

LEGISLACION INDUSTRIAL
III TOMO

2^a
edición

minería

aguas minerome-
dicinales

aguas
subterráneas

PEDIDOS:
Servicio de Publicaciones
Ministerio de Industria
Claudio Coello, 44
Tels. 276 20 01-276 22 01
MADRID-1

II/2.4.1

**ALUMBRAMIENTO
DE AGUAS
SUBTERRANEAS**

Sondeos hasta 1.500 mm. de diámetro y profundidades de 500 m.

Sondas de circulación directa e inversa.

Filtros especiales que garantizan el agua limpia de arena.

Instalación de piezómetros.

Instalaciones completas de pozos y bombas sumergibles.

Equipos propios de aforo y limpieza.

Reacondicionamiento de pozos arenados.

Testificación eléctrica (PS y Resistividad) y radiactiva (Rayos gamma).

Acidificaciones.

AGUA Y SUELO, S. A.

Dr. Fleming, 3 - 5.º piso

Teléfonos: 457 42 58-62-66, 457 02 30 y 250 27 72

MADRID - 16

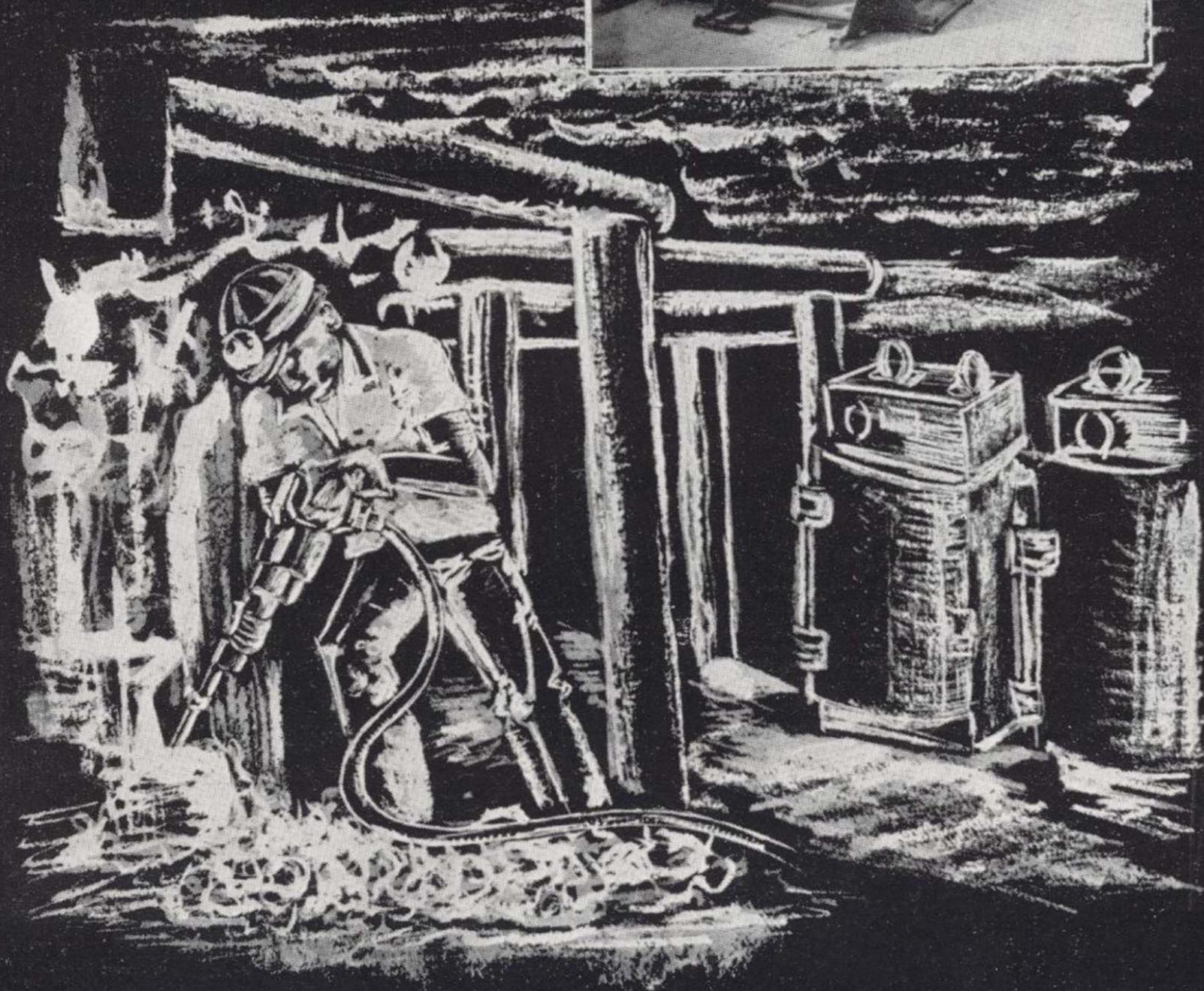
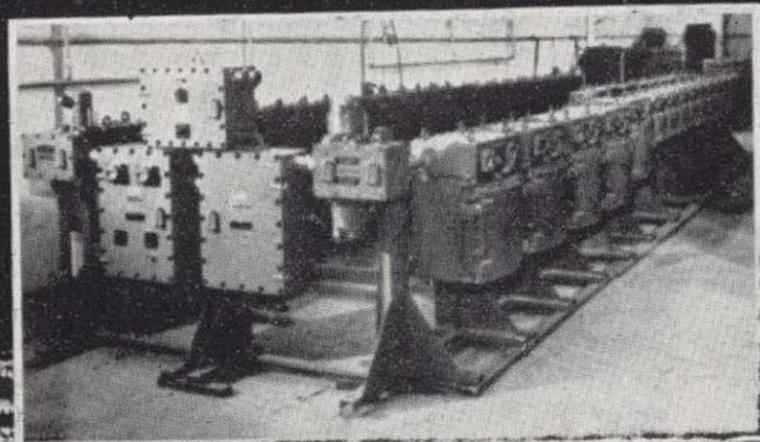
SONDEOS DE RECONOCIMIENTO

Sondas LONGYEAR y CRAELIUS con equipos de perforación «Wire-Line System».

Testiguo continuo en diámetros de 36 mm. a 143 mm. Sacamuestras especiales a percusión.

Medidores de inclinación y acimut, tipos Single Shot y Multi Shot.

APARAMENTA ANTIDEFAGRANTE PARA AMBIENTES EXPLOSIVOS



APARATOS DIVERSOS DE
SEGURIDAD
SEÑALIZACION
ALUMBRADO
DISTRIBUCION Y MANDO
MATERIAL DE CONEXION
CELDAS MEDIA TENSION
CONTACTORES
TRANSFORMADORES
CORTACIRCUITOS



ISODEL SPRECHER, S. A.
Madrid - Méndez Alvaro, 62 Apartado 7.087

$$\left(\begin{aligned} \frac{3 + \ln 2}{\sin 10^\circ 15'} &\div \frac{\sqrt{7^2 + 2^2}}{\sin 40^\circ 15'} = X \\ \frac{\sin 10^\circ 15'}{4 - \cos 10^\circ 15'} \times \frac{\sqrt{3}}{2} &= Y \\ \text{arc. tg } \frac{Y}{X} &= \theta \\ \sqrt{X^2 + Y^2} &= r \end{aligned} \right)$$

¿es posible realizar esta operación en menos de un minuto?

PARA ATAIO* SI ES POSIBLE

solo pulsar las teclas leyendo algebraicamente, asi:

((3 + 2) ÷ 10 . 15) DMS SIN) ÷ ((7 ^{x=y} 2) 2ND ÷ 40 . 1)
 5 DMS SIN) = ^{x=y} (10 . 15) DMS SIN ÷ (4 - 2ND) x 3 √ ÷ 2) =

1.588935877 θ

2ND 1.842719892 r

Fabricado en California, por encargo de ATAIO, por Computer Design Corporation en grandes cantidades para la distribución en España y otros países, gracias a sus grandes cualidades como:

- facilidad de manejo.
- inexistencia de problemas de mantenimiento.
- baterías.
- cable para entrada de red.
- sencilla reposición del microcircuito.
- reducido a 1 kg. en unas medidas 5 x 12 x 22
- asistencia técnica post-venta en un máximo de 48 horas.

Hoy podemos ofrecerle por 45.000 pts. un calculador que hace prácticamente lo mismo que otro que sólo hace dos años anunciábamos en estas páginas por 465.000 pts. y vendíamos sin ninguna dificultad.

Vd. puede pagarlo en dos años y tenerlo completamente garantizado durante este periodo.



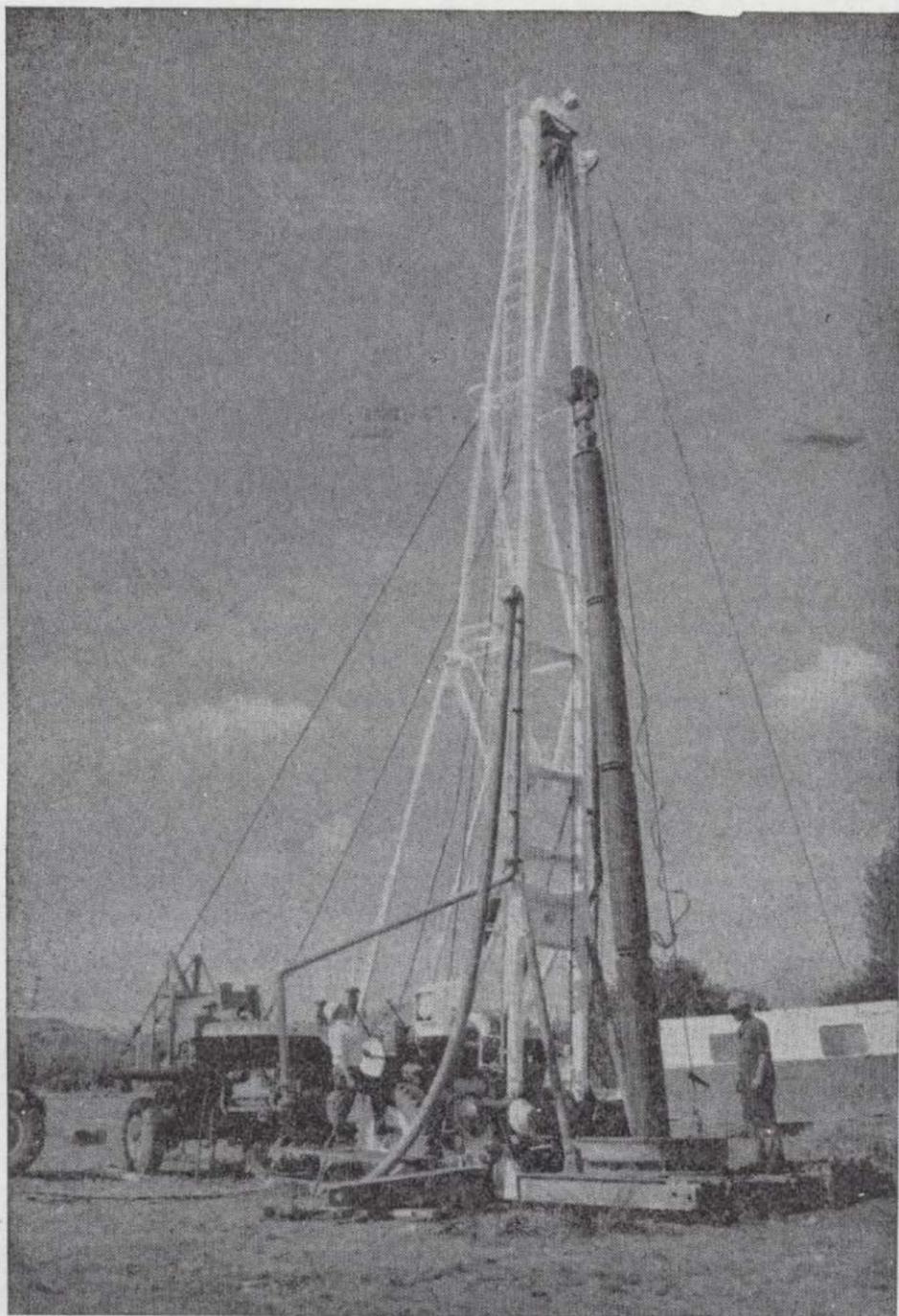
solicite más información a:
ATAIO* INGENIEROS S.A.
 DIVISION CALCULADORAS

MADRID-16 • Enrique Larreta, 12 • Tfno. 215 35 43
 Telex: 27249 • Cable Teleataio - Madrid
 BARCELONA-6 • Ganduxer, 76 • Tfno. 27 24 9
 Cable: Teleataio - Barcelona
 SEVILLA • Avda. Ramón de Carranza, 12 • Tfno. 27 03 36
 VALENCIA-8 • Avda. del Cid, 2 • Tfno. 26 40 67 • Edfo. Alcosa
 BILBAO • Simón Bolívar, 27 • Tfnos. 41 33 93 - 41 77 59 • Edfo. Etxezuri



45.000 PTS.
2 AÑOS DE GARANTIA!

Entrega inmediata
Facilidades de pago
Sin entrada
12 meses a 4.000 pts.
24 meses a 2.250 pts.



ALUMBRAMIENTO DE AGUAS SUBTERRANEAS

Sondeos hasta 1.500 mm. de diámetro y profundidades de 300 m.

Sondas de circulación directa e inversa.

Filtros especiales que garantizan el agua limpia de arena.

Instalación de piezómetros.

Instalaciones completas de pozos y bombas sumergibles.

Equipos propios de aforo y limpieza.

Reacondicionamiento de pozos arenados.

Testificación eléctrica (PS y Resistividad)

Acidificaciones.

AGUA Y SUELO, S. A.

Dr. Fleming, 3 - 5.º piso

Teléfonos: 457 42 58-62-66, 457 02 30 y 250 27 72

M A D R I D - 1 6

SONDEOS DE RECONOCIMIENTO

Sondas LONGYEAR y CRAELIUS con equipos de perforación «Wire-Line System».

Testiguo continuo en diámetros de 36 mm. a 143 mm. Sacamuestras especiales a percusión.

Medidores de inclinación y acimut, tipos Single Shot y Multi Shot.



COMPAÑIA GENERAL DE SONDEOS

ESTUDIA:

Geología en general
Estratigrafía
Petrografía
Hidrogeología
Canteras, etc.

INTERPRETA:

Diagrafías eléctricas y radiactivas
Ensayos de bombeo en pozos de agua
Estudios geofísicos

REALIZA:

Sondeos para investigación petrolífera hasta 6.000 m. de profundidad
Sondeos para alumbramiento de aguas subterráneas hasta 750 mm. de diámetro
Sondeos mineros de reconocimiento en general
Sondeos de eliminación de productos residuales en la industria
Sondeos para obras civiles

★ ★ ★

COMPAÑIA GENERAL DE SONDEOS, S. A.
C. G. S.

Portal de Castilla, 66. Vitoria
Teléfono 22 36 04

Padre Xifre, 5. Madrid - 2
Teléfono 415 60 54



CHRISTENSEN DIAMOND PRODUCTS S. A.

AL SERVICIO DE LA INDUSTRIA MINERA

- Coronas y demás útiles de diamante para sondeos y perforaciones.
- Equipos y material de sondeos «Longyear», sondas, bombas y accesorios.
- Equipos de toma de testigos sistema «Wire Line», de «Longyear».
- Triconos y demás útiles de sondeo «Smith», triconos de aire para grandes voladuras.
- Útiles para perforación a percusión «Hard Metals», bocas de acoplamiento cónicos y roscadas, bocas para martillos de fondo, etc.
- Toda clase de equipos y materiales para sondeos y perforaciones.
- Sondas industriales para tomas de probetas. Cortadoras de juntas en pavimentos. Discos de diamante, etc.

