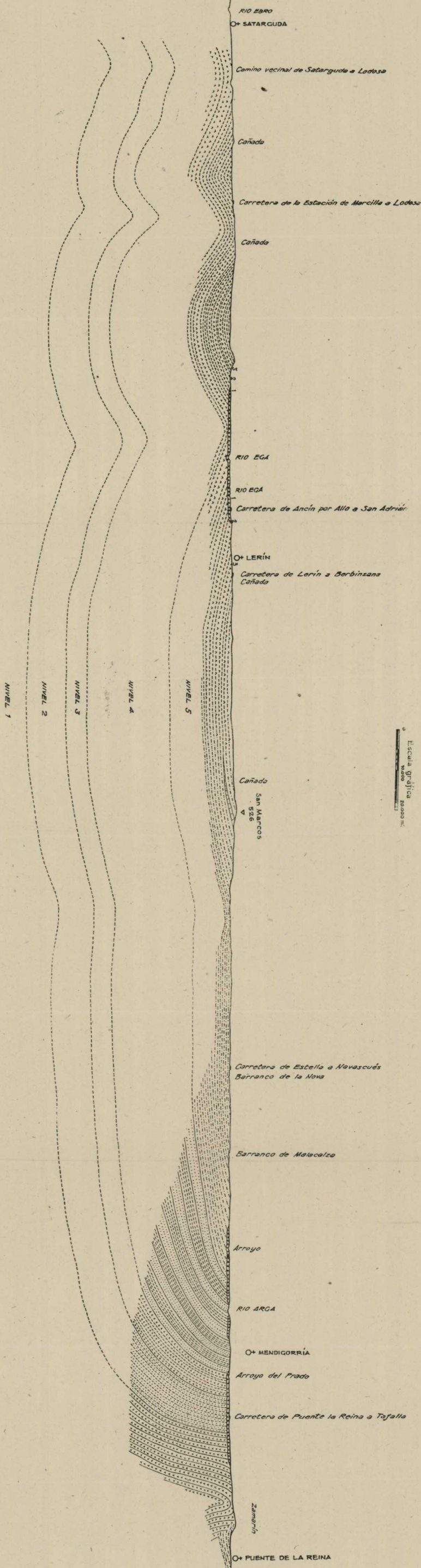


Fig. 8.



ceno permita llegar a ellas, centró su atención en este último problema. El reconocimiento se llevó hasta buscar en los afloramientos superficiales del Oligoceno los niveles más bajos aflorantes, para lo que fué necesario recorrer con detalle un área muy extensa. Por medio de itinerarios de observación minuciosa, se obtuvieron gran cantidad de medidas de rumbos y pendientes, así como una división stratigráfica y una serie de contactos entre los distintos niveles oligocenos. Se llevó esta información, mediante extrapolación profunda, hasta el eje de la estructura.

El resultado fué a primera vista muy desconcertante, ya que los cortes occidentales dan resultados en aparente contradicción con los orientales, no obstante basarse en una densidad y calidad de observación de idéntica categoría. Según los cortes trazados en la zona occidental del anticlinal, las formaciones más bajas visibles del Oligoceno quedan a gran profundidad bajo la estructura; según los de la zona oriental, estos niveles profundos llegan incluso a aflorar en la charnela.

Pero la existencia de una marcadísima discordancia intraoligocena, presente en la zona oriental y apenas acusada en la occidental, indica que no pueden extrapolarse las medidas de superficie más que en el área occidental y que sólo son válidas las cifras arrojadas por estos cortes.

Por consiguiente el informe señala que ha de esperarse un gran espesor de Oligoceno, que se estima, como mínimo, en 3.500-4.000 metros.

La serie stratigráfica que se establece es la siguiente, expresada en orden de formaciones inferiores a superiores, dentro del Oligoceno y a partir del nivel más bajo aflorante (ver fig. 8).

1. Yesos y margas de color blanquecino. Espesor, desconocido.

2. Margas y areniscas duras de color rojo profundo. Espesor, 800-1.100 metros.

3. Margas con hiladas de yeso. Espesor, 500-600 metros.

4. Margas y areniscas en estratificación muy regular y color amarillento. Espesor, 2.000 metros.

5. Areniscas, que quizá son la representación de la facies marginal. Su espesor se estima en 1.500 metros hasta su nivel de erosión actual.

Todas estas facies podrían estar representadas por evaporitas hacia el centro de la depresión, a la altura del anticlinal que se investiga, y desde luego lo están en el tramo cuatro, que aparece allí formado por yesos en gran predominancia.

Las cifras de espesores corresponden a sus afloramientos y podrían experimentar reducción hacia el centro de la depresión; la variación se estima que podría significar cifras más altas de espesores.

En esta área existen varias estructuras tectónicas, anticlinales y sinclinales. La más llamativa entre ellas, por su perfección y dimensiones, es la de Falces o Marcilla, que se puede ver en la fotografía aérea de la figura 6, incluso con su cierre NO.

Al NO. tiene cierre anticlinal perfecto. (Pendiente media, 10°.) Su afloramiento se realiza totalmente en el nivel cuatro, representado predominantemente por evaporitas. Es un pliegue de relieve invertido y sus flancos son extraordinariamente rectos y regulares. Hacia el SE. los depósitos aluviales recubren gradualmente la estructura, degradada por la erosión, y la sustraen a la observación.

Papel muy útil e interesante en su estudio desempeñó un nivelito de calizas lacustres (cota San Marcos, figura 8) que permitió establecer la continuidad y relación de diversos niveles estratigráficos en zonas tan distantes.

Se llega en el informe a las siguientes conclusiones resumidas:

1. El sensible paralelismo de los flancos a lo largo de la estructura elimina la posibilidad de que en su centro aparezcan niveles más profundos. Todo el afloramiento se desarrolla dentro del mismo paquete de capas pertenecientes al nivel 4.

2. Los yesos aflorantes no representan, ni mucho menos, los del nivel uno de la base del Oligoceno.

3. Hay una gran discordancia muy acusada dentro del paquete oligoceno, que afecta, sobre todo, a la parte oriental de la zona investigada.

4. La base del Oligoceno debe encontrarse a los 3.500-4.000 metros, a juzgar por la disposición superficial, si bien la cifra se basa en extrapolaciones que son siempre peligrosas.

2. *Investigaciones geofísicas.*—Simultáneamente se llevó a cabo una prospección geofísica por el método de reflexión. En la figura 9 pueden observarse los camiones del equipo geofísico. Los resultados podemos calificarlos de poco brillantes, debido por una parte a que se trataba de una región no explorada previamente por geofísica ni por sondeos, y de la que se desconocían, por consiguiente, las características geomecánicas de las formaciones. Por otra parte, a que la abundancia y potencia de evaporitas actuó como factor muy adverso, por un lado, para la propagación de las ondas, y por otro, porque sus frecuentes y rápidas alternancias, intercala-



ciones y cambios, introdujeron gran confusión en la interpretación de los resultados.

Si la prospección geofísica subsiguiente al reconocimiento geológico es siempre muy recomendable, era en este caso más obligada aún debido a que la potencia y, sobre todo, la plasticidad de las rocas de cobertura podrían haber determinado no sólo un corrimiento lateral en profundidad del eje de la estructura superficial, sino incluso la desaparición gradual de ésta, reduciéndola a un simple plegamiento de la masa de evaporitas.

Como es bien sabido, la moderna prospección sísmica por reflexión dispone de medios adecuados para responder a ambas preguntas aun en el caso presente en que, por no haberse podido efectuar medidas previas de las velocidades de propagación de las ondas sísmicas, había que limitar los objetivos a la consecución de buenas «isócronas» que asegurasen la posición del vértice y aun la existencia misma de la estructura sin lugar a dudas, dejando para más adelante (concretamente a la terminación del sondeo) la medida de las velocidades de propagación, que permitiesen, a su vez, un conocimiento más exacto de la estructura estudiada en cuanto a profundidad de estratos en la misma, potencia, buzamientos, etc.

El método empleado fué, como queda dicho, el sísmico por reflexión.

La disposición de los sismómetros en el campo fué la de «alineaciones partidas»; es decir, aquella en la que no se cambian de posición los sismómetros comprendidos entre cada dos disparos consecutivos, y sí, en cambio, los de la otra mitad de la alineación. Esta forma operatoria, sobre ser la que logra un total reconocimien-

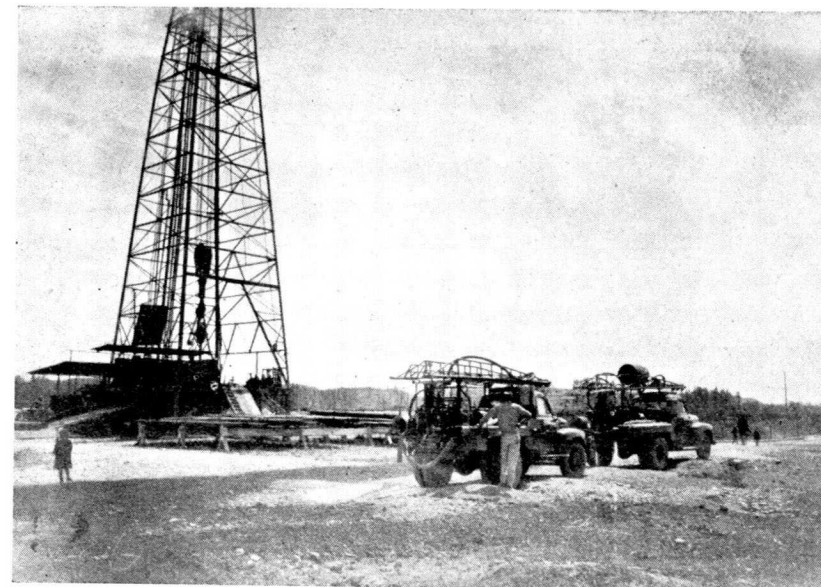


Fig. 9.—Sondas portátiles del equipo geofísico y torre del sondeo de Marcilla.

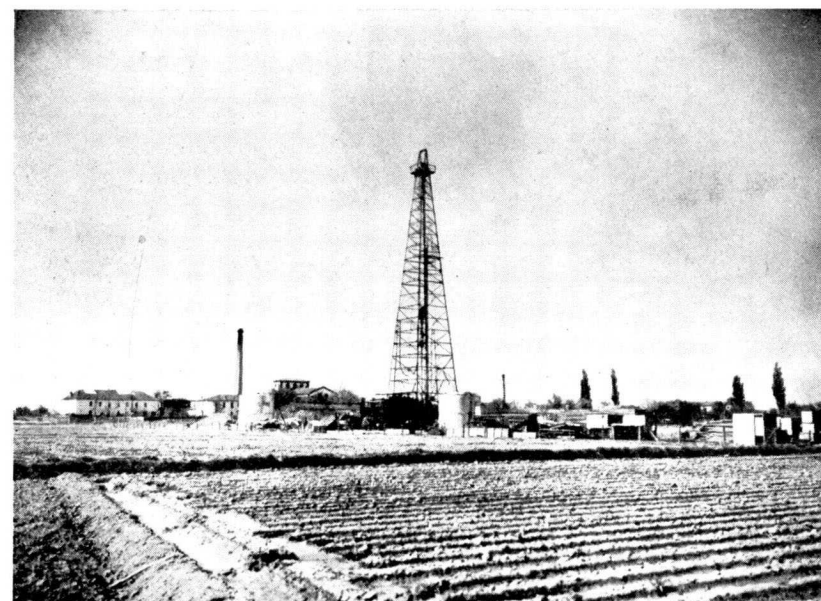


Fig. 10.—Vista general de las instalaciones del sondeo de Marcilla.

to del terreno, según el plano vertical de la alineación se mostró como la más eficaz en las pruebas previas.

Quedó igualmente probado en éstas que, para conseguir buenos registros en el aluvial del valle de los ríos Arga y Aragón, lo mejor era hacer dos disparos consecutivos en el mismo agujero a 20 metros y a 40 metros de profundidad, con cargas de 2,5 kg. y 5 kg., respectivamente, en tanto que en el resto bastaba con menores profundidades: 15 metros y 30 metros con iguales cargas, respectivamente.

La longitud total de cada alineación parcial fué de 600 metros, dividida en dos mitades por el punto de disparo, siendo su comienzo el punto de disparo anterior y su final el punto de disparo próximo. La distancia pues, entre cada dos puntos de disparo consecutivos era de 300 metros; a intervalos de 25 metros se colocaba dos sismómetros conectados entre sí en serie, que hacían el efecto de uno solo, pero que al estar separados convenientemente anulaban, como es sabido, las ondas superficiales, incrementando en cambio las reflejadas.

El número de sismógrafos correspondiente a cada disparo y que se revelaban simultáneamente en la citada era, por tanto, 24, o sea, 12 a cada lado de la explosión.

El total de puntos de disparo se elevó a 96, distribuidos en tres alineaciones generales y cuatro accesorias.

Siguiendo métodos exclusivamente analíticos, y, por tanto, notoriamente imprecisos, se determinaron en las alineaciones generales velocidades de propagación a distintas profundidades, reconociéndose, en consecuencia, algunas reflexiones como procedentes de hasta 3.000 metros de profundidad.

Debido a las condiciones locales no fué posible pra

ticar las alineaciones parciales continuas, sino salteadas, y de ellas se obtuvieron, en general, resultados satisfactorios.

Para no extendernos demasiado los resumiremos diciendo que se consiguió, al menos, una buena determinación del eje y del vértice de la estructura, objetivos primordiales de la prospección iniciada, que quedaron así cumplidos.

Determinada de este modo, por estudios geológicos y geofísicos, la forma de la estructura y señalada su culminación, ésta ofrecía además grandes ventajas, de orden accesorio, pero nada despreciables, tales como proximidad a estación del ferrocarril, a una carretera principal y a un canal de agua con caudal sobrado para las necesidades normales de una perforación. La topografía era, además, sumamente favorable, ya que se podía proceder al montaje inmediato de las instalaciones sin mediar ninguna preparación especial.

3. *Investigaciones mecánicas.*—La elección de la sonda adecuada se hizo teniendo en cuenta que, hasta en el más optimista de los casos, se preveían profundidades mínimas del orden de los 2.500 metros, porque, en el caso de surgir petróleo, en las estructuras adyacentes habría de encontrarse a mayor profundidad. Igual consideración tuvo el fin perseguido; es decir, la investigación de un horizonte más o menos profundo, pero sin prestar gran atención al recubrimiento. Consecuentemente la elección recayó sobre el tipo «Rotary», capaz de avances rápidos (que no excluyen la toma eventual de testigo) y con capacidad de perforación susceptible siempre de un ligero aumento de unos 12.000 pies. En la fotografía de la figura 9 pueden verse detalles de la

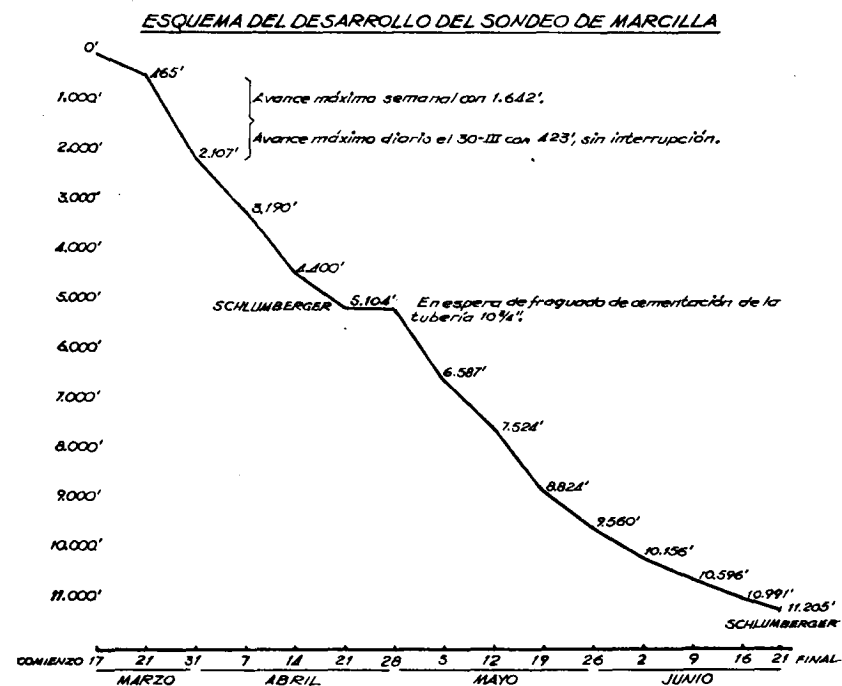


Fig. 11.

torre y de los camiones del equipo geofísico. En la figura 10 se observa la instalación completa del sondeo.

Las características más sobresalientes de la instalación eran las siguientes:

Torre número 18, según la clasificación A. P. I., de acero al silicio, con altura de 136' (sin contar subestructura) y capacidad para soportar 952.000 libras de peso.

Varillaje de 4 1/2" O. D. en secciones de 30'. Entibaciones: 200' de 16"; 4.000', de 10 3/4", y 12.000', de 7".

Tubería de producción: 12.000' de 2 7/8".

Dos bombas de inyección Ideal C-350; tres grupos cuádruples de motores Diesel, con su acoplamiento en paralelo, sumando una potencia total instalada de 1.590 H. P.

La marcha de la perforación fué perfectamente normal, sin más incidencias notables que la pérdida de circulación a los 2.580' y a los 5.104'; resueltas sin dificultad.

Se hicieron ocho tomas de testigo a partir de las siguientes profundidades y con avances de 20' en cada caso: 4.691'; 4.814'; 9.070'; 9.865'; 10.524'; 10.671'; 10.905', y 11.184'.

La perforación comenzó el 17 de marzo de 1953, concluyendo el 21 de junio del mismo año en los 11.205' de profundidad y, según puede verse en el gráfico de la figura 11, la máxima velocidad de avance correspondió al intervalo de 465' a 2.107', en cuya semana se dió igualmente el máximo avance diario con 423' el 30 de marzo.

Se hicieron los siguientes cambios de diámetros, después de emboquillar con 20".

A los 212' a 13 3/4" y a los 3.924' a 9", en que se terminó.