DIRECCION COMERCIAL:
Telg. "CHRISTENSA"

ALBERTO ALCOCER, 5, 3.ª-C
MADRID-16. Tel. 250 34 04



**Empresa
Nacional
Adaro
De
Investigaciones
Mineras
Sociedad
Anónima**

Proyectos de
investigación de
**GEOLOGIA
MINERA
HIDROGEOLOGIA
INGENIERIA
de desarrollo
minero**

ENADIMSA

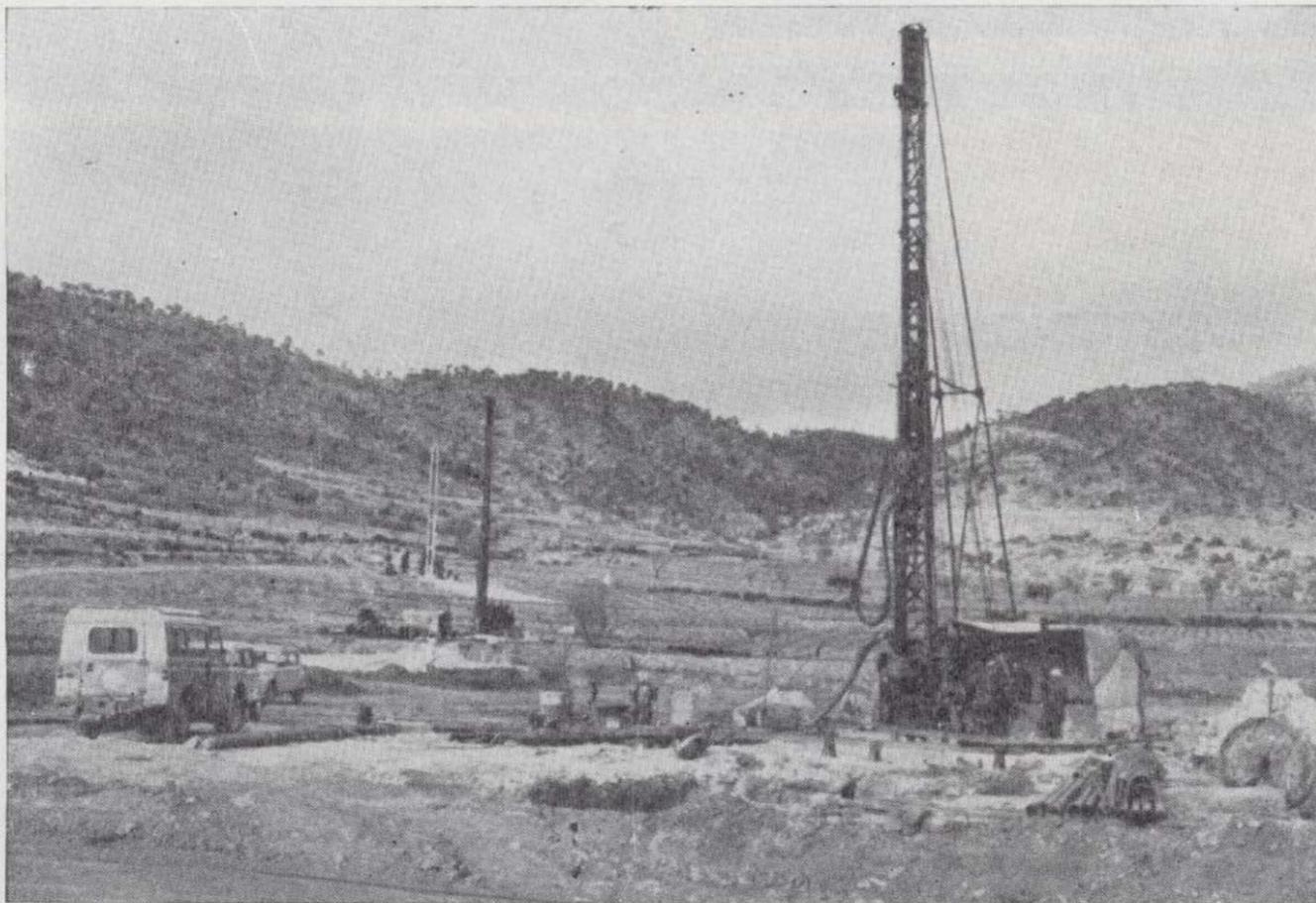
Servicios especializados en

GEOFISICA
GEOLOGIA
FOTOGEOLOGIA
ESTRATIGRAFIA
PETROLOGIA

SONDEOS
METALOGENIA
GEOQUIMICA
GEOESTADISTICA
MINERALOGIA
HIDROGEOLOGIA

domicilio social: serrano núm. 116, madrid-6. teléfono 261 79 02
oficinas y laboratorios: carretera de andalucía, km. 12, getafe (madrid)
teléfonos 797 09 50/54/58

SONDEOS RODES



Sondeos para alumbramientos de aguas.

Estudios hidrogeológicos.

Acidificaciones y cimentaciones de sondeos.

Equipos de perforaciones a percusión y rotación para profundidades hasta 1.400 m.

★ ★ ★

Consúltenos para cualquier problema de agua que tenga en su finca o industria

★ ★ ★

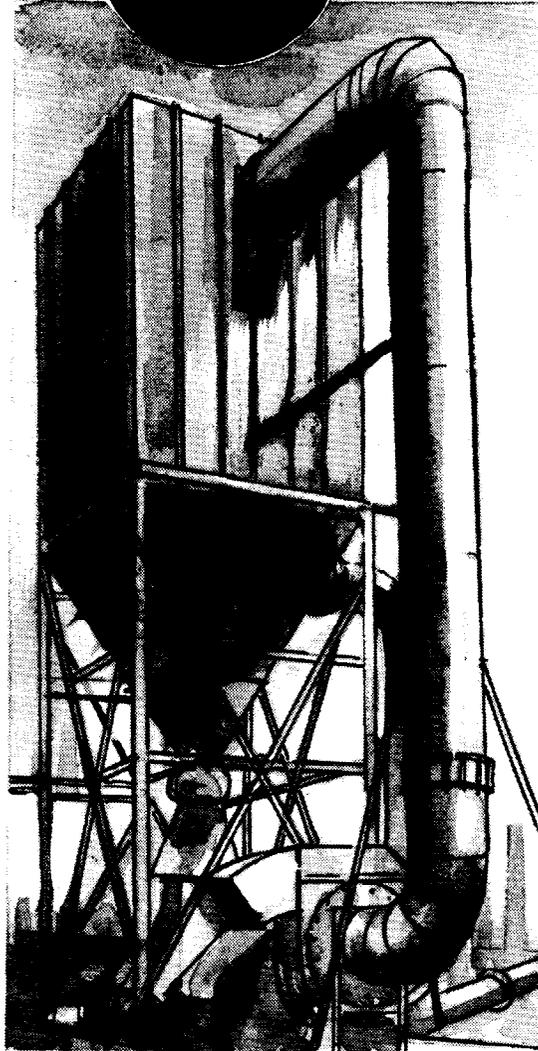
ERNESTO RODES MARTI

Avda. José Antonio, 21 - Apartado 130 - Teléfono 359

VILLENA (Alicante)

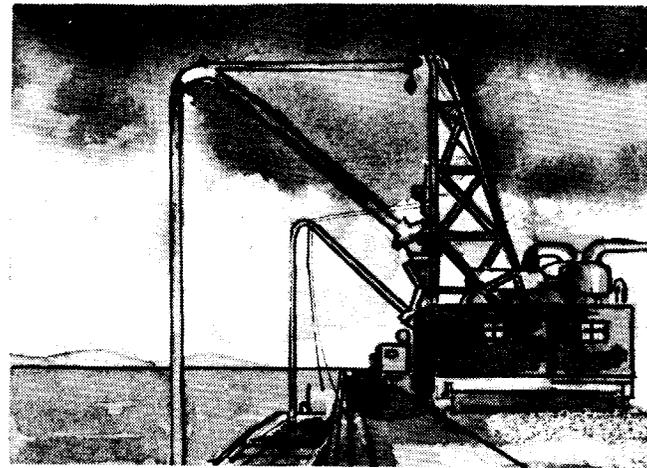
STOP

a la contaminación



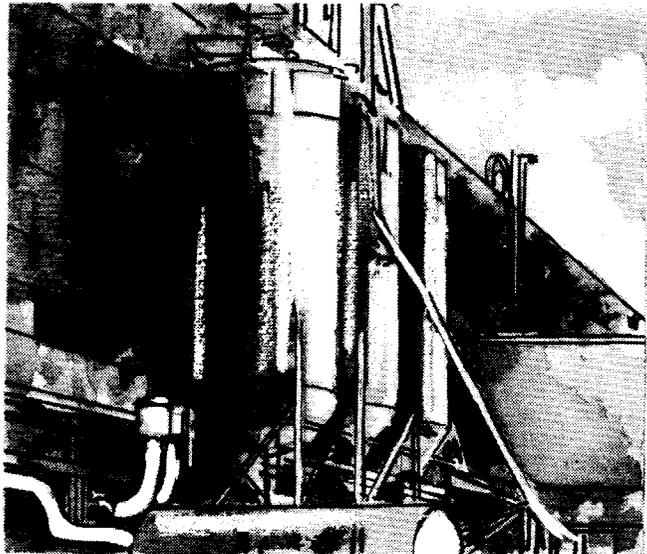
FILTRO TIPO N-72
Depurando aire contaminado por los gases de escape de los cables eléctricos.

Todo residuo de polvo puede ser recuperado para una enorme diversidad de usos. De esta forma, al tiempo que evita la contaminación del ambiente, aumenta la producción de su Industria, disminuyendo de forma ostensible el costo de ésta.



SISTEMA POR ASPIRACION
Descarga de barros y otros residuos de las plantas de tratamiento de agua del muelle.

SISTEMA FULLER - Sistema de filtración de polvo en una fábrica de almidón.



FULLER fabrica la gama más amplia y completa de "EQUIPOS de CAPTACION DE POLVO" con el nuevo filtro "PLENUM PULSE". **FULLER** ha conseguido el 60% del Mercado de Captación de Polvo de los E.E.U.U., donde las exigencias son las más severas del Mundo.
Fabrica desde equipos para talleres pequeños: "UNIFILTROS"; hasta el filtro más grande en el mundo para BETHLEHEM STEEL.

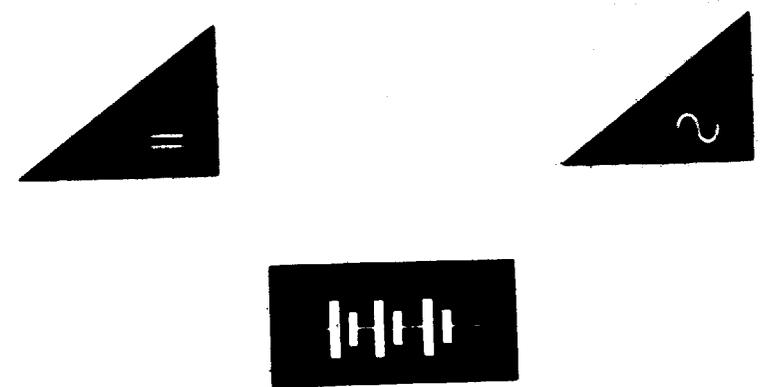
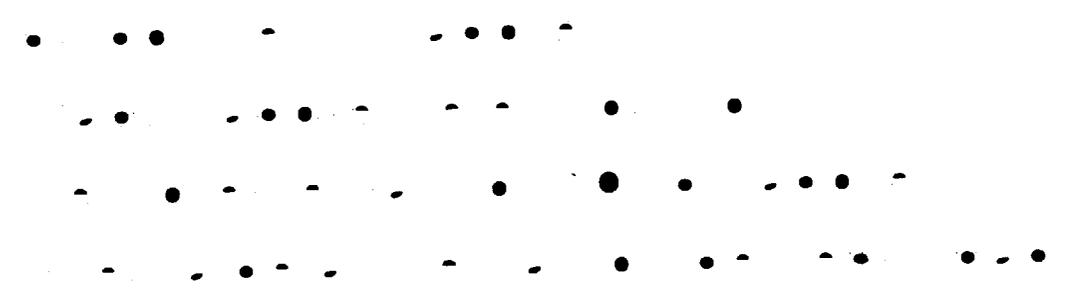
por un ambiente más limpio

GATX-FULLER

SANCHO EL SABIO, 28 • SAN SEBASTIAN
Tel. 41 84 42 • Telex 36210

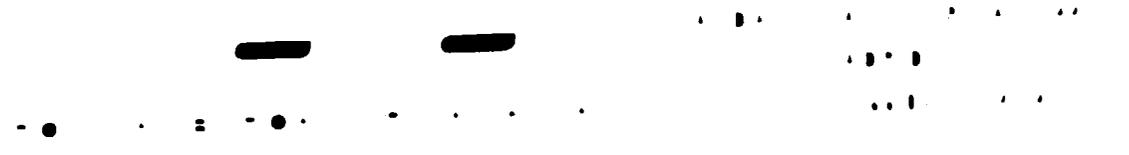
antes

CONSTANTIN
ESPAÑOLA S.A.



PROGRAMA DE FABRICACION

Rectificadores de corriente estabilizados de hasta 250 KW.—Estabilizadores de tensión electrónicos, estáticos.—Inversores estáticos.—Sistemas de alimentación sin corte para ordenadores y equipo de control.—Cargadores de baterías.—Nuestra oficina de ingeniería puede ayudarle, sin compromiso, a diseñar y especificar el equipo más conveniente a sus necesidades.





RECURSOS NATURALES, S. A.

RENASA

GENERAL GODED, 19 - TELEFONO 419 69 34 - 38 - MADRID - 4

INGENIEROS CONSULTORES

MINERIA - AGUAS SUBTERRANEAS - CANTERAS -
EDAFOLOGIA

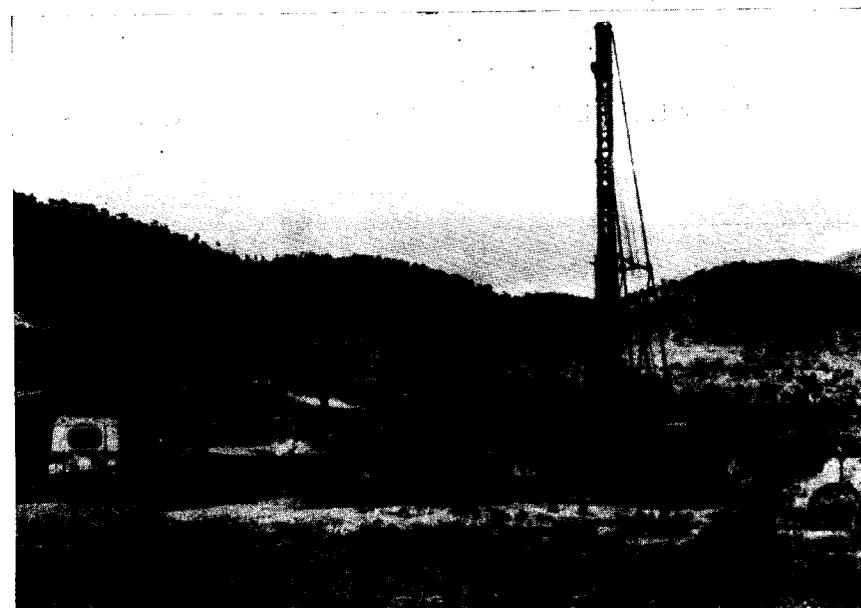
ESTUDIOS Y PROYECTOS - VALORACIONES - ASESORIA
TECNICA - GEOLOGIA ECONOMICA - GEOFISICA

TESTIFICACION Y MEDIDA DE INCLINACION
Y RUMBO DE SONDEOS

GEOQUIMICA - ANALISIS DE AGUAS - TOMA DE
MUESTRAS - AFOROS

CONSULTAS SIN COMPROMISO

SONDEOS RODES



SONDEOS PARA

CAPTACION DE AGUAS SUBTERRANEAS, INVESTIGACIONES GEO-
LOGICAS Y ELIMINACION DE AGUAS RESIDUALES.

ESTUDIOS HIDROGEOLOGICOS.

ACIDIFICACIONES Y CIMENTACIONES DE SONDEOS.

EQUIPOS DE PERFORACION A PERCUSION Y ROTACION PARA PRO-
FUNDIDADES HASTA 1.400 METROS.

★ ★ ★

Consúltenos para cualquier problema de agua que tenga en su finca o industria

★ ★ ★

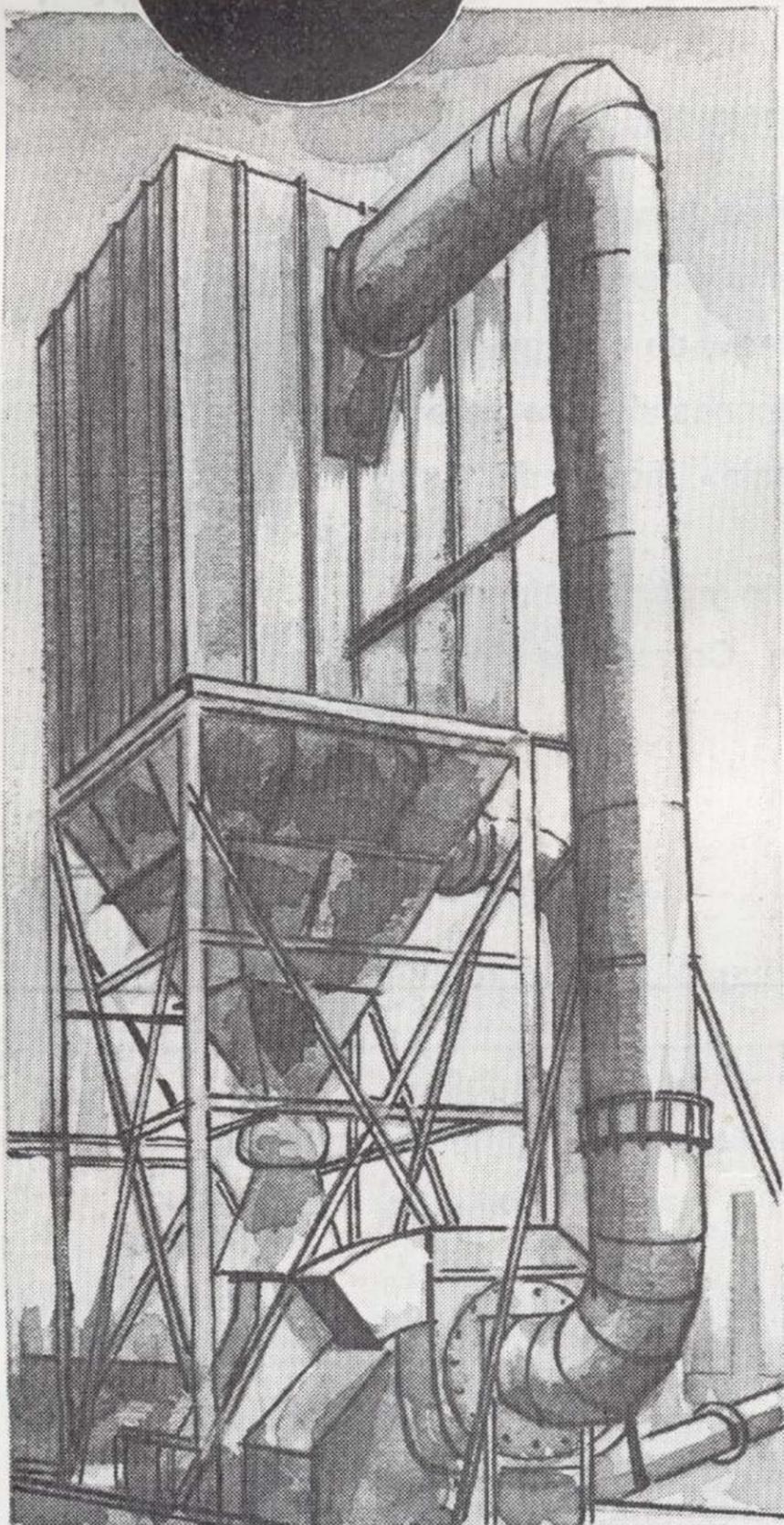
ERNESTO RODES MARTI

Avda. José Antonio, 21 - Apartado 180 - Teléfono 359

VILLENA (Alicante)