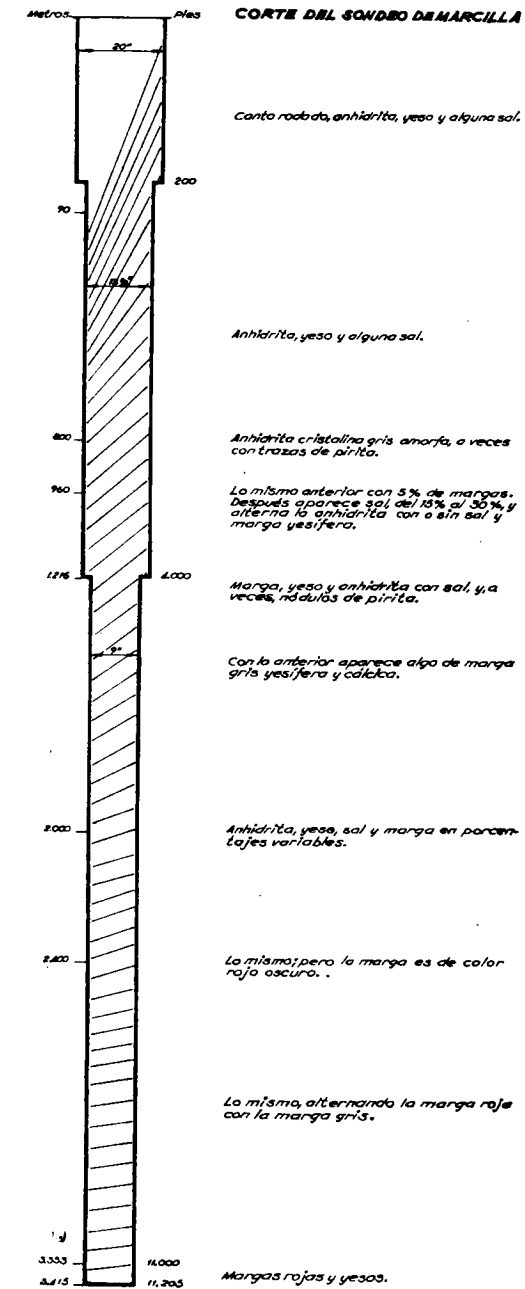


Fig. 12.

La zapata de la entibación de 16'' se cementó a los 195', y la de la de 10 3/4'' a 3.918'.

*Pruebas realizadas.*—Dos testificaciones eléctricas. Schlumberger a los 5.104' y a los 11.205, final de sondeo, respectivamente. No dieron resultados dignos de mención. Estos detalles pueden observarse en la figura 11, que da idea de la marcha del sondeo.

*Columna estratigráfica.*—Puede verse en la figura 12.

A juzgar por los resultados de este sondeo quedó confirmado el espesor previsto para el Oligoceno como resultado de las comprobaciones llevadas a cabo por Adaro. Es decir, quedó plenamente comprobado que las evaporitas presentes en los afloramientos de la charnela no correspondían a las del tramo uno, el más bajo visible en la superficie, sino que se trataba de facies yesíferas correspondientes a los niveles más altos.

Se ha opinado como consecuencia de los resultados de la investigación geofísica del sondeo que el anticlinal, tan perfectamente conformado en superficie, resulta de una acumulación de sal semidiapírica, y que, en realidad, el yacente Oligoceno no está plegado anticlinalmente. Es posible que así sea, pero no parece que haya suficiente evidencia para dar el hecho como firmemente establecido, sino solamente como una posibilidad, que será necesario comprobar mediante estudios más detallados y tener muy en cuenta en posibles futuras investigaciones.

#### E) INVESTIGACIONES EN LA ZONA SEPTENTRIONAL DE LA PROVINCIA DE SORIA

La presencia de indicios petrolíferos en la región de Soria ha sido causa de haberse dirigido hacia ella la

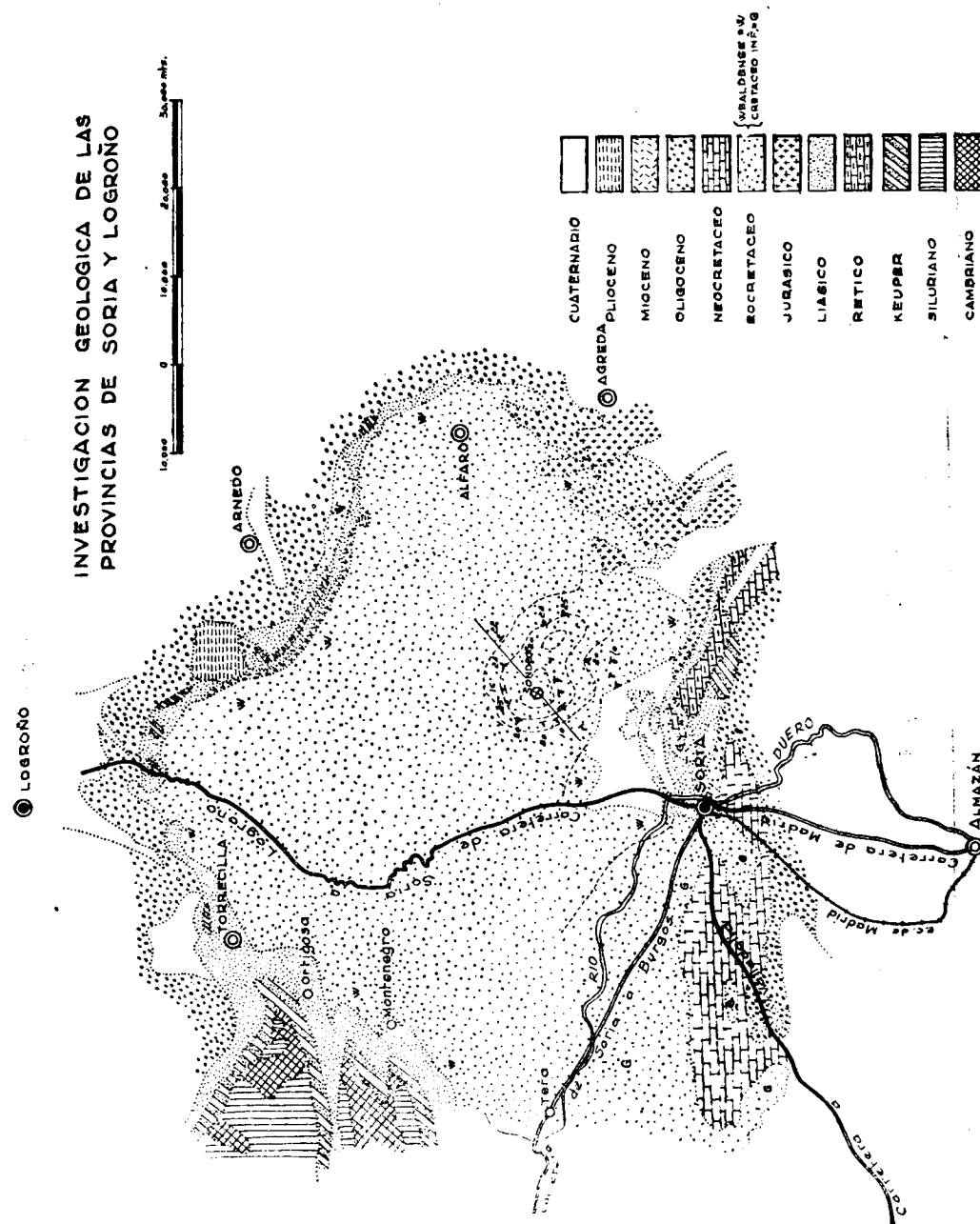


Fig. 13.

CORTE GEOLÓGICO DE LA ESTRUCTURA DE CASTILFRÍO (SORIA)

ESCALA 1:100.000

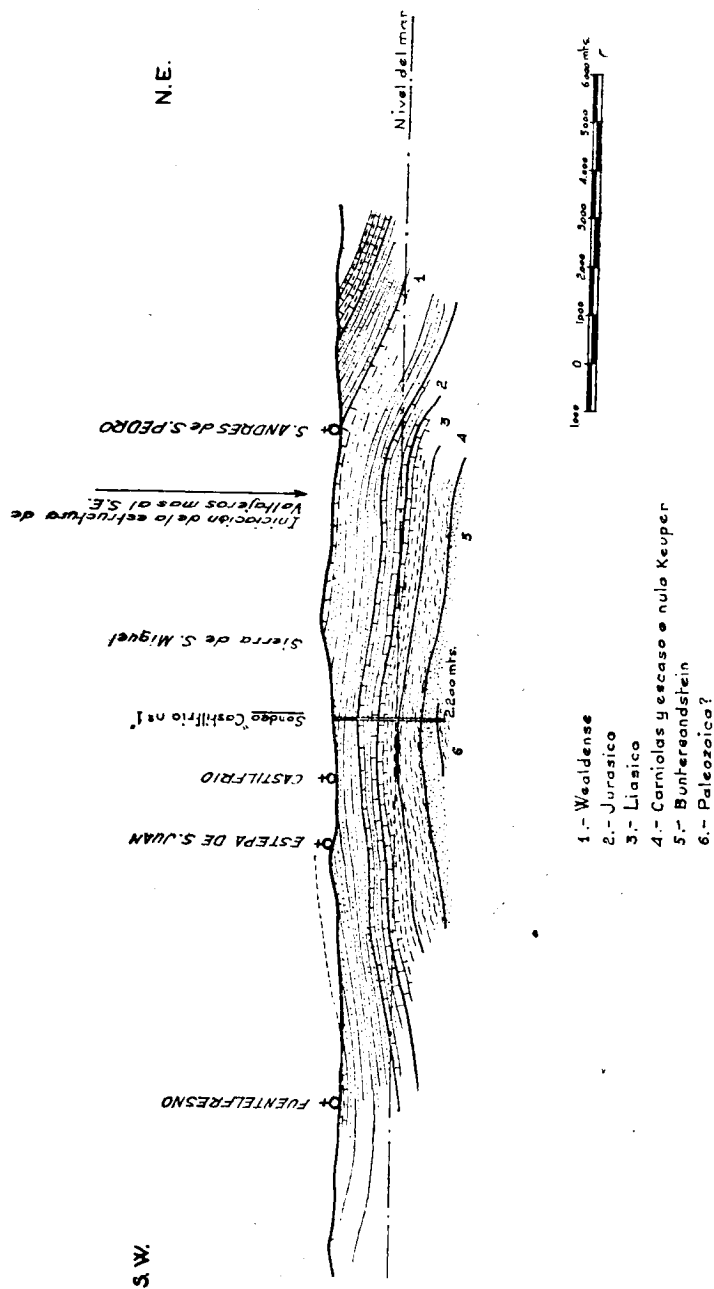


Fig. 14.

atención de Valdebro. Todos ellos están situados al Sur de una extensa marcha wealdense, que aparece representada en el plano de conjunto que acompañamos (figura 13), en la prolongación por el NO. de la cordillera Ibérica. Las manifestaciones se presentan en formaciones marginales a la mancha wealdense citada, afectadas por agudos pliegues y fallas.