STOP

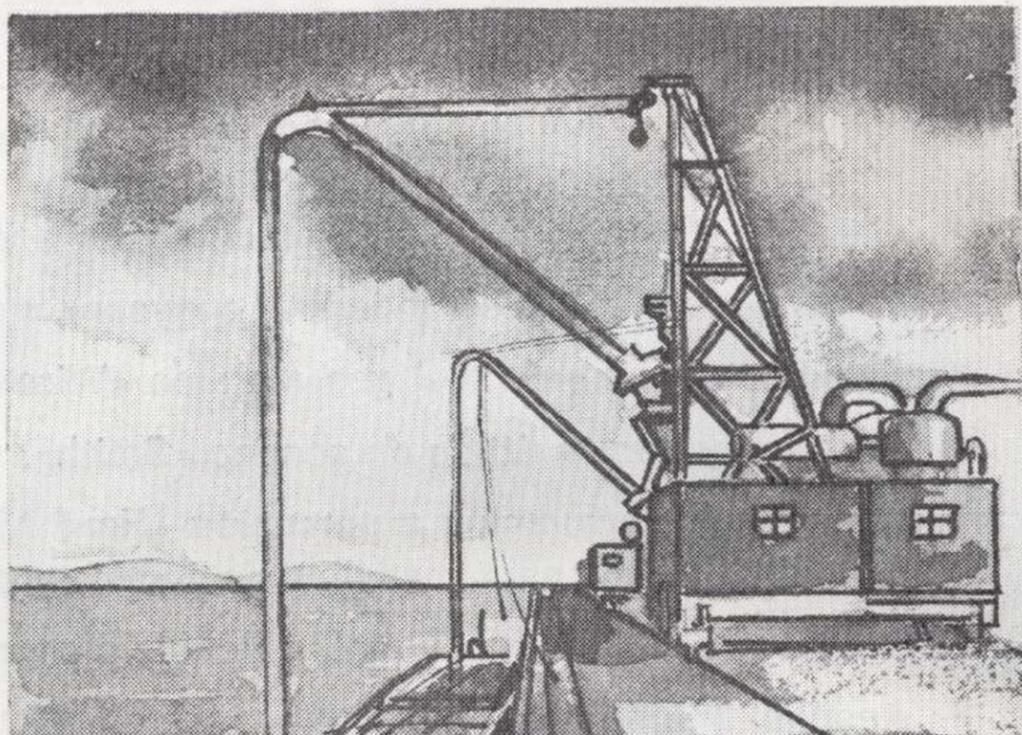
a la contaminación



FILTRO TIPO N-72

Depurando aire conteniendo cloruro de polivinilo en una fábrica de cables eléctricos.

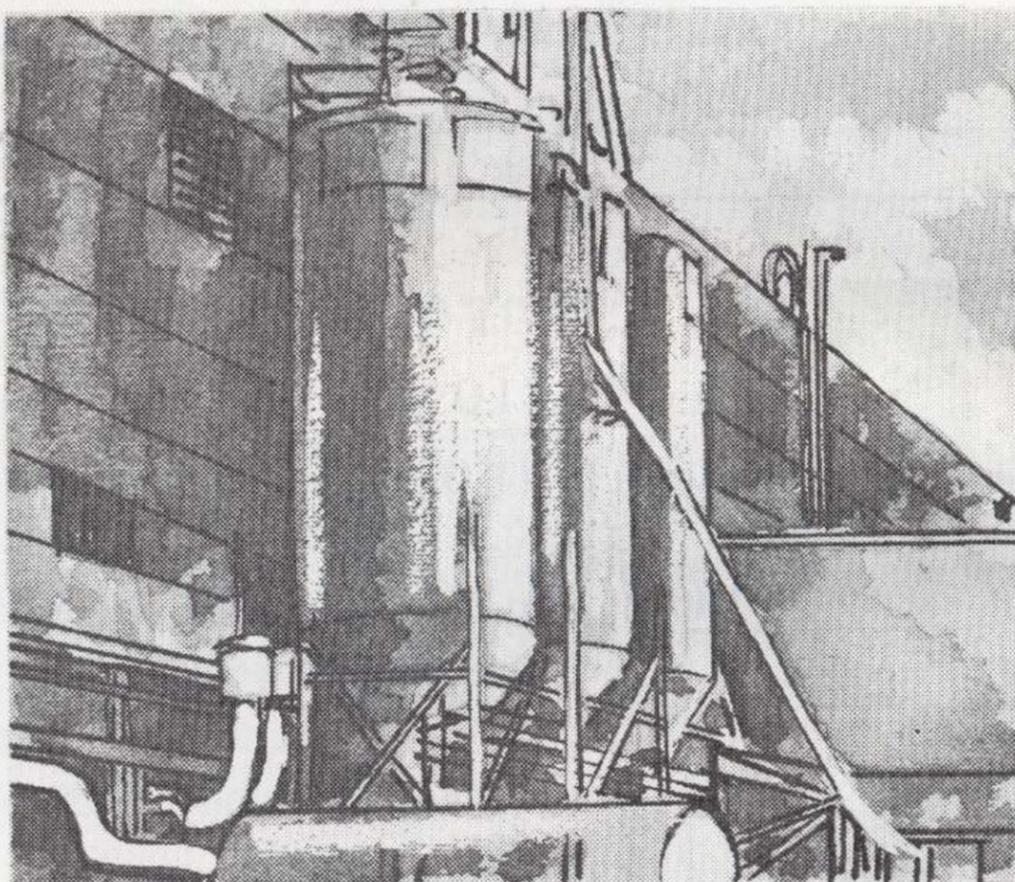
Todo residuo de polvo puede ser recuperado para una enorme diversidad de usos. De esta forma, al tiempo que evita la contaminación del ambiente, aumenta la producción de su Industria, disminuyendo de forma ostensible el costo de ésta.



SISTEMA POR ASPIRACION

Descarga de barcazas por torres marinas desplazables sobre carriles a lo largo del muelle.

SISTEMA FULLER de transporte neumático y captación de polvo en una fábrica de almidón.



FULLER fabrica la gama más amplia y completa de "EQUIPOS de CAPTACION DE POLVO" con el nuevo filtro "PLENUM PULSE". **FULLER** ha conseguido el 60% del Mercado de Captación de Polvo de los E.E.U.U. donde las exigencias son las más severas del Mundo.

Fabrica desde equipos para talleres pequeños: "UNIFILTROS": hasta el filtro más grande en el mundo para BETHLEHEM STEEL

por un ambiente más limpio

GATX-FULLER

SANCHO EL SABIO, 28 ● SAN SEBASTIAN
Tel. 41 84 42 ● Telex 36210

antes

CONSTANTIN
ESPAÑOLA S.A.

GEOTEHIC, S. A.

INGENIEROS CONSULTORES

ESTUDIOS DE:

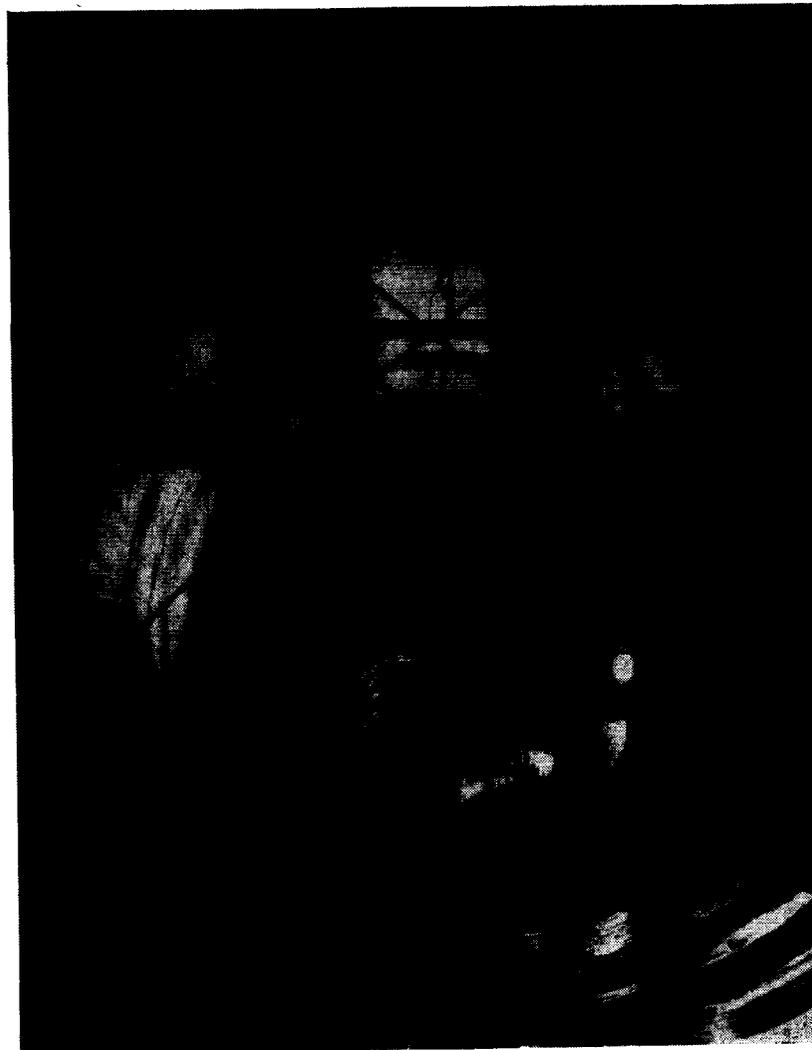
- GEOLOGIA.
- GEOFISICA.
- GEOTECNIA.
- HIDROLOGIA.
- INGENIERIA CIVIL.
- CALCULO ELECTRONICO.
- PETROGRAFIA - METALOGENIA
- PROYECTOS MINEROS
- CONTROL DE COSTOS.

General Mola, 210, 1.º D — Teléfonos 2 50 18 03 - 45 — MADRID-2

CIMENTACIONES ESPECIALES, S.A.

PROCEDIMIENTOS

RODIO



Túnel de Villarino - Salamanca
Inyecciones en el tunel de conducción

- * INYECCIONES
- * PILOTES
- * PANTALLAS CONTINUAS
- * ANCLAJES
- * SONDEOS DE RECONOCIMIENTO Y MINEROS
- * LABORATORIO DE GEOTECNIA
- * HIDROGEOLOGIA
- * MICROPILOTES
- * REVESTIMIENTOS DE RESINAS Y GUNITA
- * CONGELACION DE TERRENOS
- * ELECTRO-OSMOSIS

Oficina Central: MADRID-16

Avenida del Generalísimo, 20 - Teléfono 262 46 10
Telegramas PROCERODIO - Telex 22604 RODIO e

Delegaciones

BARCELONA - 11

Villarroel, 200
Teléf. 250 79 83

Telex 52243 - RODIO e

BILBAO - 11

Gran Vía, 70
Teléf. 41 21 79

SEVILLA

Av. Reina Mercedes, 17, 19
Teléf. 61 19 88

Telex 72154 - RODIO e

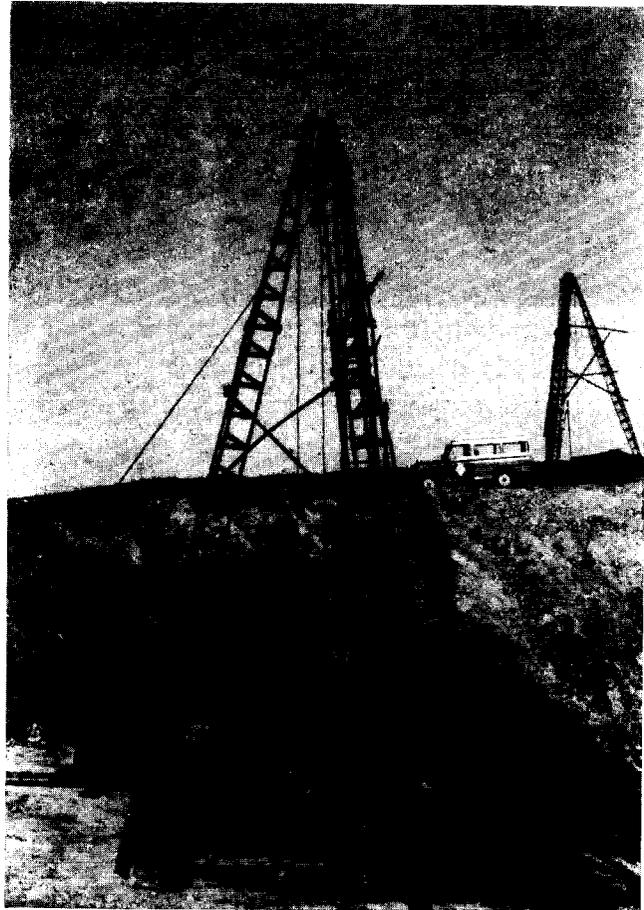
VALENCIA - 9

Avda. Tirso de Molina, 14
Telefs. 65 65 15 y 65 64 88

Representaciones:

BURGOS, LA CORUÑA, OVIEDO, MALAGA, SAN SEBASTIAN, SANTA CRUZ DE TENERIFE

TERRATEST
SU
AUXILIAR
EN LA
INVESTI-
GACION
MINERA



TERRATEST, S. A.

Estudios Geológicos y Geofísicos. - Métodos magnéticos, electromagnéticos, eléctricos, I. P. (Polarización Inducida), gravimétricos y radiométricos. Métodos de refracción y reflexión sísmica.

Perforación y Sondeos de Exploración. - Perforación y sondeos con extracción de testigos y muestras de suelo.

Estudios y Control de Perforación de Sondeo. - Mediciones de inclinación y desviación, y orientación de testigos, estudios magnéticos.

Servicio de Alumbramiento y Captación de Agua. - Prospección de agua del subsuelo, perforación de pozos e instalaciones de bombas.

Perforación de Producción. - Perforación de orificios para barrenos en minas y canteras.

Servicios a la Industria de la Construcción. - Estudios sísmicos, perforación de investigación, cimentación, consolidación del subsuelo y estabilización. También muchos otros servicios como muestras del suelo, tamizado de rocas, cortes y aserrado de materiales de construcción, etc.

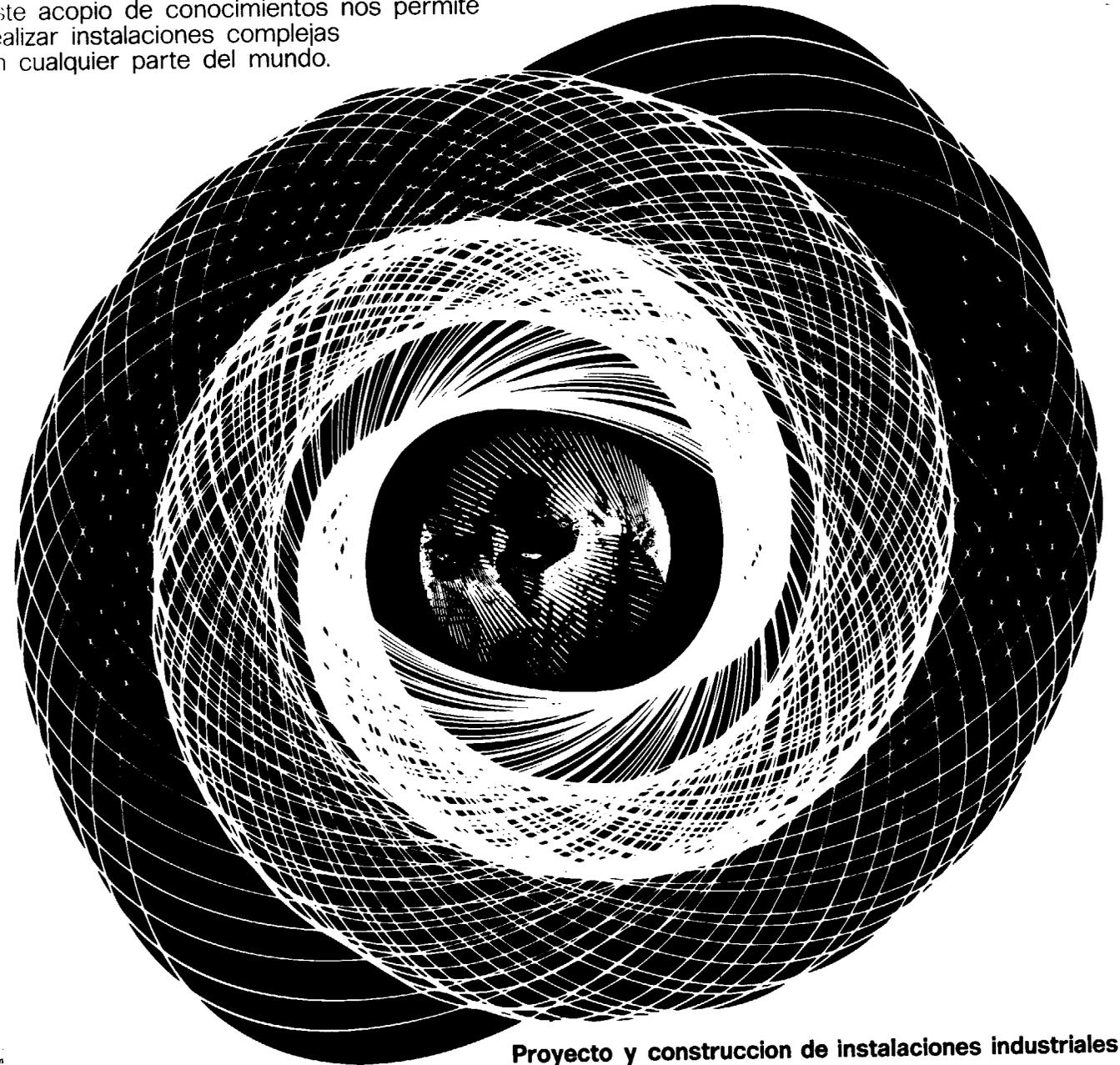
Desde la investigación hasta la valoración, TERRATEST, S. A., cubre todo el suelo.