En los depósitos continentales del Wealdense, por el contrario, los pliegues son suaves y la tectónica en general es menos violenta.

El espesor del Wealdense ha constituido un aparente obstáculo para las investigaciones, pero después de su estudio detenido se ha visto que el aumento de espesor es gradual de Sur a Norte, desde los 300 a los 6.000 metros, aproximadamente.

El estudio de la parte meridional de la mancha wealdense dió como resultado el hallazgo de una estructura muy amplia, de 19 por 15 km., con un cierre de unos 800 metros.

Esta estructura, denominada de Oncala, dió lugar a la ejecución del sondeo de Castilfrío número uno.

1. *Estratigrafía.*—La serie estratigráfica está constituida de abajo arriba, según se deducía de las observaciones en las zonas marginales, de la siguiente forma (puede seguirse con el corte geológico esquemático, pues sólo se extiende al domo de la estructura donde se ubicó el sondeo) (fig. 14):

Un Paleozoico (6) formado por sedimentos que van desde el Cambriano al Carbonífero, pizarras en su mayor parte.

El Triásico (5), en donde están representados los bancos arenosos del Buntersandstein, las calizas en estrecha



banda y de manera accidental del Muschelkalk y las arcillas rojas, yesíferas y salíferas del Keuper (4).

A continuación el Lías, que se inicia con calizas dolomíticas (horizonte de las carniolas) (4) y accidentales yesos potentes; luego la serie margosa y caliza (3), estando representada hasta el Toarciense.

El Jurásico (2), que reposa encima, comprende calizas, margas y areniscas que abarcan desde el Bajociense al Oxfordiense. La serie termina con una caliza coralígena, probable representación del Lusitaniense.

A continuación depósitos continentales que se atribuyen al Wealdense (1), aunque pudieran representar el Purbeck, con ligera discordancia sobre la serie jurásica.

Estos sedimentos continentales se inician con arcillas rojas, conglomerados de cantos de cuarzo y areniscas rojas. Encima, calizas también lacustres fosilíferas, con *Taenidium* y *Strobilos* y fauna de agua dulce, *Unios*, *Paludinas*, *Physas*, *Bythinias*, etc. Entre ellas se presentan intercalaciones de areniscas. Nueva banda de areniscas y otra de calizas potentes.

Esto por lo que se refiere a la parte septentrional. En la meridional, sobre las calizas de la primera banda, se presentan los depósitos arenosos del Albense, en donde con frecuencia se han encontrado yacimientos de asfalto.

Cuando la serie aflora completa se superponen un Cenomanense margoso y un Senonense calizo y aun el Eoceno y luego los depósitos continentales del Oligoceno.

La estructura está constituida por depósitos del Wealdense, aflorando la banda caliza inferior y las arenas rojas de la base.

El sondeo atravesaría este último horizonte y el subs-

tratum que le sigue de Jurásico, Lías y, finalmente el Triásico, en donde debía darse por terminada la investigación.

La incertidumbre en la fijación de espesores a cortar estaba en la discordancia con el Jurásico y en el aumento de espesores del Wealdense hacia el Norte.

2. *Tectónica*.—La dirección general de los pliegues es la general de la Cordillera Ibérica, de NO. a SE.

Las líneas de pliegues presentan ondulaciones que ofrecen los máximos al NO., donde aflora el Paleozoico de la Sierra de la Demanda, y al SE. en la prolongación de la cadena.

Dentro del Wealdense se observan fallas de escasa importancia, que no llegan a constituir más que fenómenos locales.

Una de las inflexiones de los ejes de plegamiento ha dado lugar a la estructura, formada por bancos, cuyo buzamiento alcanza los 25° por el NE. y 15° al NO., y está constituida, a su vez, por dos pequeñas estructuras dentro de la principal.

Reproducimos un corte esquemático que da idea de las mismas (fig. 14).

3. *Prospección realizada*.—El sondeo se emplazó en una de las estructuras, la de Castilfrío, que, con la de Valtajerós, está incluida en la gran estructura principal. Las dimensiones del domo de Castilfrío son: nueve kilómetros por seis, con un cierre de unos 500 metros.

El sondeo no está colocado en el ápice de la estructura, sino ligeramente al borde, donde los bancos tienen un buzamiento de 12°.

Las medidas efectuadas en los bordes dieron cifras para el Wealdense desde 150 a 295 metros, lo que prueba la variación de espesores.

**SONDEO CASTILFRÍON Nº 1 (SORIA)**

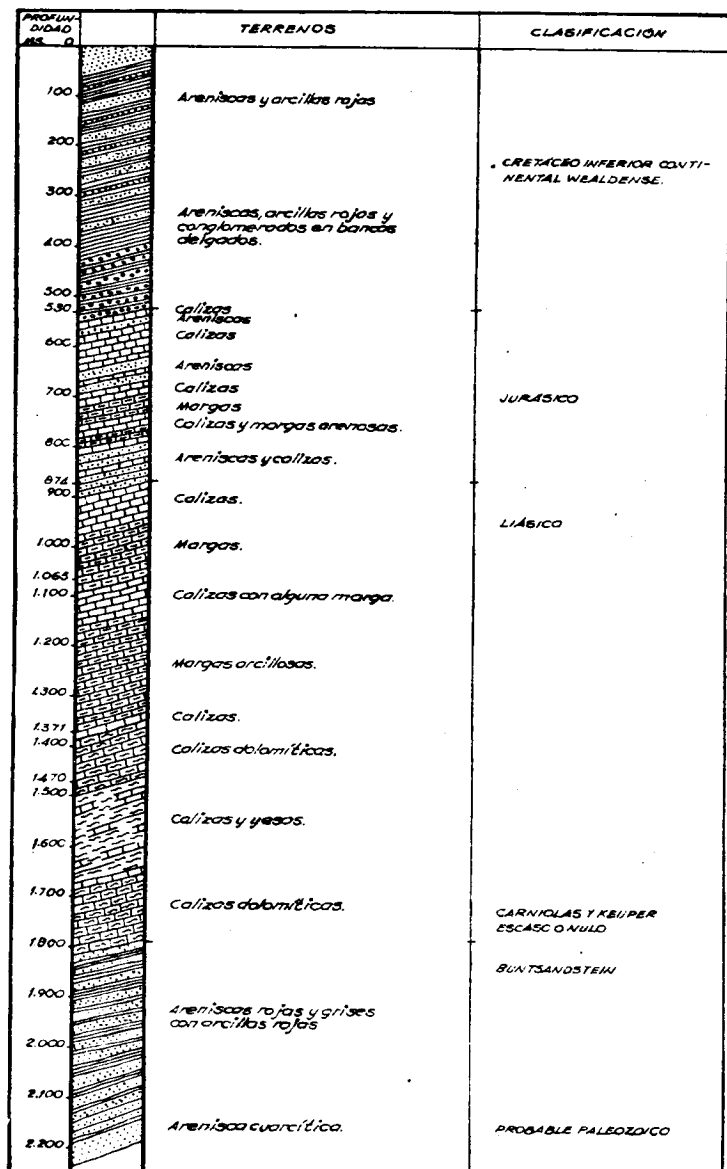


Fig. 15.

Como cifra límite para la perforación se calculó la 2.000 metros para atravesar Wealdense, Jurásico, Liásico y Keuper.

Los resultados obtenidos en el sondeo de Castilfrío están indicados en el esquema que acompañamos (Figura 15).

El Wealdense fué reconocido con una potencia de 530 metros, lo que representa un fuerte aumento en relación a las medidas tomadas al Sur.

El Jurásico se acabó de cortar a los 874 metros, dando, por consiguiente, un espesor de 344 metros.

A los 1.385 metros aparecen calizas dolomíticas y a los 1.475 metros anhidritas con calizas que deben ser atribuidas aún al Liásico, siendo sus capas inferiores dolomíticas la probable representación del horizonte de Carniolas.

El Keuper de arcillas rojas y yesos no se reconoce de manera clara y puede tener una representación escasa en la zona de Carniolas, anterior a los 1.800 metros. Los horizontes inferiores a 1.800 metros están compuestos por areniscas rojas y grises con arcillas rojas y algún banco de conglomerado de canto de cuarzo, estratos que pertenecen al Bunt. Los últimos 50 metros de areniscas cuarcíticas pueden ser atribuidas al Paleozoico.

Se suspendió la perforación a los 2.000 metros, sin haber dado indicios de petróleo.

**F) INVESTIGACIONES PETROLÍFERAS EN LA REGIÓN AL SUDOESTE DE LA CORDILLERA IBÉRICA**

Esta región se extiende al Este y Sureste de Madrid. En el mapa geológico nacional, a escala 1/1.000.000, aparecía representada hasta ahora como cubierta casi e

clusivamente por formaciones terciarias y sobre todo por Mioceno continental. En medio de ella, y dirigida de N. a S., se encuentra la alineación de la Sierra de Altomira, constituida, según aquel mapa, por Cretáceo Superior.

Hacia el Oeste el Terciario se apoya sobre formaciones cristalinas y paleozoicas; hacia el Este, sobre una serie plegada que comprende Cretáceo Superior e Inferior, Liásico y Triásico, que constituye la Sierra de Cuenca. Hacia el Sur, sobre formaciones de la misma serie estratigráfica, que aparecen plegadas en suaves y tendidos pliegues.

Por consiguiente, y según esta estructura general, se podía esperar que bajo el Terciario alto, discordante, existiesen pliegues en la serie secundaria, prolongación hacia el Oeste y Norte, de las que forman los bordes oriental y meridional de la cuenca.

Esta serie secundaria, descrita en muchas ocasiones en relación con sus posibilidades petrolíferas, es la misma, con variantes de mayor a menor alcance, para toda la Cadena Ibérica. Se considera, con motivo, como muy apropiada para constituir depósitos petrolíferos, sobre todo en las arenas y areniscas albenses, cubiertas por margas cenomanenses y protegidas por las calizas del Cretáceo Superior más alto. La región carece de manifestaciones petrolíferas de interés, si bien hay algunas de carácter dudoso.

Se esperaba que el Terciario pudiese reflejar de alguna manera la morfología de estas estructuras.

Los primeros reconocimientos permitieron ya comprobar que la idea que antes se tenía de esta región era totalmente errónea. La Sierra de Altomira está muy lejos de constituir el único afloramiento secundario, pres-

BOSQUEJO GEOLOGICO DE PARTE DE LAS PROVINCIAS DE  
GUADALAJARA-CIUDAD REAL Y CUENCA

POR LOS SEÑORES BOWERS, FORD,  
GARCÍA-FUENTE, RÍOS Y MARTÍNEZ-PEÑA

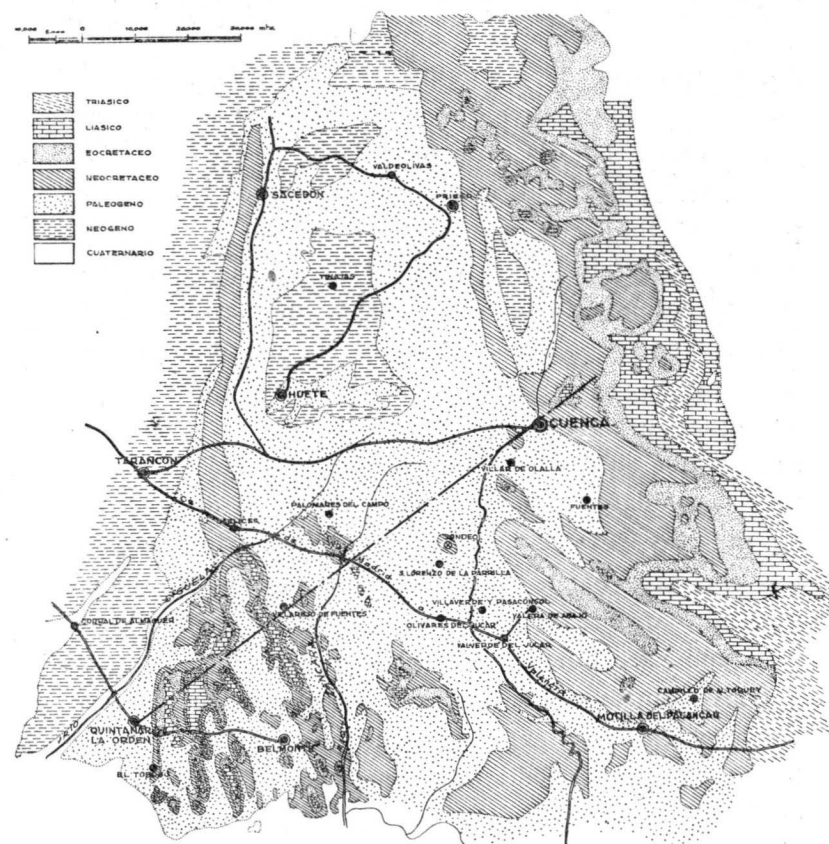


Fig. 16.

to que hay otras muchas estructuras aflorantes de diversos tipos y dimensiones, en muchas de las cuales asoma no solamente el Cretáceo Superior, sino además el Inferior y el Liásico, a veces en grandes dimensiones, como puede verse en el mapa geológico de la figura 16. Hasta ahora habían pasado inadvertidas o habían sido confundidas. Es curioso, en cambio, que el Triás, que dados los espesores y forma de las estructuras debe de quedar en muchas de ellas muy próximo a la superficie, no llegue a asomar en ninguna. Aflora, por el contrario, discontinuamente por el Oeste y Sur sobre el Paleozoico, y al Este, bajo la serie secundaria.

Existen además formaciones eocenas difíciles de separar del Oligoceno, con el que se reúnen por ahora en un conjunto Paleogeno. A su vez, la definición del tránsito Oligoceno Mioceno es todavía algo arbitraria. El Mioceno se reúne en las formaciones más modernas en un Neogeno. Los plegamientos son intraoligocenos y se extinguen gradualmente dentro de esta formación, de manera que su parte baja sigue con fidelidad las estructuras secundarias, sobre las que reposa en discordancia ligera. Hay formaciones conglomeráticas intraoligocenas más bien bajas dentro de la formación. El Paleogeno alto apenas refleja ya las estructuras profundas. El Neogeno yace prácticamente horizontal.

Las formaciones secundarias, de muy reducido espesor hacia el Oeste, engrosan gradual y considerablemente hacia el Este (puede observarse en el corte geológico de la figura 17), sin que, por otra parte, varíe su carácter litológico en nada fundamental.

Las estructuras hacia el Oeste son muy peculiares. Son, en general, muy largas y estrechas, de flancos muy empinados, casi verticales o verticales y a veces desplo-

mados. Los techos son prácticamente horizontal-ondulados. Los bordes están constituidos muchas veces por un agudo doblez, otras por agudos repliegues muy estrechos que complican notablemente la traza superficial de los contactos. A veces están separadas por amplias y tendidas depresiones rellenas de Paleogeno; otras se acumulan en acordeón, detalles que pueden observarse en el mapa geológico de la figura 16 y en el corte de la figura 17.

Hacia el Este, conforme la serie va engrosando, las estructuras se hacen más normales y dan lugar a amplias y tendidas estructuras abovedadas en las que a veces se aíslan bellísimos domos.

Estas últimas estructuras son las que han atraído, en primer lugar, nuestro interés, tanto por su perfecta morfología petrolífera como por el carácter antes mencionado de su serie sedimentaria. Únicamente se pediría que la región mostrase algún indicio petrolífero más digno de fe que las dudosas menciones que se conocen.

En conocimiento de todos estos hechos se vino por una serie de exploraciones rápidas de tan extensa zona, cuyos itinerarios se completaron mediante el estudio de fotografías aéreas que en esta región muestran las estructuras con sorprendente nitidez, al menos para una primera orientación.

De la serie de estructuras así cartografiadas se seleccionó, como primer objeto de investigación, la de San Lorenzo de la Parrilla, localidad situada ligeramente al Este de la carretera general de Madrid a Valencia.

Es un domo que cierra en calizas del Cretáceo Superior en afloramiento de reducidas dimensiones y que queda recubierto por formaciones paleogenas que lo aíslan de las restantes manchas secundarias.

Se procedió al montaje de un tren de sonda con objeto de perforar toda la serie secundaria que se manifestaba allí aflorando en cretáceo superior.

El tren de perforación es de la casa Haniel & Lueg, tipo FG-I-70, propiedad de «Adaro».

La casa constructora de la torre es la Salzgiter.

La mesa de rotación, el cabrestante, carretel y la bomba de lodos están accionados por un solo motor de gas-oil, de la casa M. A. N., y de 200 H. P. potencia.

El sondeo comenzó el día 15 de febrero de 1955 cortando calizas del Cretáceo superior hasta los 130 metros, en que aparece el Cenomanense. Desde los 130 a los 160 metros aparece el Cenomanense. A partir de los 160 metros aparece ya el Albense hasta los 260 metros, en que se manifiesta ya el Liásico a base de dolomías y calizas algo oolíticas. Actualmente el sondeo está a una profundidad de 870 metros, en calizas oolíticas.

Actualmente se están estudiando algunas estructuras semejantes a la perforada, para que caso de que el actual sondeo no diera indicios de petróleo continuar en otro sondeo la investigación de esta zona.

#### ESTUDIOS SISMICOS PARA LA INVESTIGACION DE GASES COMBUSTIBLES EN EL VALLE DEL GUADALQUIVIR

##### ANTECEDENTES

En el mes de junio de 1953 la Empresa Nacional de Industrialización de Residuos Agrícolas (E. N. I. R. A.) contrató con una empresa sondeadora la ejecución de varios taladros de corta profundidad en la vega que se extiende al sur de la estación de Baeza, en la margen derecha del río Guadalimar, con el fin de encontrar

aguas subterráneas en cantidad suficiente y con la temperatura adecuada para el abastecimiento de una fábrica que dicha empresa tiene proyectado construir aquel lugar.