TERRATEST, S. A. Avda. José Antonio, 70 - Teléfono 248 68 00 - Madrid - 13

xperiencia mundial

es característica
de McKee-Ctip

Desde 1905, en sesenta países, hemos adquirido experiencias valiosas. Este acopio de conocimientos nos permite realizar instalaciones complejas en cualquier parte del mundo.

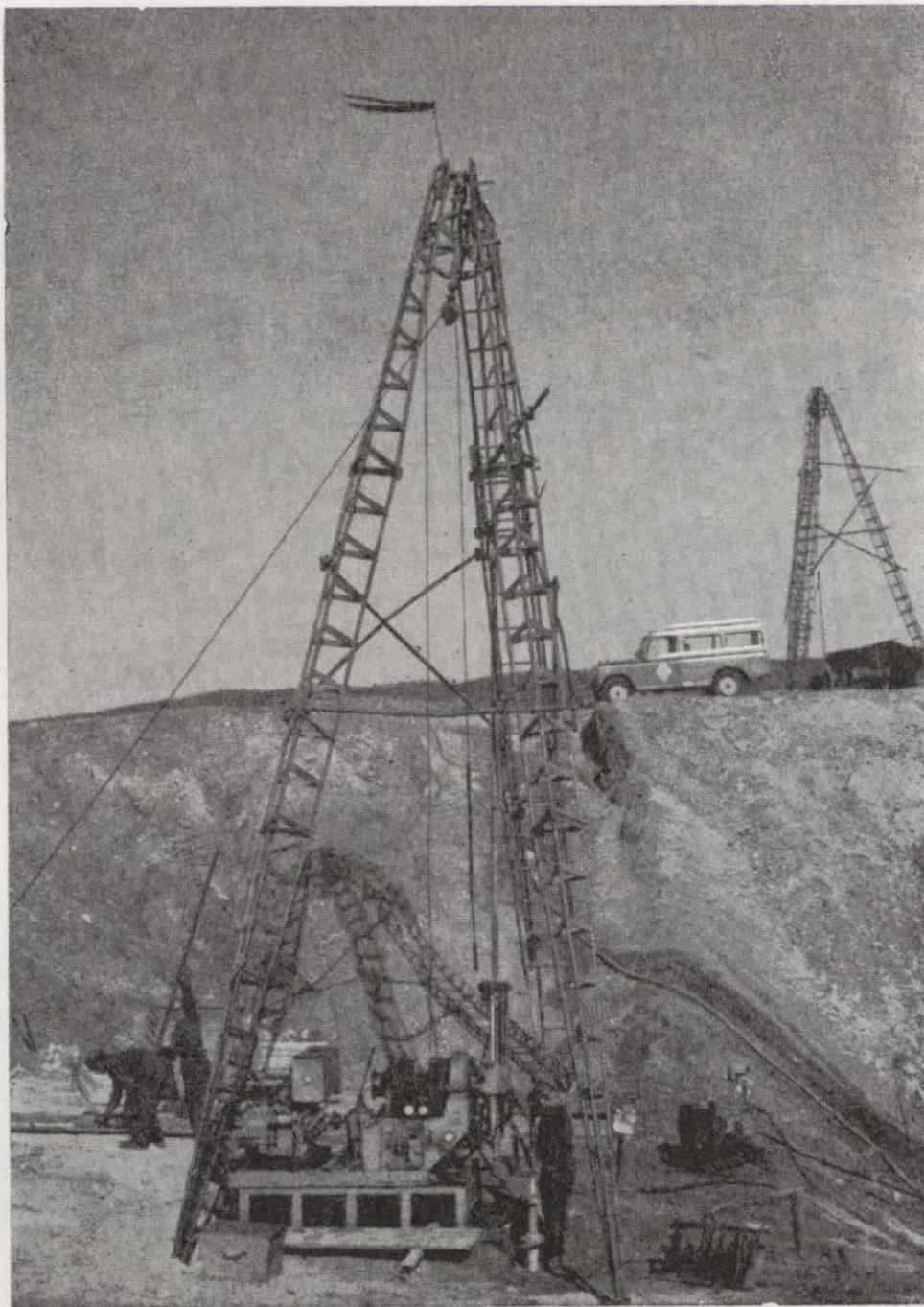


Proyecto y construcción de instalaciones industriales
McKEE-CTIP INGENIEROS SA
Avenida Generalísimo 71/A, Madrid 16, Tel. 2702800, Cables Makiberma
Asociada de
Arthur G. McKee & Company, Cleveland, Ohio, Usa
Ctip, Compagnia Tecnica Industrie Petroli spa, Roma, Italia

Oficinas: MILANO, DÜSSELDORF, PARIS, BRUSELAS, LUCERNA, NUEVA YORK,
UNION, PITTSBURGH, CHICAGO, HIBBING, HOUSTON, SAN FRANCISCO, SANTIAGO,
BOGOTÁ, TORONTO, MEJICO CITY, SAO PAULO, BUENOS AIRES, MELBOURNE

M C I

**TERRATEST
SU
AUXILIAR
EN LA
INVESTI-
GACION
MINERA**



TERRATEST, S. A.

Estudios Geológicos y Geofísicos. - Métodos magnéticos, electromagnéticos, eléctricos, I. P. (Polarización Inducida), gravimétricos y radiométricos. Métodos de refracción y reflexión sísmica.

Perforación y Sondeos de Exploración. - Perforación y sondeos con extracción de testigos y muestras de suelo.

Estudios y Control de Perforación de Sondeo. - Mediciones de inclinación y desviación, y orientación de testigos, estudios magnéticos.

Servicio de Alumbramiento y Captación de Agua. - Prospección de agua del subsuelo, perforación de pozos e instalaciones de bombas.

Perforación de Producción. - Perforación de orificios para barrenos en minas y canteras.

Servicios a la Industria de la Construcción. - Estudios sísmicos, perforación de investigación, cimentación, consolidación del subsuelo y estabilización. También muchos otros servicios como muestras del suelo, tamizado de rocas, cortes y aserrado de materiales de construcción, etc.

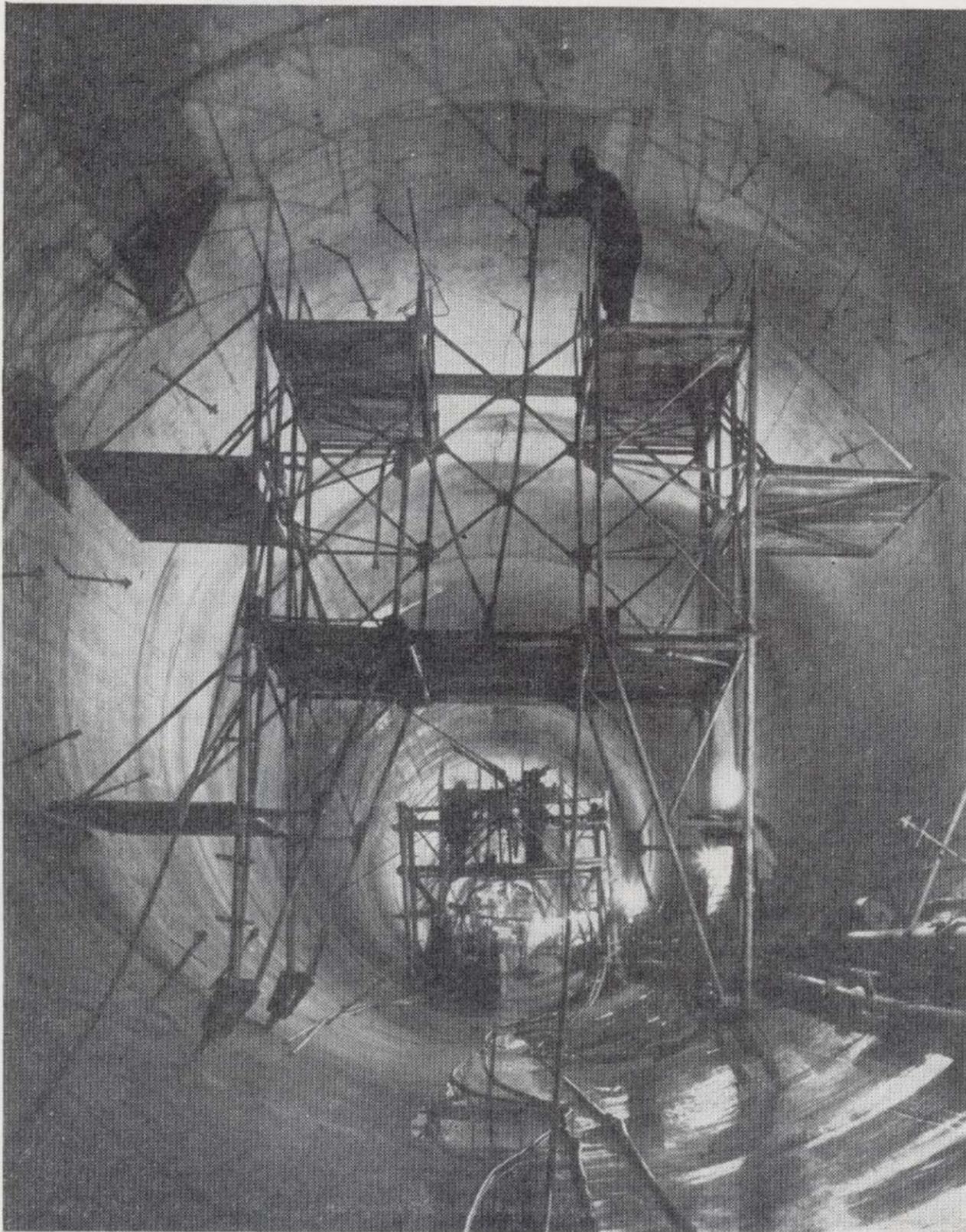
Desde la investigación hasta la valoración, TERRATEST, S. A., cubre todo el suelo.

TERRATEST, S. A. Avda. José Antonio, 70 - Teléfono 248 68 00 - Madrid - 13

CIMENTACIONES ESPECIALES, S.A.

PROCEDIMIENTOS

RODIO



Túnel de Villarino - Salamanca
Inyecciones en el tunel de conducción

- * INYECCIONES
- * PILOTES
- * PANTALLAS CONTINUAS
- * ANCLAJES
- * SONDEOS DE RECONOCIMIENTO Y MINEROS
- * LABORATORIO DE GEOTECNIA
- * HIDROGEOLOGIA
- * MICROPILOTES
- * REVESTIMIENTOS DE RESINAS Y GUNITA
- * CONGELACION DE TERRENOS
- * ELECTRO-OSMOSIS

Oficina Central: MADRID-16

Avenida del Generalísimo, 20 - Teléfono 262 46 10
Telegramas PROCERODIO - Telex 22604 RODIO e

Delegaciones:

BARCELONA - 11

Villarroel, 200
Teléf. 250 79 83
Telex 52243 - RODIO e

BILBAO - 11

Gran Vía, 70
Teléf. 41 21 79

SEVILLA

Av. Reina Mercedes, 17, 19
Teléf. 61 19 88
Telex 72154 - RODIO e

VALENCIA - 9

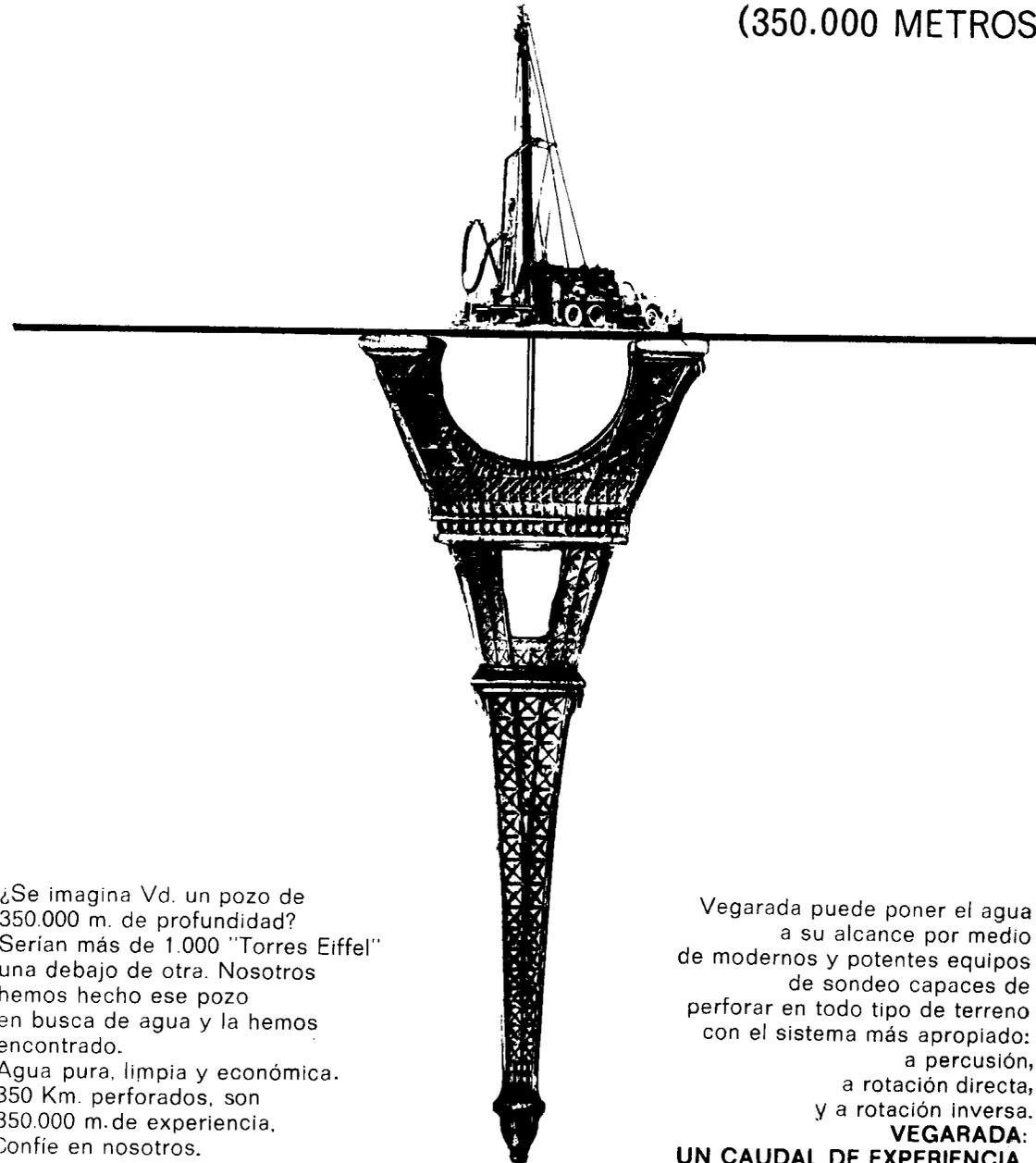
Avda. Tirso de Molina, 14
Teléfs. 65 65 15 y 65 64 88

Representaciones:

BURGOS, LA CORUÑA, OVIEDO, MALAGA, SAN SEBASTIAN, SANTA CRUZ DE TENERIFE

más de 1.000 veces la altura de la Torre Eiffel

(350.000 METROS)



¿Se imagina Vd. un pozo de 350.000 m. de profundidad? Serían más de 1.000 "Torres Eiffel" una debajo de otra. Nosotros hemos hecho ese pozo en busca de agua y la hemos encontrado. Agua pura, limpia y económica. 350 Km. perforados, son 350.000 m. de experiencia. Confíe en nosotros.

Vegarada puede poner el agua a su alcance por medio de modernos y potentes equipos de sondeo capaces de perforar en todo tipo de terreno con el sistema más apropiado: a percusión, a rotación directa, y a rotación inversa. **VEGARADA:** UN CAUDAL DE EXPERIENCIA.