No encontrándose agua en cantidad suficiente ni con la temperatura deseada en las capas freáticas de la citada vega, decidió E. N. I. R. A. contratar algunos sondeos más profundos con vistas a alcanzar, a ser posible, el contacto de los terrenos sedimentarios (Mioceno y Triás) con el granito que se suponía subyacente y en uno de ellos, que alcanzó cerca de 300 metros de profundidad sin salir de niveles miocenos, se observaron desprendimientos de gases combustibles a diferentes profundidades, principalmente entre los 270 y 275 metros. El hallazgo despertó el natural interés y el deseo de conocer la importancia que pudieran tener tales desprendimientos, y como la sonda de que disponía la casa contratista no permitía por su poca potencia continuar la perforación, se convino con la Empresa Nacional «Adaro», y ya por cuenta del I. N. I., la continuación de dicho sondeo. «Adaro» lo siguió hasta los 410 metros, encontrando entre los 282 y 283 metros nuevas emanaciones de gas, acompañadas de fango fluido, y a los 362,08 metros agua artesiana sulfurosa con caudal de tres litros por segundo y temperatura de 35°, muy superior a la que correspondería a ese manto acuífero por el grado geotérmico. A los 365,40 metros penetró la sonda en las margas rojas de la formación triásica, y en ellas se continuó perforando hasta los 410 metros, en que se dió por terminado el trabajo, sin que se observasen nuevas manifestaciones gaseosas, que por lo visto proceden exclusivamente de las capas miocenas. Estos resultados hicieron pensar a los geólogos de la

empresa «Adaro» en la posibilidad de que la gran mancha miocena que se extiende por el Valle del Guadalquivir desde Baeza hasta Sevilla, con anchura que va en aumento hasta la desembocadura del río, pudiera contener depósitos explotables de gases combustibles (metano principalmente) susceptibles de un aprovechamiento industrial y análogos a los recientemente descubiertos en Italia en el Valle del Po, precisamente en formaciones geológicas de edad similar (Mioceno y Plioceno).

Los depósitos miocenos del Valle del Guadalquivir no tienen, es cierto, ni la extensión ni, al parecer, el espesor de los del Valle de Po, pero son más que suficientes, sobre todo desde el paralelo de Ecija hacia el Sur, para dar origen a depósitos importantes de gases combustibles.

Los desprendimientos gaseosos observados en el sondeo de Baeza a que antes aludimos, y que denominamos sondeo número 1, no parecían corresponder a un fenómeno limitado o local, pues muchos kilómetros aguas abajo, en el cauce mismo del Guadalquivir, cerca de Andújar, se observan bastantes volcanes de fango extinguidos que no deben haber tenido otro origen que fuertes y continuadas erupciones gaseosas procedentes de un depósito cuya cobertura quedó debilitada por la erosión del río y pudo ser perforada por la presión propia de los gases.

Con objeto de comprobar si el fenómeno de las emanaciones gaseosas y, por tanto, el depósito gaseoso subterráneo que lo origina era o no restringido, se hicieron por «Adaro» tres sondeos más de investigación: el número 2 a 1.500 metros, al SE. del número 1, en la orilla izquierda del Guadalimar; el número 3, cerca de Villanueva de la Reina, en la orilla izquierda del Guadal-

quivir, y el número 4, junto a la estación de Bailén, en la margen derecha del mismo río.

El sondeo número 2 cortó emanaciones gaseosas a los 83,20 metros y agua artesiana con caudal de tres litros por segundo. A los 198,53 metros surgió una fuerte emanación de gases, que se repitió a los 225,97 y a los 263,26 metros. A esta última profundidad los gases lanzaban el agua del sondeo a cinco metros de altura. Las emanaciones encontradas a los tres últimos niveles fueron bastante importantes, y a pesar de no estar cementadas las tuberías de revestimiento y haber, por tanto, escapes entre ellas y el terreno, se mantuvo ardiendo el chorro de gas durante varios días hasta que se cortó la salida al descender más la tubería interior para continuar el sondeo. La sonda encontró el terreno triásico a los 530 metros y en él se continuó hasta los 630 metros sin observar nuevos desprendimientos de gas, lo cual confirma que dichos gases provienen exclusivamente de los niveles miocenos.

En los sondeos números 3 y 4 se encontró un espesor menor de capas miocenas y desprendimientos gaseosos más débiles; en el número 3 a los 217 metros y en el número 4 a los 92,05 metros. En este último se encontró también, a los 286,30 metros, agua artesiana sulfurosa, con caudal de ocho litros por segundo y temperatura de 31°.

Tanto en el sondeo de Villanueva de la Reina como en el de Bailén se logró atravesar la formación triásica y llegar a las pizarras paleozoicas que forman la base de la cuenca y las alturas de Sierra Morena.

Los cuatro sondeos de investigación mencionados han sido perforados muy cerca del borde de la formación miocena, por lo que no era de esperar que se en-



contrasen grandes volúmenes de gas ni a gran presión; han servido para comprobar que no se trata de un fenómeno local, sino que, por su extensión, tiene verdadera importancia y vale la pena estudiar metódicamente el alcance que pueda tener esta presumible fuente de riqueza.

No hubiese sido procedente hacer sondeos más al interior de la faja miocena, que es donde pueden encontrarse depósitos de gas de verdadera importancia, por el peligro que, como a continuación diremos, ello hubiese acarreado, y es necesario estudiar previamente por métodos geofísicos modernos la configuración en profundidad de las capas; primero, porque sería difícilísimo encontrar un depósito explotable con sondeos hechos al azar, a menos que su número fuese crecidísimo, y segundo, porque los sondeos en busca de gas han de hacerse con determinadas precauciones, con material apropiado y con una técnica especial que encarece mucho su ejecución y, por lo tanto, no puede prodigarse. Si no se toman estas medidas se corre el grave riesgo de producir una erupción incontrolable de la masa gaseosa, que podría ocasionar la pérdida total del depósito.

#### INVESTIGACIÓN GEOFÍSICA

Para realizar esta campaña de prospección geofísica, y dada la gran semejanza entre los posibles yacimientos gaseosos del Valle del Guadalquivir con los actualmente en explotación en el Valle del Po, la Empresa Nacional «Adaro» dirigió sus pasos hacia la «Agip Mineraria», Empresa estatal que tiene a su cargo tanto los estudios geofísicos encaminados al descubrimiento de los anticlinales en que se hallan acumulados los gases como la

ejecución de los sondeos de producción, la conducción de los gases a las zonas de consumo y su distribución a los usuarios. El trabajo desarrollado por la «Agip» en la llanura padana es realmente extraordinario, tanto por la perfección de los métodos de prospección sísmica por ella utilizados como por la riqueza puesta al servicio de la industria italiana de unos años a esta parte. La «Agip» distribuye diariamente de 10 a 12.000.000 de metros cúbicos de gas, que desde los pozos productores hasta los puntos de consumo se transportan, a 50 atmósferas de presión, por una red de tubería de acero que mide ya más de 5.000 kilómetros.

Puede darse por seguro que no existe hoy ninguna organización capaz de realizar una labor de prospección sísmica con la abundancia de medios, con la solvencia técnica y con el conocimiento práctico que ha logrado acumular la «Agip» tras los años que lleva trabajando en el Valle del Po en formaciones geológicas en un todo similares a las de nuestro Guadalquivir, y por ello se ha estimado conveniente que fuera la propia «Agip», por medio de su filial la S. A. I. P., la que se encargase, en colaboración con «Adaro», de realizar los estudios geofísicos en el Valle del Guadalquivir.

Previa una visita de los directivos de «Agip», ingenieros, geólogos, micropaleontólogos y geofísicos, a la zona de que se trata, que comprende parte de las provincias de Jaén, Córdoba, Sevilla y Huelva, y en la que fueron acompañados por los geólogos de «Adaro», se llegó a un acuerdo para la realización de las investigaciones geofísicas.

La zona que habría de ser objeto de investigación es la comprendida en el siguiente perímetro:

Punto de partida: estación de Baeza. Desde él se

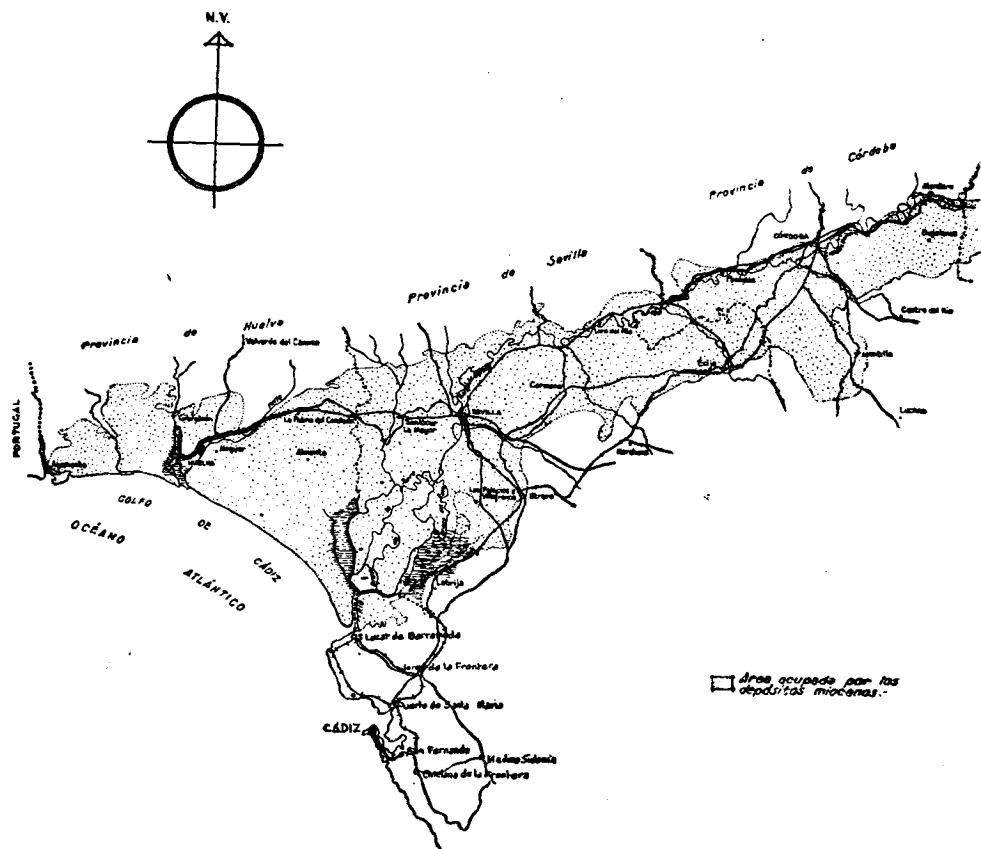


Fig. 18.

seguirá el cauce del río Guadalimar hasta su confluencia con el Guadalquivir, y a continuación el cauce de éste hasta Lora del Río; desde este punto, y en línea recta, hasta Huelva; desde Huelva a Utrera, también en línea recta, y pasando sucesivamente por Osuna, Montilla, Castro del Río, Cazorla y Villacarrillo terminará en la estación de Baeza, cerrándose así el perímetro. Queda así delimitada un área de forma triangular y de unos 8.500 kilómetros cuadrados de superficie, que puede verse en el mapa de la figura 18.