Vegarada
perforaciones

GUZMAN EL BUENO, 133 «PARQUE DE LAS NACIONES» - MADRID-3 - TEL. 253 42 00

S. 11/P

Tomo 84

Fascículo I

Enero-febrero 1973

Boletín Geológico y Minero

revista bimestral de geología económica, industrias extractivas y de su beneficio - fundada en 1874 - 4.ª serie

SUMARIO

Geología	DE PEDRAZA GILSANZ: Estudio geomorfológico del extremo oriental de la cadena San Vicente-Peña de Cenicientos	1
	A. PÉREZ-GONZÁLEZ e I. ASENSIO AMOR: Rasgos sedimentológicos y geomorfológicos del sistema de terrazas del río Henares, en la zona de Alcalá-Azuqueca. (Nota preliminar)	15
	F. RADIG: El Cretáceo del flanco oriental del Cabo Peñas (Asturias)	23
	M.ª D. GIL CID: Nota preliminar sobre el contenido faunístico y edad del Cámbrico de Zafra y Alconera (Badajoz)	26
Minería	J. REY DE LA ROSA: Trabajo de Investigación de Pb-Zn en la Reserva de "Loma Charra" en la provincia de Soria	32
Aguas subterráneas	J. OCHOA, I. DÍAZ DE BERRICANO y P. ARMISEN: Estudio Hidrogeológico y de Ordenación del Campo de Níjar, Almería. Exposición de los trabajos realizados y de sus conclusiones	44
Geotecnia	M. ECHEVARRÍA CABALLERO: Evolución histórica de los Mapas Geotécnicos en el Mundo	55
Información	Noticias.—Estadística y Economía.—Información legislativa. Notas bibliográficas	69

DIRECCION Y REDACCION

Ríos Rosas, n.º 23 - Madrid-3

Teléfono 234 13 28

ADMINISTRACION

Claudio Coello, n.º 44 - Madrid-2

Teléfono 276 20 01

IGME

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



SERVICIO DE PUBLICACIONES — MINISTERIO DE INDUSTRIA

**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.**

Los derechos de propiedad de los trabajos
publicados en esta obra fueron cedidos por
los autores al Instituto Geológico y Minero de
España.
Queda hecho el depósito que marca la Ley.

EXPLICACION DE LA PORTADA

Anticlinal concéntrico en las areniscas y pizarras del Devónico Inferior. Cercadillo (Guadalajara).

(Foto: F. Meléndez)

Depósito legal: M. 3.279.-1958

Nuevas Gráficas, S. A.-Andrés Mellado, 18.-Madrid (E)-1973.

Estudio Geomorfológico del extremo oriental de la cadena San Vicente-Peña de Cenicientos (*)

por J. DE PEDRAZA GILSANZ (**)

RESUMEN

En el presente trabajo se trata la geología de la zona desde el punto de vista geomorfológico; es decir, estableciendo la influencia de cada factor geológico (litología, red hidrográfica, red de fracturas y clima) en el modelado. Se clasifica y estudia el modelado para discutir las teorías fundamentales del origen del relieve, dadas en anteriores trabajos, sobre el Sistema Central, llegando a la conclusión de que en esta zona lo más adecuado sería una intermedia entre la que explica el relieve como un policiclo y la que lo da como un gran horts.

ABSTRACT

This paper deals with the influence of the geological climate and drainage, features on relief of the Eastern Sierra de Gredos (Central Spain). A discussion on the origin of relief is also treated, including others theories.

I. INTRODUCCION.

El objeto de este trabajo es el estudio geomorfológico de una región de la Sierra de Gredos.

La zona estudiada comprende la mitad occidental de la hoja topográfica 580 (Méntrida) del mapa nacional 1/50.000 en Proy. UTM y publicado por el S. G. del Ejército.

Geográficamente, en su mayor extensión, se sitúa en la parte más oriental de la plataforma meridional del Macizo de Gredos, comprendiendo parte de la depresión del Alberche, ya en la fosa del Tajo. Siguiendo el esquema que Vidal Box establece para la Sierra de Gredos (esquema 1), nuestra zona de estudio la podemos situar:

Por el Norte, en la zona de contacto de la Sierra

del Piélago (cadena San Vicente-Peña de Cenicientos), con el macizo fundamental de Gredos.

Por el Sur, extendiéndose hacia la fosa del Tajo.

Por el Este queda limitada por la depresión de San Martín de Valdeiglesias, ya en la zona de relieve difuso, que, por medio de la Sierra de Malagón, da paso a la Sierra de Guadarrama.

Por el Oeste, con un relieve más enérgico, el de la Sierra del Piélago, que la separa del Valle del Tiétar.

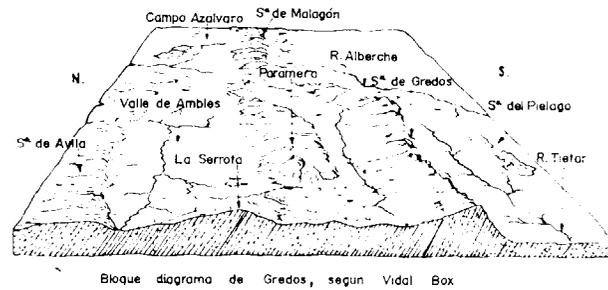
Geológicamente (esquema 2), se nos presentan en esta zona dos rasgos fundamentales; por un lado se encuentra, adosada directamente a un macizo antiguo, el Sistema Central, y por otro pasa hacia una fosa de sedimentación moderna, la del Tajo, ambos hechos nos marcan dos directrices geomorfológicas, netas, ya que nos encontramos con formas resultantes de la erosión de este macizo, que deberemos analizar y clasificar, y tendremos una serie de sedimentos que nos servirán para poder establecer la evolución de estas formas e intentar darlas edad.

(*) Este trabajo es un resumen del presentado por el autor para la obtención del grado de Licenciado, bajo la dirección de D. Eduardo Alastrué Castillo.

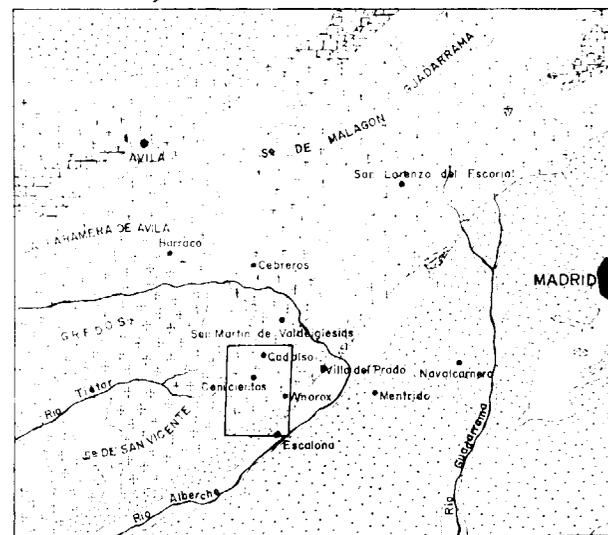
(**) Prof. Ayudante de la Cátedra de Geodinámica Externa de la Facultad de Ciencias de la Universidad Complutense.

Como rasgos geológicos de fundamental importancia y que nos dan una primera situación del estudio tenemos:

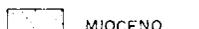
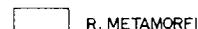
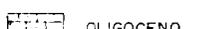
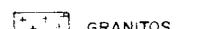
a) Una serie de accidentes tectónicos, propios de la zona de paso de la Sierra de Gredos a la del Guadarrama, que tendrán gran importancia en el modelado.



Esquema 1



Situación Geográfica y Geológica (Zona de estudio)

 CUATERNARIO	 CRETACICO
 MIOCENO	 R. METAMORFICAS
 OLIGOCENO	 GRANITOS

Esquema 2

b) El hecho de haber unos relieves destacados, cadena San Vicente-Peña de Cenicientos, dentro de una plataforma deprimida, respecto al macizo fundamental, y una serie de cerros residuales nos

orienta hacia el estudio de horst tectónicos y erosiones diferenciales.

Estos hechos nos dan ya las directrices del trabajo, ya que tras hacer un estudio geológico general, red hidrográfica, red de fracturas, litología y rasgos paleoclimáticos, intentado establecer la influencia de cada uno en el modelado, pasaremos a hacer un estudio y clasificación del mismo, para ver su origen y evolución.

II. ANTECEDENTES.

En este apartado sólo reseñaremos aquellos trabajos que o bien están centrados en la zona o son de especial interés para nuestro estudio, dejando el resto para la simple mención bibliográfica, aunque se encuentren relacionados con esta zona.

Uno de los más conectados con esta zona es el de P. Birot y L. Solé Sabarís (*). En él hacen un estudio general de la morfología del Sistema Central, dándolo como un gran Horst, establecido a base de una superficie Pontiense, según una complicada sucesión de movimiento en la fase Rodánica. Esta superficie fue lavada a diferentes alturas, y a espensas de este relieve se labró una superficie pliocena bajo un clima árido. Esta superficie hoy se nos presenta disectada por la red cuaternaria.

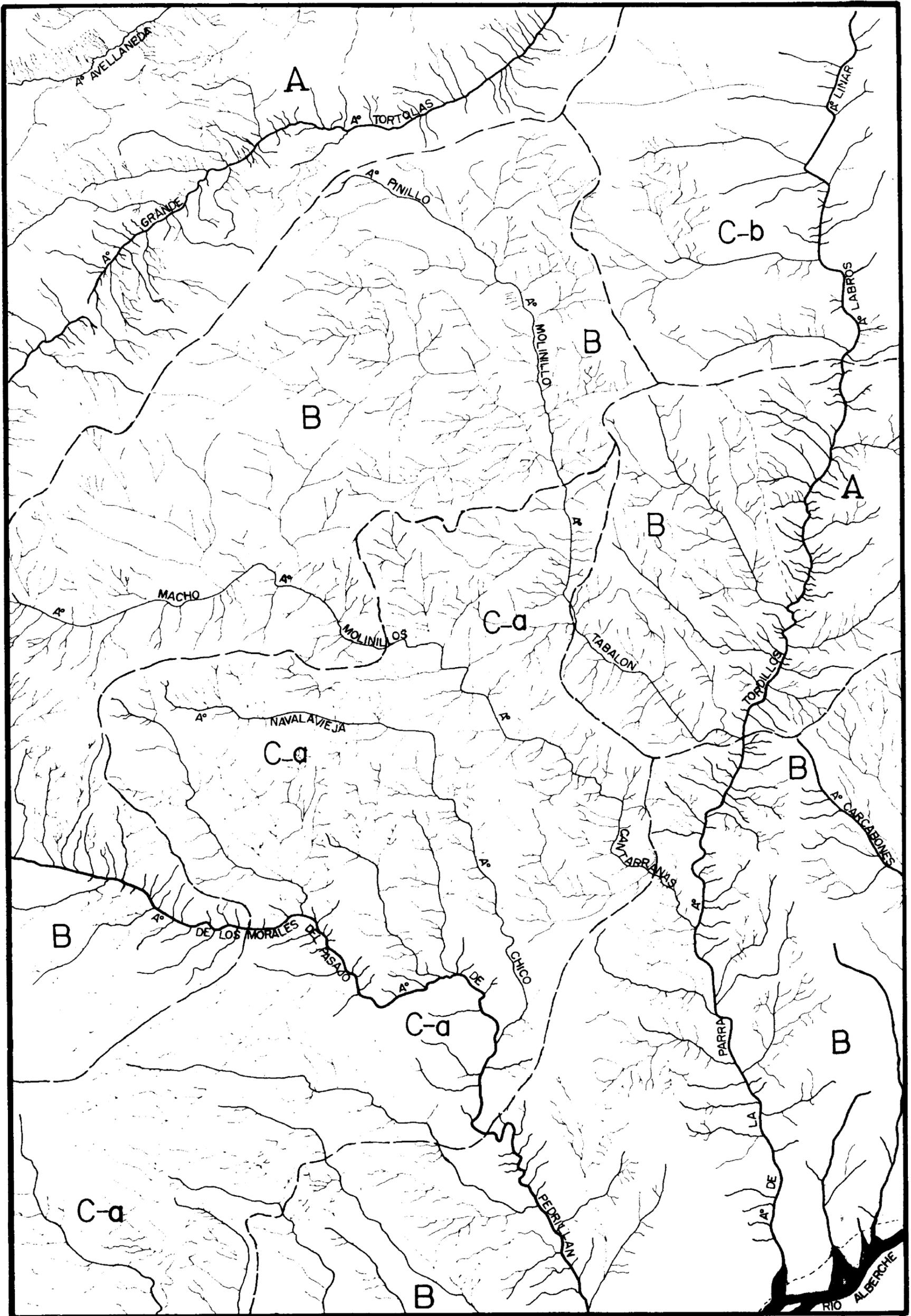
Nuestra zona de estudio la analizan como condicionada y regida por fracturas y fallas; establecen para ella el carácter de bloque hundido, respecto al macizo fundamental de Gredos, a favor de una gran fractura que se establece al sur de San Martín de Valdeiglesias. Sobre este bloque hundido indican la posibilidad de reconocer una superficie de erosión, que se inclina suavemente hacia el SW, entre los 800 y 900 metros sobre dicha superficie se elevan algunos montes islas, como las Peñas de Cadalso y Cenicientos.

Relacionan esta zona con la superficie del Tiemblo y del Escorial, consideran que es un fragmento elevado respecto a la primera y que se asemeja a la segunda.

El trabajo de J. Echwendner (*) está centrado en el Guadarrama, por lo que no está directamente relacionado con esta zona; a pesar de ello y a nuestro

(*) Investigaciones sobre Morfología de la Cordillera Central Española.

(*) Zur Morphologie des Zentralspanischen Hochlandes.



DRENAJE

ESQUEMA A PARTIR DE LA FOTO AEREA

(GRAFICO I)

A Modificado

C-a Tendente a Paralelo

DENDRITICO

ANGULAR

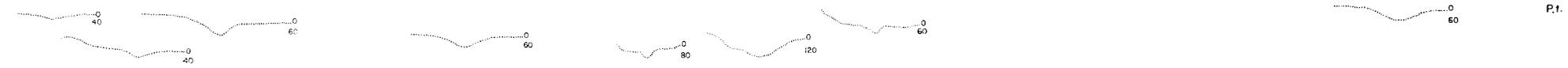
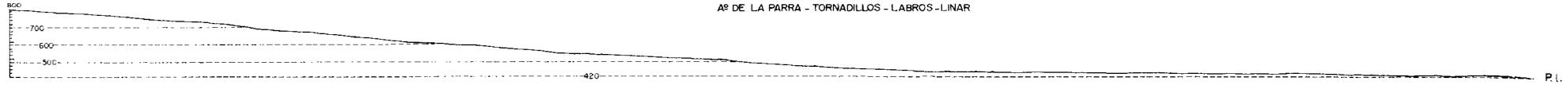
B Subparalelo

D-b Tendente a Subparalelo

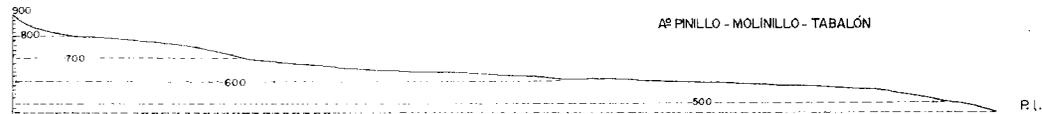
PERFILES DE LA RED

(GRAFICO II)

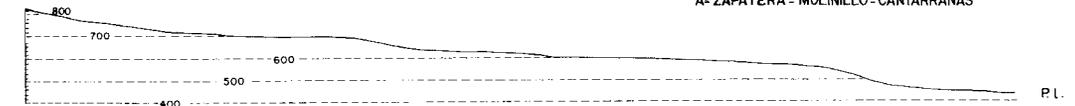
Aº DE LA PARRA - TORNADILLOS - LABROS - LINAR



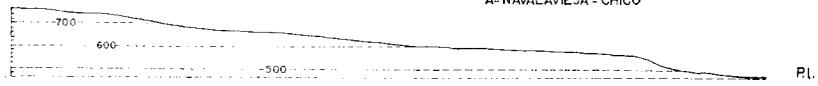
Aº PINILLO - MOLINILLO - TABALÓN



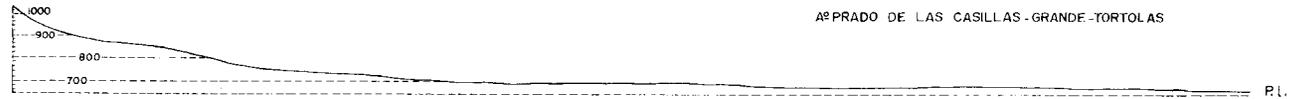
Aº ZAPATERA - MOLINILLO - CANTARRANAS



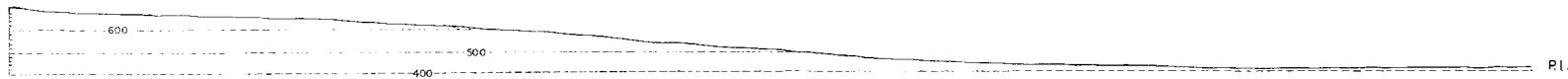
Aº NAVALAVIEJA - CHICO



Aº PRADO DE LAS CASILLAS - GRANDE - TORTOLAS



Aº MORALES DE PASAJO - PEDRILLAN



P.L. - PERFIL LONGITUDINAL

P.t. - PERFIL TRANSVERSAL

ESCALAS

HORIZONTAL 0 500 1000 m.
VERTICAL 0 200 400 m.

parecer, es fundamental para un análisis de la Sierra, ya que en él se establecen las líneas morfológicas de mayor importancia. Para él, la Sierra es un relieve policíclico con una planicie de cumbres y tres de meseta. Sin embargo, para esta zona no los define y sólo hace la observación de que estas planicies se encuentran muy diluidas en la zona de San Martín de Valdeiglesias.

También en esta zona se encuentra un trabajo de L. C. García de Figuerola (*) sobre la Sierra de Piélago. En él establece una superficie colgada, entre los 800 y 900 metros, que sirven de base a elevaciones como Navalasierra y San Vicente. Establece otro nivel inferior de arrasamiento, que desciende hacia el Valle del Alberche, soportando cerros que no llegan a tener el carácter de montes islas. Da como Miocenos los sedimentos de la zona de contacto entre zócalo y cobertera y un rejuvenecimiento hacia el E de los movimientos, que bascularon hacia el W el bloque del Piélago, debido a la presencia de sedimentos tipo rañas.

III. ESTUDIO GEOLOGICO GENERAL.

III-1. RED HIDROGRÁFICA (gráficos I y II).

Toda la red, a excepción del A^o Castaños, que lo es del Tiétar, pertenecen a la cuenca del Alberche, presentando un régimen pluvial extremado, exceptuando el Alberche, que su régimen es pluvionival subreimpuesto en esta zona.

Del estudio general de la red se pueden establecer las siguientes conclusiones:

a) Como resultado del estudio de los perfiles longitudinales, se deduce que los arroyos están lejos del equilibrio y presentan una serie de escarpes de reactivación de la erosión. Estos escarpes, variando en importancia, se encuentran entre los 500, 600, 700 y 800 metros, aproximadamente, y se pueden atribuir a fracturas.

b) De los perfiles transversales se deduce la total irregularidad del cauce: unas veces, imperceptible; otras, encajado a favor de fracturas; otras, dispersos en una red de canales sobre una llanura. En la zona granítica es difícil, en la mayoría de los casos, establecer cauces e interfluvios por la complicación de replanos existentes. En la sedimenta-

ria, con material más uniforme y mayor caudal controlado, se presentan ya claras estas diferencias.

c) La acción modeladora es variada; unos han elaborado un valle lineal sobre una llanura fácilmente reconstruible, sin dispersión de arroyos, tal es el caso del Avellaneda y Tórtolas. Otros, por el contrario, presentan una red difusa y la dispersión de arroyos complica la zona degradándola; éstos son los de mayor influencia modeladora, zona de Cadalso-El Ladrón-Almorox. Finalmente tenemos una serie de ellos de influencia irregular y muy condicionados por fracturas.

En conjunto se pueden establecer la red como mal definida, de poca madurez y condicionada por las fracturas. Su acción modeladora es escasa y sólo en aquellos lugares donde las materias le son favorables ha llegado a establecer su influencia en retoques actuales del modelado.

III-2. RED DE FRACTURAS (esquema 3).

Introducción.

La Tectónica es uno de los factores dominantes en la zona, hecho que se manifiesta en el trazado de valles y collados, análisis por foto aérea, zonas cataclásticas, milonitizadas, brechificadas, así como en las redes diaclasas.

Aquí sólo realizaremos una clasificación y un somero análisis de estas fracturas, tratando de establecer su movimiento en el tiempo, sin intentar ningún estudio tectónico.

Clasificación.

Del estudio por foto aérea y posterior comprobación en el campo, se deducen las siguientes redes:

Red NE-SW como fundamental las de dirección 50° y alrededor de ésta toda una dispersión de ellas. Estas son fundamentales en la zona.

Red NW-SE, conjugada con la anterior y de escasa importancia.

Red NNW-SSE y su conjugada NNE-SSW, asociada a las anteriores redes.

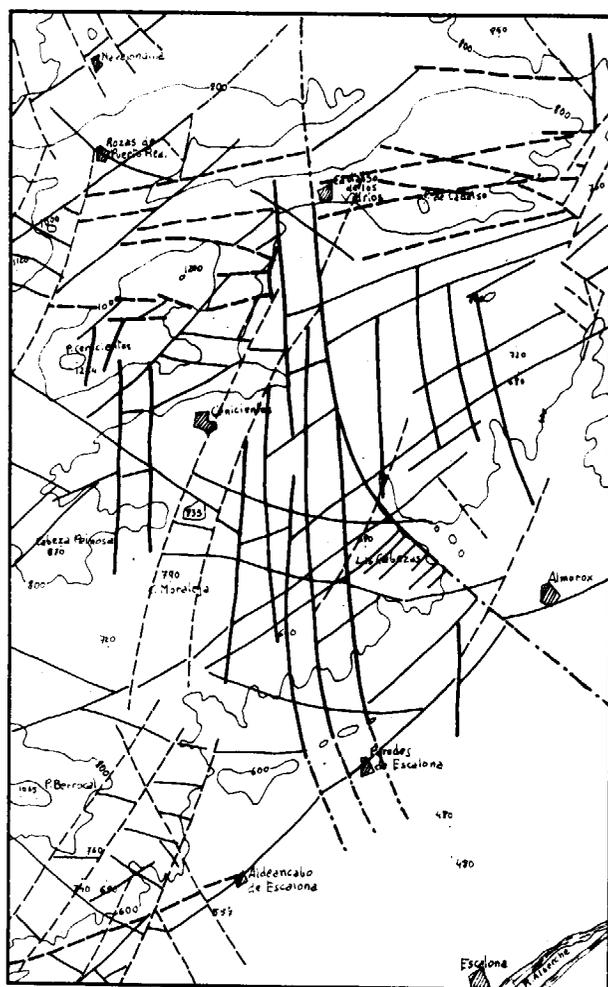
Red N-S, también tiene una zona de dispersión alrededor de ella y presenta gran importancia en la zona.

Red E-W son de escasa importancia, sólo se pueden citar algunas próximas a esta dirección.

(*) Excursión geológica por el bloque del Piélago.

Asociadas a estas redes de fracturas tenemos todo un completo diaclasado, siguiendo prácticamente estas mismas direcciones, y que, junto con las diaclasas en bóveda, son responsables de rasgos modeladores de segundo orden, como son domos, lanchares, berrocales, bolos, etc.

RED DE FRACTURAS



RED - NE-SW. y NW-SE. ————
 RED - NNW-SSE. y NNE-SSW. - - - -
 RED - N-S ————
 RED - E-W - - - -

Falla supuesta ————
 Curva de nivel maestra (Eq. 200 m.) ————
 Pueblo ●

Esquema 3

Análisis de estas redes.

Red NE-SW, sus direcciones fluctúan entre 40° y 60°; es, sin duda, la de mayor importancia en el modelado, así pueden notarse sus efectos en valles, como los del Tiétar y Alberche, en el contacto zócalo-cobertera que limita la fosa del Tajo, o en alineaciones, como lo de la cadena San Vicente-Peña de Cenicientos.

Estas fracturas, junto con los NW-SE, fueron ya tratada por Schwenzner, Fúster y de Pedro o J. R. Parga, estableciendo su origen en el Carbonífero y reactivadas en los movimientos alpinos.

Fúster y De Pedro fueron los primeros en hacer un detallado estudio de la influencia de todas éstas en los relieves de la Sierra. J. R. Parga, en un trabajo reciente sobre el Macizo Hespérico, da a los NE-SW y NW-SE y sus asociadas, NNW-SSE y SSE-NNW, al estudiar sus movimientos horizontales, las propiedades siguientes: se les puede seguir en largo trazado, forman alineaciones de fracturas hay una serie de fracturas subordinadas a la principal o a las alineaciones, hay una serie de pequeñas fracturas de repartición regional. Además, llevan consigo un completo diaclasado con las mismas direcciones, así como una serie de milonitizaciones, filones, rocas cataclásticas, etc., que acompañan a las fracturas. Todos estos puntos son aplicables a esta red en nuestra zona.

Sobre su edad, Parga las establece como tardihercínicas reactivadas en el Alpino. En un esquema adjunto, establece dos fracturas con dirección NE-SW, que son identificables con las del Valle del Tiétar y Avellanada, una de las dos que le atribuye Vidal Box, y la otra, con la del contacto cristalino sedimentaria, antes citadas por Schwenzner.

Como conclusión, nosotros podemos establecer en este sentido una serie de zonas de milonitización, sienitización, brechas, filones, etc., que denuncian unos movimientos en profundidad de estas fracturas. En la zona de contacto zócalo cobertera, tenemos una fractura de este tipo que cabalga al Mioceno y, a su vez, en la zona denominada Diente de la Vieja se presenta fosilizada por unos depósitos tipo raña, posiblemente Pliocenos. Punto importante de ella también es que no presenta un trazado continuo, como se la atribuye en los trabajos precedentes, sino que se encuentra movida y desnivelada por otras fracturas de dirección NNE-SSW, NNW-SSE y N-S.

Todo ello nos conduce a dar estas fracturas, en esta zona, como tardihercínicas, y que se pueden

considerar como fallas Alpinas, con movimientos hasta finales del Mioceno y estables a partir del Plioceno.

El resto de las redes no presentan, en esta zona, criterios definidores, por lo que no podemos referir más que los comparativos a la bibliografía citada, así:

La red N-S, que presenta estrecha relación con la NNW-SSE y NNE-SSW, presenta una historia semejante a las anteriores, solamente que sus movimientos parecen estar más definidos en la vertical y llegan hasta épocas más recientes. Presentan las mismas características de milonitizaciones neisificaciones que todas estas redes. Al igual que las anteriores son también citadas por Schwenzner como de gran poder modelador en la Sierra, fallas del Herradón-Casillas o la de Almorox, que en nuestra zona presenta efectos modeladores (escarpes) y desniveladores (cabalgamiento del zócalo sobre la cobertera sedimentaria).

La red E-W carece de importancia en esta zona y sólo existen algunas próximas a esta dirección en los alrededores de la Peña de Cadalso.

Como punto importante en este estudio está la zona de contacto entre zócalo y cobertera, del que ya se ha hablado al tratar la red NE-SW; se puede clasificar como un contacto por una gran falla inversa de 45° de buzamiento, que cabalga a los materiales terciarios, posible Mioceno y fosilizada por materiales de tipo raña, posiblemente Pliocenos. Esta fractura se presenta nivelada por un Glacis de erosión y desviada por movimientos posteriores de dirección N-S, NNE-SSW y NNW-SSE, que posiblemente desnivelan también el Glacis.

III-3. LITOLOGÍA.

Introducción.

En la zona estudiada se presentan dos dominios litológicos diferentes, el de las rocas cristalinas y el de las sedimentarias. Su contacto es, por una gran fractura NE-SW, complicada por otra serie de ellas variadas, pero predominantemente N-S.

El estudio de ambos dominios va fundamentalmente encauzado a los posibles efectos y consecuencias morfológicas. Así, las rocas cristalinas se han clasificado primeramente en el campo, siguiendo criterios morfológicos, relieves, dominios de roca descompuesta, tamaño del grano, estructura de aflo-

ramiento, etc., para posteriormente efectuar un estudio por lámina delgada, y así poder establecer posibles erosiones diferenciales por la distinta composición.

En cuanto a las sedimentarias, más que análisis intrínsecos, nos interesa la posible datación de los depósitos para un estudio morfogenético.

Descripción.

a) Dominio cristalino:

Formado casi exclusivamente por granitos de variada textura, las zonas en que se presentan alterados son frecuentes y hay lugares que se pueden establecer verdaderos Lem (*); por otro lado, tenemos zonas de alteración lineal que parecen estar relacionadas con fracturas y fenómenos de meteorización, a diferencia del anterior, que podría ser más antiguo y formado bajo la acción de un nivel freático. Nuestro estudio no nos permite analizar detalladamente estos fenómenos, por lo que, en general, siempre que hablemos de estas zonas, las definiremos como de alteración simplemente.

Otro punto de mención general es la gran cantidad de filones de escaso espesor y variado recorrido que encontramos en toda la zona. Estos son, fundamentalmente, de cuarzo, a veces con baritina y algunas mineralizaciones, sulfuros, de escasa importancia; también tienen especial importancia los de aplita, siendo, por el contrario, raros los de pegmatita.

Todos los granitos de grano medio y grueso presentan una disposición tal de los cristales que, en conjunto, dan una incipiente tendencia a la orientación, fenómeno que, sin embargo, se pierde al detalle; esto se observa con neta claridad cuando los granitos presentan una alteración media. Creemos que este fenómeno tiene una estrecha ligazón con la formación de "bolos".

Finalmente debemos señalar en la zona de Navahondilla una serie de pequeños filones, no cartografiables, de neises micáceos que lateralmente pasan a granito, presentándose en el conjunto como pequeños lentejones, todo ello muy alterado. Su espesor es de medio metro como máximo y se presentan buzando unos 60° hacia el N en dirección NE-SW; su extensión, en el mayor, no sobrepasa los 10 me-

(*) Con esta palabra, nosotros queremos expresar granito alterado "in situ", sin implicación ninguna de edad ni relación con la misma nomenclatura usada, de forma discutida, dentro de la terminología de suelos.



Llanura de las Rozas de Puerto Real, con el encajamiento del A.º Tórtolas. Al fondo, Cabezo Gorda.



Llanura de las Rozas de Puerto Real, en la zona de la Peña de Cadalso.

tros y se reducen a una serie de ellos en el pueblo y al norte del mismo, siendo ésta la zona de paso al metamórfico, que se extiende hacia el Tiemblo.

Clasificación.

La clasificación siguiente se basa en estudio de campo con una primera separación de los distintos tipos y posterior estudio al microscopio, pero haciendo notar que no se verifica ningún contaje, sino sólo a base de una apreciación general sobre las preparaciones.

Así tenemos los tipos siguientes:

G₁.

Granito de grano medio a grueso, textura granuda hipidiomorfa, fenocristales de feldespato regular-

mente repartidos, ideomorfos en general, aunque a veces irregulares; este hecho, unido al tamaño de grano restante, hace que no le definamos como porfídico, ya que esta definición se ajusta más a otro tipo de granito. Los minerales que presenta son:

Cuarzo.—Grano irregular, tamaño medio y microcristales, parece presentar dos generaciones.

Feldespato potásico.—Con frecuentes inclusiones, presenta alteración incipiente, ideomorfa y cristales de tamaño grande.

Plagioclasa.—Es abundante, muy seussuritizada, a veces marcada. Cristales de tamaño medio y grande.

Biotita.—Es abundante, muy alterada.

Accesorios.—Circón, incluido en las micas.

Productos de alteración.—Clorita y seussurita.



Nick entre la Peña de Cadalso y la llanura de base.



Diaclasado al E. de la Peña de Cadalso.

Este granito es el más general de la zona, presenta gran alteración normalmente, aunque se puede encontrar fresco en resaltes. Lo podemos definir como GRANITO AMELLITICO A CALCOALCALINO, con fenocristales de feldespato ideomorfos.

G₂.

Granito de textura porfídica, presenta una ligera orientación, es de tonos oscuros azulados, las inclusiones de unos minerales con otros son frecuentes. La orientación se debe a los micro y criptocristales y los fenocristales se acomodan unas veces y otras cortan a esta orientación. Los componentes son:

Cuarzo.—En general, irregular y de tamaño medio a fino, a veces pueden presentarse algún fenocristal.

Feldespato potásico.—Fenocristales ideomorfos de gran tamaño o micro y criptocristales.

Biotita.—Es muy abundante, en general microcristalina, se presenta bastante fresca.

Accesorios.—Se reducen a algunos minerales opacos.

Productos de alteración.—Son escasos, sólo tenemos algo de clorita.

La cartografía de este granito se presenta complicada, ya que la zona de contacto está bastante alterada y es zona de fracturas; a pesar de ello, hay puntos donde se puede establecer un paso gradual al G₁, lo que nos hace pensar que sea una diferenciación del mismo.

Se puede clasificar como GRANITO ADAMELLITICO de textura porfídica y con una ligera orientación.

G₃.

Granito de tonalidades blancas muy netas, sin fenocristales; hecho, quizá, de máxima importancia en él.

Mineralógicamente, tiene:

Cuarzo.—Cristales irregulares, abundantes y de variada gradación de tamaños, pero nunca fenocristales o de tamaño grueso.

Feldespato potásico.—Presentan un cierto ideomorfismo, nunca hay fenocristales, es el más abundante de todos los minerales.

Plagioclasa.—Escaso maclado polisintético, ideomorfa sin fenocristales. Abundante. También existen algunas pertitas y algo de microclina.

Biotita.—Varía en contenido, se suele reducir a un ligero punteado en el grano fino y algo más abundante en el resto, pero siempre escasa. Se presenta bastante fresca.

Accesorios.—Circón, opacos, apatito.

Productos de alteración.—Clorita y seussurita.

Se localiza este granito en la zona de la Peña de Cadalso y se puede clasificar mineralógicamente como: Granito CALCOALCALINO a ADAMELLITICO. Texturalmente presenta las siguientes diferencias:

G₃-a.—De grano medio. Textura Granuda Hipidiomorfa.

G₃-b.—De las mismas características que al anterior, pero del tamaño de grano algo menor, es un intermedio entre el G₃-a y el G₃-c.

G₃-c.—Textura aplítica un ligero menor contenido en biotita y plagioclasa.

Como conclusión el G₃ es: LEUCOGRANITO de CALCOALCALINO a ADAMELLITICO sin fenocristales. Se encuentra fresco siempre y presenta una textura granuda hipidiomorfa en el de grano medio (G₃-a) y aplítica en el de grano fino (G₃-c) presentando un intermedio entre ambos (G₃-b).

G₄.

Granito de grano fino, textura aplítica, tonos claros, bastante fresco.

Mineralogía.

Cuarzo.—Micro y criptocristales abundantes.

Feldespato potásico.—Más ideomorfos que el cuarzo y aproximadamente igual abundancia. Todos son microcristales.