Esta campaña de investigación geofísica ha comenzado y está actualmente en pleno desarrollo, según los planes previstos; todavía es prematuro hablar de sus resultados, pues mientras no se estudie toda la zona y se interpreten los sismogramas no puede darse una idea de conjunto del posible interés industrial del Valle del Guadalquivir, aunque los primeros síntomas sean en sí francamente favorables y alentadores.

Madrid, abril 1955. .

## BIBLIOGRAFIA

## BIBLIOGRAFIA

- ALMELA, A., LIZBUR, J. y MUÑOZ, J.: *Estudio de la reserva petrolífera de Burgos*. «Bol. Inst. Geol. y Min. de España», pág. 205, tomo 64. Madrid, 1952.
- ALVARADO, A. DE: *Tectónica y petróleos de los Cárpatos polacos. Algunos datos para su estudio y ensayo de comparación con las zonas del Flysch cantábrico*. «Bol. Of. Minas y Met.», núms. 104-105. Madrid, 1926.
- — *El yacimiento de pizarras bituminosas de Puertollano. Posibilidades de aumentar su explotación*. IX Congreso Inst. de Química Pura y Aplicada, tomo VIII, 1934.
- — *Pizarras bituminosas de Puertollano*. «Ingeniería y Construcción», vol. IX. Madrid, 1931.
- ALVARADO, A. DE: *Notas referentes a las investigaciones petrolíferas en España y algunos otros países*. NOTAS Y COM., núm. 8. Madrid, 1941.
- — y MENÉNDEZ PUGET, D.: *Pizarras bituminosas. Datos obtenidos en el sondeo núm. 1 de Puertollano*. «Bol. del Inst. Geol. y Min. de España», tomo LII, pág. 251. Madrid, 1931.
- ALVAREZ MENDILUCE, E.: *Las investigaciones de petróleo. Empresas que actúan en España*. «Ingeniería y Construcción». Madrid, 1923.
- ANÓNIMO: *Sobre posibilidades petrolíferas en la provincia de Almería*. «Rev. Min.», tomo 39, pág. 353, serie C. Madrid, 1921.
- ARISQUETA, J. y J., VALLE, A. DEL y JORGE, E.: *Investigación de petróleos en España*. «Ibérica», vols. XII y XIII, año 1934.
- ARIZA, R.: *Las concesiones de petróleo. Sondeo de Aras. Sondeo I de Gaztánin*. «Estadística Minera», año 1923.
- — *Las concesiones de petróleo. Sondeo de Fuenterrabía*. «Estadística Minera», año 1923.
- B. Y.: *Le pétrole en Espagne*. «Revue Petrolifere», núm. 5, año 1922.
- CANDEL VILA, R.: *Yacimientos petrolíferos de los Pirineos catalanes y comarcas vecinas*. «Pirineos», año VIII, núm. 26, año 1952.
- — *Sobre la existencia posible de petróleo en Beni-Bu-Yahi y Metalza (Marruecos)*. «Bol. de la Soc. Esp. His. Nat.», tomo 31. Madrid, 1931.
- CARBALLO, J.: *Origen del petróleo*. «Minería y Metalurgia», junio 1953.
- — *En busca del vellocino de petróleo*. «Minería y Metalurgia», número 52. Madrid, 1941.
- CARBONELL, A.: *Contribución al estudio de la tectónica del petróleo en el Valle Medio del Guadalquivir*. «Asoc. Españ. Progreso de las Ciencias». Congreso de Salamanca, tomo VI, año 1924.

- CENDRERO, O.: *¿Existe en la provincia de Santander un yacimiento de petróleo?* «Bol. de la Sdad. Esp. de Hist. Nat.», núm. 33. Madrid, 1933.
- CLAVERÍA, ALBERTO: *La búsqueda de petróleo en España.* «Bol. Minero e Industrial», núm. 7, año 1953.
- COMBA SIGÜENZA, ANTONIO: *Los combustibles líquidos y el mercado nacional de carbones.* «Combustibles», núm. 60, año 1952.
- CHABANER, EUGENIO: *El medio petrolífero. Estudio sobre el origen de los petróleos.* «Revista Minera», tomo 85, pág. 555. Madrid, 1934.
- CHOFFAT, P.: *Investigaciones de petróleo en la Extremadura portuguesa.* «Bol. Com. Mapa Geol. de España», tomo XXXVII, pág. 215. Madrid, 1916.
- DÍAZ, J. M.: *Investigación de petróleo. Sondeo de Robredo Ahedo. Sondeo de Gallejones. Sondeo de Cubillos del Rojo.* «Estadística Minera», año 1925.
- DUPUY DE LÔME, E.: *Datos acerca de la industria petrolífera rumana y aplicación de sus datos geológicos a la investigación de algunos yacimientos.* «Bol. del Inst. Geol. y Min. de España», tomo LIII, página 137. Madrid, 1933.
- — *Datos para la investigación del petróleo en España.* «Bol. Oficial de Minas y Metalúrgica», núm. 91. Madrid, 1924.
- — *Datos para la investigación del petróleo en España.* «Rev. Ind. Min. Asturiana», núms. 238-239 y «Bol. Of. de Minas y Met.», número 92, pág. 23. Madrid, 1925.
- — *Las investigaciones de petróleo en España.* «Bol. del Inst. Geol. y Min. de España», tomo 54. Madrid, 1937.
- FÁBREGA, P.: *Extracto de un informe de petróleo sobre España.* «Rev. Min. y Met.», tomo 39, serie C. Madrid, 1921.
- FAURA Y SANS, M.: *Dictamen sobre las formaciones petrolíferas de San Juan de las Abadesas.* 1914.
- FERNÁNDEZ NAVARRO, L.: *La cuenca petrolífera de Rubielos de Mora.* «Rev. R. Acad. de Ciencias», tomo XII, pág. 237. Madrid, 1914.
- GÁLVEZ CAÑERO, A.: *Los criaderos de petróleo en España.* «Revista de Ingeniería», año 1907.
- GARCÍA BORREGUERO, E.: *Apuntes para un estudio de los terrenos que se han destinado en el distrito minero de Vizcaya a investigaciones petrolíferas en los trabajos que hasta ahora se han ejecutado y una estadística de la producción del petróleo mundial.* «Bol. Oficial de Minas y Met.», núm. 88. Madrid, 1924.
- GARCÍA SIÑERIZ, J.: *La investigación gravimétrica en la zona petrolífera de Garrucha (Almería).* «La Interpretación Geol. de las Mediciones Geofísicas», tomo I. Madrid, 1933.
- — *Investigación petrolífera en Larache (Marruecos).* «La Interpretación Geol. de las Mediciones Geofísicas», tomo IV. Mem. del Instituto Geol. y Min. de España. Madrid, 1949.

- GARCÍA SIÑERIZ, J.: *Las posibilidades petrolíferas españolas.* NOTAS Y COM., núm. 30, pág. 3. Madrid, 1953.
- GAVALA, J.: *Nota acerca de los yacimientos de lignito y pizarras bituminosas de Rubielos de Mora (Teruel).* «Bol. Inst. Geol. y Min. de España», tomo 42. Madrid, 1921.
- — *Yacimientos de petróleo en Huidobro (Burgos).* «Bol. Com. Mapa Geol. de España», tomo XXXVII, pág. 265. Madrid, 1916.
- — *Regiones petrolíferas de Andalucía.* «Bol. Com. Mapa Geol. de España», tomo 37, pág. 27. Madrid, 1916.
- GIL RUIZ, R.: *El camino a seguir para el descubrimiento de los combustibles sólidos y líquidos en España.* «Bol. Oficial de Min. y Met.», núm. 108, pág. 457. Madrid, 1926.
- GIMÉNEZ AGUILAR, J.: *El yacimiento petrolífero de Cuenca.* «Bol. R. Sociedad Esp. Hist. Nat.», tomo 28, pág. 439. Madrid, 1928.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, F.: *Los materiales bituminosos de la Serranía de Ronda.* «Bol. Sdad. Esp. Hist. Nat.», tomo 36, pág. 245. Madrid, 1936.
- HERNÁNDEZ SAMPELAYO, P.: *Informe sobre el anticlinal y petróleo de Zamanzas (Burgos), año 1924.*
- — *Cuenca de esquistos bituminosos de Ribesalbes (Castellón).* «Bol. Inst. Geol. y Min. de España», tomo 36, pág. 1. Madrid, 1926.
- — *Noticias sobre los petróleos de Garrucha (Almería).* «Revista Minera», tomo 82, pág. 25. Madrid, 1931.
- — *Comunicaciones del Ingeniero de Minas Sr. D. — Provincia de Vizcaya. Alrededores de Elorrio. Situación. II. Villasana de Mena. III. El anticlinal del cretáceo inferior de Villacscusa de Butrón.—IV. Anticlinal de Incinillas Valdenocedas.* «Revista Minera», tomo 83, página 517. Madrid, 1932.
- — *Comunicaciones del Ingeniero de Minas Sr. D. — V. El terreno reservado para el Estado en Puerto del Escudo-Robledo-Aedo. VI. Terreno reservado para el Estado en Ondátegui y el anticlinal de Vitoria-Olazagutia-Alsasua.—VII. Anticlinal de Gastián-Ircio.—VIII. Sondeo de los ingleses cerca de Aras.—IX. Los terrenos reservados al Estado en Tafalla-Eslava.* «Revista Minera», tomo 84, página 1, año 1933.
- HERNÁNDEZ SAMPELAYO, P.: *Investigaciones petrolíferas en España.* «Revista Minera», pág. 1. serie C. Madrid, 1933.
- HEREZA Y ORTUÑO, JUAN: *Teorías sobre el origen y yacimiento del petróleo.* «Revis. Minera y Met.», año 1921, pág. 365.
- — *Sobre petróleos en general.* «Revista Minera y Metalúrgica», año 1921, págs. 309-393 y 405.
- — *Petróleos en la región andaluza.* «Rev. Min.», tomo 30, serie C. Madrid, 1921.
- HEVIA, T. y ZALOÑA, M.: *Pizarras bituminosas de la sierra de Bodes, provincia de Oriado.* NOTAS Y COM., núm. 12. Madrid, 1944.
- INVESTIGACIONES POR MÉTODOS GEOFÍSICOS. *Investigaciones gravimétricas en*