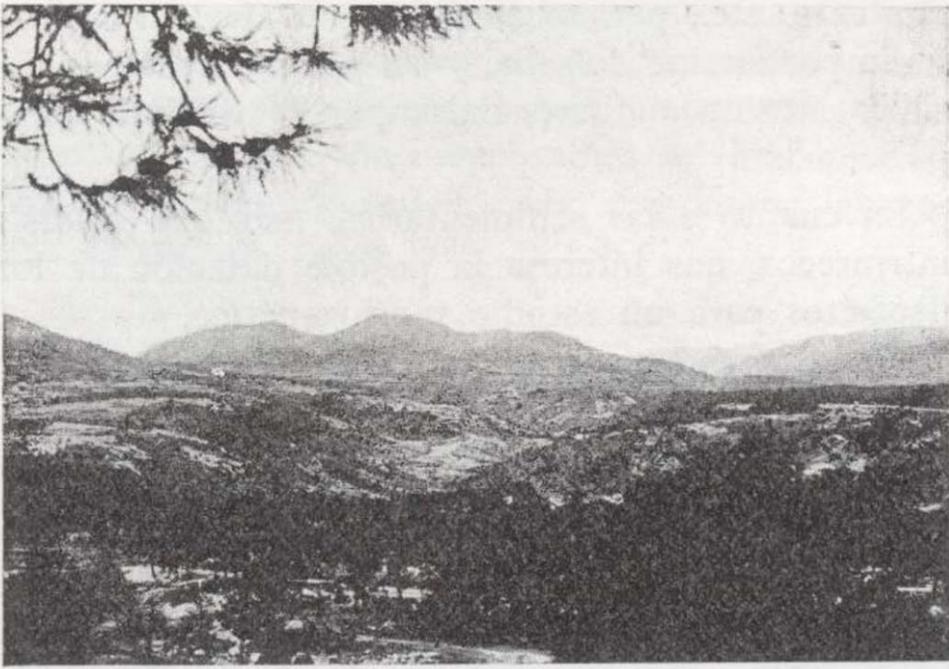
Plagioclasa.—A veces maclada, criptocristalina y menos abundante. Presenta a veces Microclina.

Como más destacado en él es la gran abundancia de Granates.

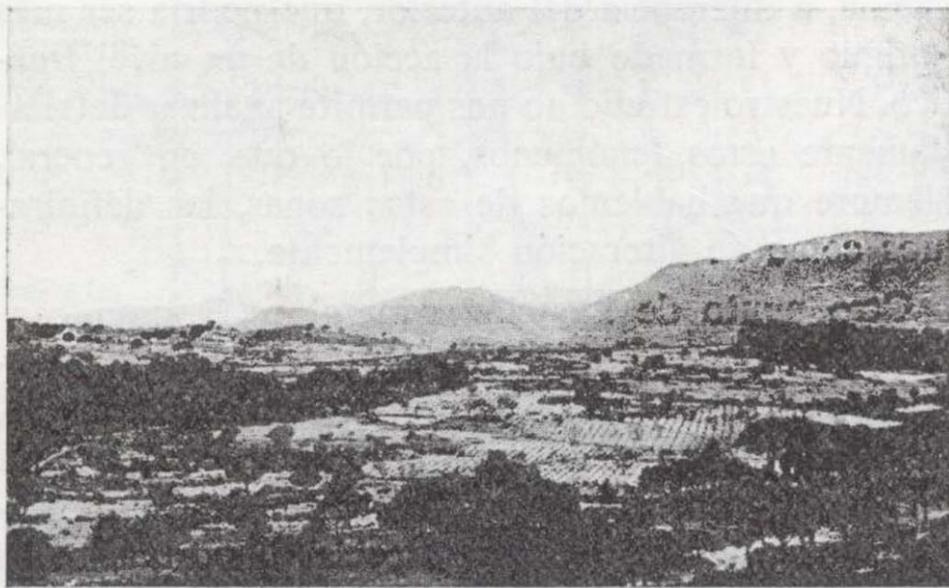
Accesorios.—Tiene biotita.

Productos de alteración.—Clorita.

Lo clasificamos como GRANITO APLITICO con Granates. Se encuentra relacionado con el Metamórfico situado al E de la zona y que se extiende hacia San Martín de Valdeiglesias.



Llanura de las Rozas de Puerto Real, con el encajamiento del A.^o Tórtolas. Al fondo, Cabezo Gorda.



Llanura de las Rozas de Puerto Real, en la zona de la Peña de Cadalso.

tros y se reducen a una serie de ellos en el pueblo y al norte del mismo, siendo ésta la zona de paso al metamórfico, que se extiende hacia el Tiemblo.

Clasificación.

La clasificación siguiente se basa en estudio de campo con una primera separación de los distintos tipos y posterior estudio al microscopio, pero haciendo notar que no se verifica ningún contaje, sino sólo a base de una apreciación general sobre las preparaciones.

Así tenemos los tipos siguientes:

G₁.

Granito de grano medio a grueso, textura granuda hipidiomorfa, fenocristales de feldespato regular-

mente repartidos, ideomorfos en general, aunque a veces irregulares; este hecho, unido al tamaño de grano restante, hace que no le definamos como porfídico, ya que esta definición se ajusta más a otro tipo de granito. Los minerales que presenta son:

Cuarzo.—Grano irregular, tamaño medio y microcristales, parece presentar dos generaciones.

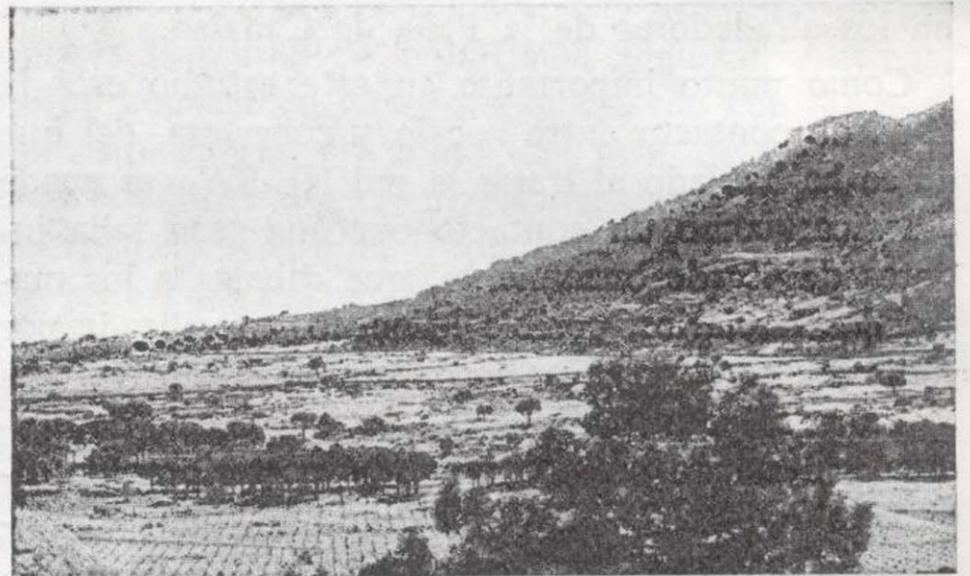
Feldespato potásico.—Con frecuentes inclusiones, presenta alteración incipiente, ideomorfa y cristales de tamaño grande.

Plagioclasa.—Es abundante, muy seussuritizada, a veces marcada. Cristales de tamaño medio y grande.

Biotita.—Es abundante, muy alterada.

Accesorios.—Circón, incluido en las micas.

Productos de alteración.—Clorita y seussurita.



Nick entre la Peña de Cadalso y la llanura de base.



Diaclasado al E. de la Peña de Cadalso.

G₄.

Granito de grano medio a grueso con dos micas sin fenocristales. Tiene textura granuda no compacta, delecnable, presenta tonalidades blancas a veces amarillas o rojizas de alteración.

Mineralógicamente, tiene:

Cuarzo.—Cristales irregulares de tamaño medio, abundante.

Feldespato potásico.—Con inclusiones del cuarzo y plagioclasa, bastante ideomorfa, muy abundante.

Moscovita.—Abundante, en cristales grandes, su génesis parece tener relación con la biotita.

Pagioclasa.—Muy maclada, de ideomorfa a irregular, abundante.

Biotita.—Es escasa, a veces es casi accesorio.

Accesorios.—Circón, opacos y Rulito.

Se puede clasificar como un granito. Adamellítico de dos Micas sin fenocristales.

G'₄.

Granito de grano fino textura aplítica. Mineralógicamente presenta la misma composición que G₄, exceptuando la falta en éste de biotita. Presenta una continuidad, por medio de otro de grano intermedio también sin biotita y de escasa extensión, con el G₄.

Lo podemos clasificar como: Granito ADAMELLÍTICO DE TEXTURA APLITICA.

G₅.

Granito de grano medio a grueso, con fenocristales de feldespato sobre todo plagioclasa, ideomorfos.

Mineralógicamente, tiene:

Cuarzo.—Cristales irregulares de tamaño medio, escaso.

Feldespato potásico.—Cristales de variado tamaño en general medios ideomorfo a irregular, escaso.

Plagioclasas.—Poco maclada, muy abundante, grandes fenocristales, y otras de tamaño medio o fino.

Biotita.—Muy abundante fresca, a veces en concentraciones.

Circón.—Es abundante, a veces incluido en las biotitas.

Accesorios.—Rulito y Opacos.

Productos de alteración.—Clorita y seussuritas son escasas.

Clasificación.—GRANODIORITA con *fenocristales de feldespato*.

G₆.

Granito de grano fino, textura aplítico-neisica. Mineralógicamente tiene:

Cuarzo.—Grano fino, irregular, es abundante.

Feldespato potásico.—Grano fino, más ideomorfo, pero irregular, abundante.

Biotita.—Abundante, se presenta bastante fresca.

Plagioclasa.—Es escasa, casi accesorio.

Accesorios.—Circón.

Se presenta claramente orientado y su contacto con el granito normal se hace bastante neto y por un enriquecimiento de plagioclasa.

Clasificación: Granito ALCALINO DE GRANO FINO ORIENTADO.

A)

Roca filoniana, grano fino. Mineralógicamente tiene:

Cuarzo.—En cristales medios a finos irregulares, muy abundante.

Feldespato potásico.—Menos abundante, ideomorfo a veces, de grano medio y fino.

Moscovita.—Abundante en cristales medios. Presenta a veces una ligera orientación.

Clasificación: APLITA.

b) DOMINIO SEDIMENTARIO.

Introducción.

Se compone de variados tipos de rocas, en general lo dominante y más potente son unas arenas arcósicas, sobre las que se hallan una serie de depósitos con cantos semiangulosos de cuarzo y cuarcita rubifactados, y en los bordes de los cauces, otros de cantos más labrados y claramente diferenciables de los anteriores, y sobre el cauce actual, depósitos de limos y arenas.

Descripción.

b-1) *Arenas arcósicas.*

Estos depósitos son el mayor problema con que nos hemos encontrado al hacer el estudio litológico, ya que, como es sabido, su datación es bastante problemática. Los depósitos arcósicos presentan una clara gradación desde la zona del contacto hasta el valle del Alberche, comenzando por una arena masiva, nada labrada ni clasificada, con cantos de granito, cuarzo y aplita, intercalados, que a veces son grandes lentejones; estos lentejones en varias ocasiones son de bolos de grandes dimensiones. En conjunto presentan unos tonos amarillentos blancuzcos y el contenido en feldespatos frescos es grande; los granos de cuarzo de la fase arenosa presentan tamaños gruesos. A medida que vamos hacia el Sur, la arena va siendo más labrada, se pierde el carácter masivo y puede notarse una cierta estratificación, dada por la diferencia de tonos, verdes, rojizos, oscuros, etc. Los feldespatos se presentan más alterados y podemos incluir una porción de ellos en la matriz arcillosa de la arena; los granos de cuarzo están más labrados, son de menor tamaño y su clasificación es mayor. También en la matriz se presenta gran contenido de micas; en esta arena no se presenta ningún lentejón de cantos y sólo hay algunos dispersos de pequeñas dimensiones.

La diferencia entre estos dos depósitos es bastante neta, si se trata de los mismos materiales que presentan la típica gradación, debida al mayor transporte, o bien son distintos, siendo los menos labrados más modernos, no nos es posible asegurarlo.

Sobre su edad, se nos presenta el problema de la falta de fósiles, por lo que el único dato que podemos tener en cuenta es la correlación lateral, y, por tanto, debemos atenemos a la clasificación, ya dada en la memoria de la hoja geológica de la zona, que la establece como Miocenos del Vindoboniense o Pontienne. Hemos de hacer notar que en la zona del sur de Escalona se ha encontrado un yacimiento de fósiles, que parecen ser Vindoboniense, aunque están en proceso de clasificación (*). Por otra parte, se nos presentan más hacia el centro de Cuenca, con lo cual nuestros depósitos podrían ser

(*) Comunicación verbal hecha por el Sr. Martín Escorza, autor del hallazgo.

distintos; de todas formas debemos ajustarnos a la clasificación precedente mientras estos datos no puedan ser determinados.

b-2) *Depósitos tipo raña.*

Sobre estas arenas se encuentran una serie de depósitos tipo raña; es decir, de cantos de variado tamaño, en general de cuarzo y cuarcita, angulosos, rubifactados, y que son claramente diferenciables de los depósitos de las terrazas, poco labrados, a veces presentan una cierta compactación, sin llegar a estar cementadas. Su extensión no nos permite un buen estudio, ya que se reducen a una serie de retazos de poco espesor. Por todas sus características, pensamos que se trata de depósitos Pliocenos. Estos depósitos se presentan en dos cotas: unos, a 475 metros, y otros, a 500. Lo cual nos hace pensar en dos generaciones de ellos o, al menos, una desnivelada por movimientos posteriores.

b-3) TERRAZAS.

Se han podido determinar en esta zona tres niveles de terrazas en el cauce principal del Alberche. Estos depósitos son claramente diferenciales de los materiales tipo raña, ya que el nivel más alto que topográficamente puede confundirse presenta la mayor compactación, sus cantos son más redondeados y clasificados y la matriz es de tonos mucho más oscuros, denunciando un clima más húmedo. Además, su posición morfológica denuncia una clara relación con el cauce. Las otras dos terrazas presentan materiales más finos, pudiéndose definir como materiales tipo, grava con matriz arcilloso-arenosa, que en ocasiones adquiere gran importancia.

Estas terrazas se encuentran a las siguientes alturas (las definimos sobre el cauce del Alberche):

- 1) 460 m., a 30 m. sobre el nivel del río.
- 2) 445 m. a 450 m., de 15 m. a 20 m. sobre el nivel del río.
- 3) 425 m. a 430 m. se encuentra de 2 m. a 3 m. sobre el cauce actual.

b-4) *Depósitos aluviales.*

Finalmente tenemos los depósitos actuales, que se encuentran sobre el cauce actual, consistentes limos y arenas.

IV. ESTUDIO DEL MODELADO.

IV-1. FACTORES QUE LO HAN LABRADO (gráfico III).

Realizado el análisis geológico general se puede pasar a establecer, como primera base del relieve, la influencia que cada uno de los factores ha tenido en su origen. Así tenemos:

A) *Tectónicos*.—Son de influencia fundamental en el modelado de la zona no sólo por lo que se refiere a los rasgos primarios, Horst tectónicos, sino también por una serie de ellos secundarios o de retoque, que han perfilado el relieve, como son: la trituración de ciertas rocas, en zonas a veces amplias y, en general, dándolas una textura que ha facilitado la penetración del agua y su alteración, la extensa red de diaclasado que ha dado múltiples áreas de domos, lanchares, berrocales y bolos, siertos escarpes conservados, encajamientos de la red, etcétera.

B) *Litológicos*. Ha influido en determinadas zonas, como elemento activo del relieve, al encontrarnos con ciertos relieves residuales, debidos a diferencias litológicas de composición y como elemento pasivo se puede hacer notar la facilidad con que la biotita se presenta oxidada, hecho que ha permitido múltiples zonas de alteración.

C) *Climáticos*.—Este factor, aparte de la observación directa, nos atendremos a la bibliografía para su situación.

P. Birot establece un clima árido como modelador de las rampas de la Sierra. Vidal Box llega a idéntica conclusión al estudiar la zona de Toledo. Derrau da igualmente el Plioceno español como de modelado árido en estas zonas.

Es decir, de toda la bibliografía se desprende que sin límite exacto, pero con un máximo en el Plioceno, la Cordillera Central fue erosionada bajo un clima tipo árido.

Respecto a esto, nosotros hemos podido observar los siguientes puntos:

Un continuo y frecuente canturreal, grava o arena, sin poderse establecer suelo vegetal ninguno. Este canturreal es de cuarzo, cuarcita, aplita y granito, todos son angulosos y en ocasiones se encuentran grandes fenocristales de feldespato entre ellos. Esto implica una labor sobre los interfluvios, incluso en la época actual, a pesar de ser climas más húmedos, por no haberse podido imponerse a una antigua acción áureolar o de Shect-Flood, ya que los cauces no se presentan bien definidos.

La existencia de relieves residuales implica una acción árida incapaz de suavizar las pendientes, por falta de la humedad de penetración suficiente.

Al estudiar los sedimentos, ya en los depósitos Miocenos, nos encontramos en la zona de contacto con grandes feldespatos; esto implica un corto recorrido, lógicamente, y es acorde, ya que el área madre es la misma Sierra, pero para llegar estos feldespatos a la Cuenca necesitan una previa disgregación del granito. Este fenómeno se produce oxidando las micas, siendo así más fácil la disgregación y, sin embargo, no habría humedad suficiente para poder disolver los feldespatos.

Por otro lado, la existencia de depósitos tipo raña con materiales rubifactados implica una acción árida para que sean posibles éstos.

Junto a esto tenemos la acción lineal actual de la red, signo de posterior evolución del clima hacia tendencias más húmedas.

Como conjunción de estos factores se pueden establecer en la región una serie de zonas de diferente modelado; son el resultado de la interacción de todos ellos y tienen su reflejo en la topografía, estructura y mayor o menor facilidad a la erosión.