- la zona petrolífera de Garrucha (Almería). NOTAS Y COM., núm. 4. Madrid, 1932.
- JORDANA, L.: Posibilidades petrolíferas en la zona de la Sekia (El Hamara, Sáhara español), año 1941.
- — Sobre yacimientos petrolíferos. «Revista Minera», tomo 83. Madrid, 1932.
- — Revisado de pozos petrolíferos. «Revista Minera», pág. 449, año 1935.
- JORGE, EMILIO DE: Registros de petróleo en Santander. «Bol. de Minas y Metalurgia», núm. 88, pág. 969. Madrid, 1924.
- KINDELÁN, V.: Es de gran interés y sería útil la investigación por procedimientos geofísicos de los terrenos miocénicos y azufreros del Sudeste de España por si en ellos existen depósitos de hidrocarburos susceptibles de aprovechamiento industrial. «Bol. del Inst. Geol. de España», tomo 47, pág. 177. Madrid, 1926.
- Los indicios petrolíferos. «Revista Minera y Metaúrgica», año 1924.
- MALLADA, L.: Emanaciones de carburos de hidrógeno en las marismas de Lebrija. «Revista Minera». Madrid, 1910.
- — Nota sobre los yacimientos de petróleo y azufre de la provincia de Cádiz. «Bol. Com. Mapa Geol. de España», tomo XXX, pág. 53. Madrid, 1909.
- MARÍN, A.: Investigaciones petrolíferas en Marruecos. Zona atlántica. J. L. Pastora. Zona oriental, A. del Valle. Estructura Alzora, E. Dupuy de Lôme y J. Milans del Bosch. Estudios paleontológicos, A. G. Cañero y J. Lizaur. NOTAS Y COM., vol. VI. Madrid, 1936.
- MARÍN, AGUSTÍN: El petróleo en España. Revista «Combustibles», números 41 y 42. Zaragoza, 1948.
- — y LIZAUR, J.: El petróleo en Marruecos. Revista «Las Ciencias», año 1, núm. 2. Madrid, 1934.
- — PASTORA, J. L. y LIZAUR, J.: Iniciación de las investigaciones petrolíferas de la costa atlántica de la zona del Protectorado español de Marruecos. «Revista Minera», año 1934.
- MAZARRASA, J. M.: Estudio de yacimientos petrolíferos y sustancias bituminosas. «Consejo de Minería». Cat. desc. de Memoria y Est. acerca de los criaderos minerales de España, tomo 2.º, 2.º fasc., año 1934.
- MAZARRASA, J. M. y LUNA, J.: Estudio de las sustancias bituminosas de la provincia de Santander. «Bol. Oficial de Minas y Met.», núm. 75. Madrid, 1923.
- MIR, N.: Estudio de la zona petrolífera del Pirineo catalán en las provincias de Barcelona y Gerona. «Bol. Oficial de Minas y Metal.», números 49-50. Madrid, 1921.
- MORA, A.: Cuenca de esquistos bituminosos de Ribesalbes. Notas relativas a su naturaleza y a su explotación industrial. «Bol. del Inst. Geológico y Min. de España», tomo 46. Madrid, 1926.
- NOVO, PEDRO DE: Les gisements de petrole en Espagne. Congrès Géolo-

- gique Inter. Comptes rendus de la XII session en Belgique 1922. 3.º fasc., pág. 1.349. Liège, 1926.
- — La investigación del petróleo en la Península. «Aso. Esp. Progreso de las Ciencias». Cong. de Oporto. Madrid, 1921.
- — La investigación del petróleo en la Península. «Revista Minera», pág. 405. Madrid, 1925.
- O'SHEA, G.: Informe del Inst. Geol. y Min. de España sobre las pizarras bituminosas de la prov. de Soria. «Bol. Oficial de Minas», número 8. Madrid, 1918.
- PASTORA, J. L.: El petróleo en el Marruecos español. «Revista Minera», serie C, tomo LII. Madrid, 1934.
- — Geología del petróleo en el norte de Marruecos. Año 1936. Petróleo. «Revista de los Progresos de las Ciencias», tomo XVIII, página 159. Madrid, 1869.
- PRIETO CARRASCO, IL.: Estudio sobre posibles existencia de yacimientos petrolíferos en la parte sudeste de Huelva. «Minería y Metalurgia», año 1953-54.
- RIERA COELLO: Investigaciones petrolíferas en España. «Ingeniería y Construcción», vol. I. Madrid, 1923.
- RÍOS, JOSÉ M.ª: Breve noticia del estado actual de las investigaciones del petróleo en España. Atti. del VII C. N. M. P. Palermo, 1952.
- — Las investigaciones de petróleo en España. NOTAS Y COM., núm. 19, del Inst. Geol. y Min. de España. Madrid, 1949.
- RITTER, E.: Distillation of oil Shaler at Puertollano (Spain). «Engineering Mining Journal-Press», vol. CXV, pág. 324. New York, año 1923.
- SANJUAN, L.: Investigaciones preliminares para sondeos petrolíferos. «Revista Minera», pág. 218. Madrid, 1924.
- SANZ, R.: Las reservas de petróleo. «Rev. Combustible», núm. 38. Zaragoza, 1947.
- SANZ, R.: El petróleo. «Memorias del Inst. Geol. y Min. de España». Madrid, 1948.
- — Datos para el conocimiento de los yacimientos primarios del petróleo en las regiones iberocantábricas. «Bol. del Inst. Geol. y Min. de España», tomo 63, pág. 325. Madrid, 1951.
- SIERRA YOLDI, ALF.: Notas sobre la tectónica de Cataluña y sus relaciones con posibles yacimientos petrolíferos. «Mem. Aca. Cien. y Art. de Barcelona», 2.ª época, vol. XXIII, núm. 1. Barcelona, 1932.
- — Sobre el yacimiento petrolífero de Burgos. «Revista Minera y Metalúrgica», año 1921.
- Sondeos para investigaciones petrolíferas. Comité Nacional de Sondeos, tomo 1.º, 2.º fasc. Madrid, 1929.
- SOUVIRON, L. y RANZ AULES, M.: Estudio de las ciencias de pizarras bituminosas de los términos de Ronda, Alpendeire y Cortes de la Frontera (Málaga). «Bol. Oficial de Minas y Met.», núm. 65. Madrid, 1922.



- VALLE, A. DEL, ARISQUETA, J. J. y JORGE, E.: *Investigación de petróleos en España*. «Rev. Min.», tomo 85. Madrid, 1934.
- VARGAS, E., PR'ETO, R., OLIVÁN, A., SIMO, M. y PRIETO, I.: *Estudio geológico minero de la zona de contacto de los terrenos antiguos con los secundarios, terciarios y cuaternarios de la provincia de Huelva, relacionado con los estudios e investigaciones petrolíferas de las provincias de Sevilla y Cádiz*. «Bol. Oficial de Minas y Met.», núms. 100 y 101. Madrid, 1933.
- VIENNOT, P.: *Investigaciones de petróleo en la zona prepirenaica*. «Comité de Sondeos», tomo 2.º, 2.º fasc. Madrid, 1930.
- — *Yacimientos petrolíferos. Los afloramientos*. «Revista Minera y Metalúrgica». Madrid, 1923.
- ZONAS: *Las ——— petrolíferas de España*. «Ibérica», 2.ª época, tomo 19, año 1954.
- ZUBER, ESTANISLAO: *Aplicación de la teoría paleográfica de los yacimientos petrolíferos*. «Comité Nacional de Sondeos», tomo 2.º, 1.º fascículo. Madrid, 1930.

## INDICE

|  | PAGS |
|--|------|
| Prospecciones petrolíferas realizadas por la CAMPSA ... ..   | 3    |
| Labor de la Compañía de Investigación y Explotaciones Petrolíferas, S. A. ... ..   | 15   |
| Investigación gravimétrica en Carmona (Sevilla) ... ..   | 97   |
| Actividades de la Empresa Nacional «Adaro» y de la Comisión de Investigaciones Petrolíferas «Valdebro» en la investigación de hidrocarburos ... .. | 121  |
| Bibliografía ... ..  | 171  |