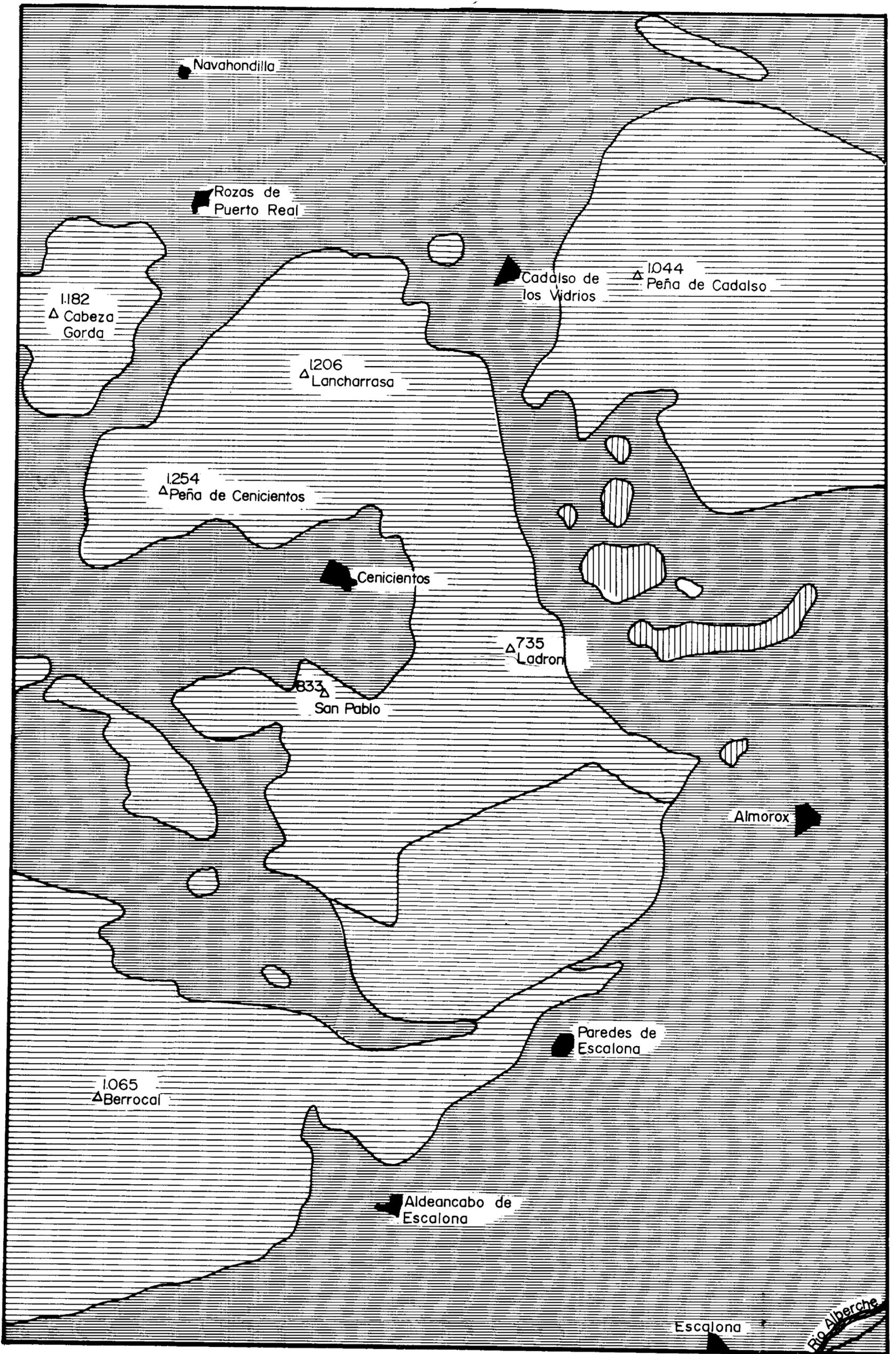
IV-2. CLASIFICACIÓN.

Sin penetrar en las descripciones, puramente geográficas y tras el estudio de la región para establecer su geología, así como el análisis del mapa y sus cortes topográficos y geológicos, se pueden definir tres zonas o entidades de relieve.

a) *Zonas elevadas*.—Corresponden el relieve más importante de la región; en conjunto forman una alineación que, con dirección NE-SW, enlaza con la Sierra de San Vicente por medio de otras elevaciones de menor importancia, ya fuera de la región estudiada. Estas son: Peña de Cenicientos-Lancharrasa (1.254-1.206), Cabeza-Gorda (1.182), Berrocal (1.065), Peña Cadalso (1.044). Todas ellas presentan un Nick bastante claro en su base.

b) Llanura que se extiende, entre los 800 y 900 metros en la base de estas elevaciones, y sobre la que se asienta el Nick. Está bien definida de Norte de las Peñas, se presenta poco drenada por la red. Sólo algunos encajonamientos lineales condicionados por las fracturas no hay o se presenta mal definido el canturreal y la grava arenosa.

c) Llanura entre los 800-700 m. y el Valle del Alberche. Se extiende fundamentalmente al sur de



ZONA DE MODELADO

(GRAFICO III)

ZONA

- A  Zona deprimida, roca de facil erosion (Lehm, granito alterado, arenas sedimentarias, grava con cantos)
- B  Zona de bolos "in situ" de granito fresco sobre la alteracion basal, grava y cantos
- C  Zona de relieve (Peñas y cerros) granito fresco con Valles y Collados de alteracion, puede o no existir la grava
- D  Zona de granito fresco en Domo o Lanchares

ESCALA GRAFICA

0 1 2 3 4 Km.

las zonas elevadas. Unas veces arranca de éstas hacia el Sur, a partir de los 700 metros; otras queda interrumpida por una serie de cerros en el contacto con la planicie anterior, a veces se presenta continua con ella, pero drenada por la red, lo que hace pensar que se trata de la misma llanura, pero ya disectada.

Presenta multitud de cerros de escasa cota, que no se les puede considerar como residuales.

Está muy bien definido, en toda ella, una grava arenosa con cantos de cuarzo, aplita y granito e incluso feldespatos.

IV-3. ORIGEN.

La clasificación anterior nos establece geográficamente tres unidades en el relieve claramente diferenciables, nuestro problema ahora consiste en determinar si estas unidades lo son morfológicas también.

Para intentar ver el origen del modelado lo haremos tomando los dos modelos o teorías fundamentales del origen de la Sierra, la que da para ella origen Policíclico y la que establece que es un Horst. Así compararemos nuestros datos con cada modelo:

Si establecemos como origen de este relieve un proceso policíclico, nos encontramos con serias dificultades:

— Al estudiar los perfiles de la red no es posible establecer escarpes que no sean debidos a fracturación, y mucho menos coincidencia de varios escarpes que puedan definirnos algún replano.

— La fuerte tectonización de la zona parece "a priori" orientarnos en contra de esta teoría.

— Schwenzner, al estudiar la Sierra, se ocupa poco de esta zona y establece que en ella los replanos se presentan muy diluidos. Sin embargo, a lo largo de su trabajo, que, sin duda, establece los rasgos fundamentales de fracturación, análisis y evolución de la Sierra, establece una serie de casos con variaciones de los niveles de planicie por la tectónica. Esta confusión en las alturas de las planicies hace pensar ya en ciertos rasgos tectónicos fundamentales.

— Si tratamos de encajar nuestro relieve dentro del modelo policíclico, tendríamos:

La superficie de cumbres fuera de la zona.

La M_3 serían la Peña de Cenicientos-Lancharrasa y Cabeza-Gorda (entre 1.200 y 1.700 m.), residuos.

La M_2 serían el Berrocal y la Peña de Cadalso (entre 1.050-1.100), residuos.

La M_1 sería la planicie sobre la que se elevan las zonas anteriores (entre 880-950 m.).

A esto se puede objetar:

La Peña de Cenicientos queda enmarcada por fracturas; el Berrocal y la Peña de Cadalso se definen, dada su posición, mejor como Montes Islas independientes. La M_1 definida no coincide con la observada por nosotros, al menos que la supongamos desnivelada, en esta zona, por la tectónica. Por otra parte, los movimientos de un policiclo se deben realizar a favor de fracturas con dirección según la Sierra, ya que son fundamentalmente de abombamiento. Pero en esta zona el Terciario y la M_1 presentan un perfecto enrase, por la cual el movimiento final se realizaría manteniéndose inmóvil esta fractura de contacto, ya que no se puede admitir un retroceso del escarpe hasta la Peña de Cadalso, en un lado (6 Km.), y, sin embargo, en el Berrocal el escarpe no ha retrocedido a veces ni 10 metros.

Además, en muchas zonas, como puede comprobarse en los cortes geológicos, la continuidad de la planicie de base de los cerros es total hasta el Valle del Alberche, presentando un perfecto enrase con el Terciario, lo que le da todas las características de un Glacis de erosión.

Comparando el segundo modelo con nuestra zona, tendríamos:

Una planicie de base únicamente, que se encuentra mejor conservada, donde el drenaje ha sido más escaso o más lineal. Esta planicie, labrada a base del bloque hundido respecto al macizo fundamental, presenta aquí un trazado de Glacis de erosión, que arranca de las Peñas hacia el Valle del Alberche, teniendo una pendiente de unos 10°. El diferenciar geográficamente dos partes dentro de esta planicie obedecería a un nuevo ciclo de erosión, sin influencias tectónicas, sino climáticas, que han hecho que la red quede definida y produzca encajamientos y disección del relieve. Este último punto es el de mayor discusión para nosotros.

Estos hechos presentan un mayor acuerdo con nuestras observaciones, ya que así las dos planicies, que nosotros diferenciábamos, quedan explicadas como un solo Glacis, que, al pie de las zonas elevadas, se presenta bien conservado, y, sin embargo,

hacia el Sur presenta un fuerte drenaje, que hace que en él queden pequeños cerros más resistentes.

Las zonas elevadas se pueden explicar:

Peña de Cenicientos-Lancharrasa y Cabeza-Gorda, como un Inselberg de posición (debido a la tectónica), y Berrocal y Peña de Cadalso, como Inselberg de resistencia, quizá este último influido por el diaclasado, ya que la litología no puede establecer el Nick, mientras que en el primero es fácilmente atribuible a la litología.

Como conclusión, y según esta teoría, podemos establecer que a base de una superficie, para nosotros imposible datar, pero existente por ser posible observar hoy sus retazos a diferentes alturas, la tectónica estableció una serie de Horts y sobre la zona deprimida se ha labrado un Glacis de erosión que soporta una serie de Inselberg de distinto origen; unos debidos a la tectónica, que los elevó previamente (posición) y otros por diferencias litológicas o estructurales (resistencia). Todo ello quedó drenado por la red al comenzar un nuevo ciclo de erosión, con cambios climáticos únicamente, que han hecho encajarse la red y posible la conversión de estos cerros y parte del Glacis.

Si bien esta teoría en sí es la que más se ajusta, como vemos, a la explicación del modelado de esta zona y sus autores señalan movimientos posteriores a todo aplanamiento, se nos presenta el problema de la magnitud de ellos y la importancia de posteriores ciclos de erosión y si, efectivamente con posterioridad al último período de erosión, que labró el Glacis, solamente se han efectuado movimientos poco importantes que han establecido únicamente una desnivelación del mismo.

Nuestras ideas, teniendo en cuenta que la zona de observación no presenta una amplitud tal como para llegar a conclusiones generales, por lo que son exclusivamente teorías sujetas a comprobación, nos permiten establecer los siguientes puntos:

a) Creemos que, efectivamente, con posterioridad al labrado del Glacis de erosión definido, se han producido movimientos de cierta importancia que lo han desnivelado, así se puede comprobar en la zona de contacto zócalo cobertera, donde se presenta este cabalgamiento de contacto, desviado por posteriores fracturas.

b) En el Berrocal es difícil poderlos explicar con un solo movimiento, ya que si bien presenta un Nick, litológico, entre loc 800-900 metros, presenta otro contacto brusco por el Sur, a los 500 metros, y por el Norte, entre los 700 y 600 metros.

c) La existencia de depósitos tipo raña, a distinta altura, unos a 500 y otros a 470-480, con posibilidad de que no sea una sola generación desnivelada, sino dos distintos, nos vuelve a hacer pensar en el esquema evolutivo de Schwezner, ya que podríamos tener dos ciclos de erosión postmiocenos, como él señalaba.

Todos estos puntos sitúan los esquemas existentes para el origen del modelado sujetos a una revisión, ya que si bien en esta zona pueden establecerse una serie de Horst y una superficie tipo Glacis, existen claros indicios de posteriores movimientos, que posiblemente tengan importancia mayor que la de simples movimientos desniveladores de él, y, por el contrario, podría haber otro nuevo ciclo de erosión, del cual serían testigos los depósitos tipo raña, antes de la interrupción de ellos por cambios climáticos.

V. EVOLUCION DEL RELIEVE.

Según los datos obtenidos para el origen del relieve, podemos establecer la evolución de la siguiente forma:

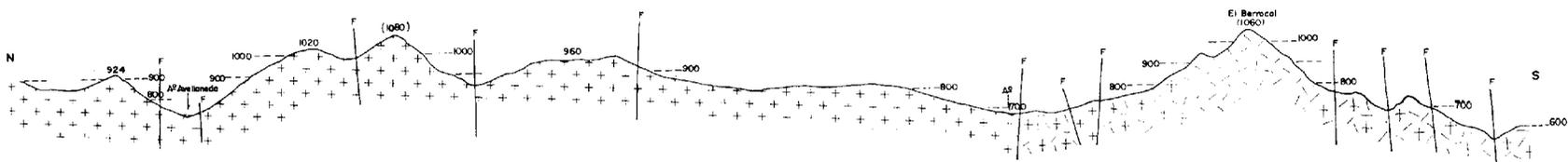
Sobre una superficie fundamental, cuya edad nosotros no podemos establecer y que P. Birot y S. Sabarís señalan como Finipontiense, actuaron los movimientos posteriores al Pontiense, y anterior al Plioceno medio (primera fase Rodánica), desgajando en Horst esta superficie, con la formación de depresiones y alineaciones de dirección NE-SW (Valle del Avellaneda, Alineaciones Peña de Cenicientos-Lancharrasa, Valle del Alberche). En esta zona, los datos de estos movimientos quedan patentes en el cabalgamiento sobre los materiales Miocenos (Vindoboniense o Pontienses).

Durante el Plioceno Inferior o Medio se labró una superficie tipo Glacis, que soporta una serie de cerros residuales y con la formación de depósitos tipo raña.

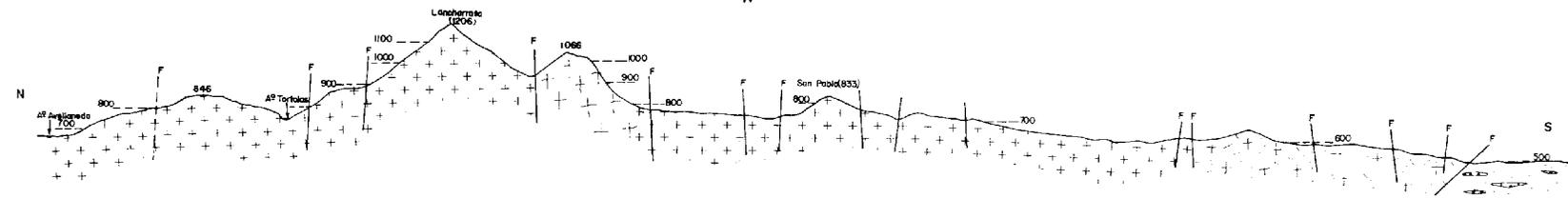
En el Plioceno Superior esta superficie sufre una desnivelación por movimientos que hacen actuar a las fracturas N-S y NWE-SSW, fundamentalmente. Durante este segundo período hay la posibilidad de que existiera un nuevo ciclo de erosión del mismo tipo que el anterior, y en ese caso tendríamos como resultado otra llanura quizá no bien definida, siendo los depósitos tipo raña no una sola generación desnivelada por estos movimientos, sino dos diferentes, correspondientes a dos ciclos de ero-

CORTES GEOLOGICOS

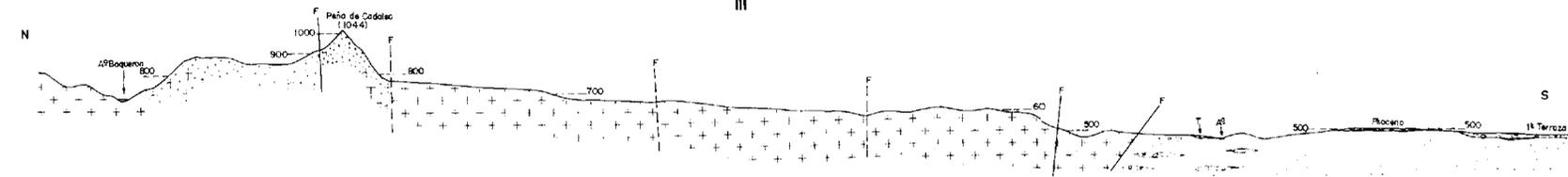
I



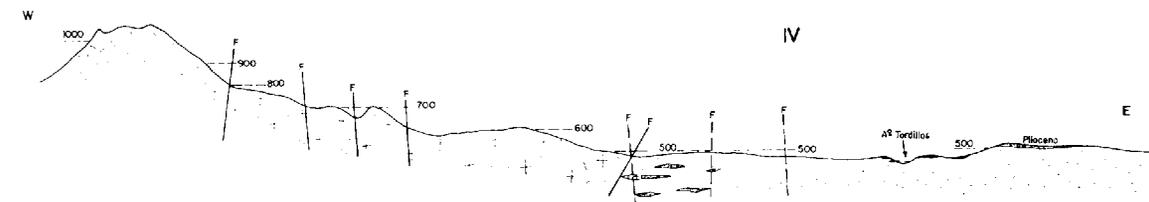
II



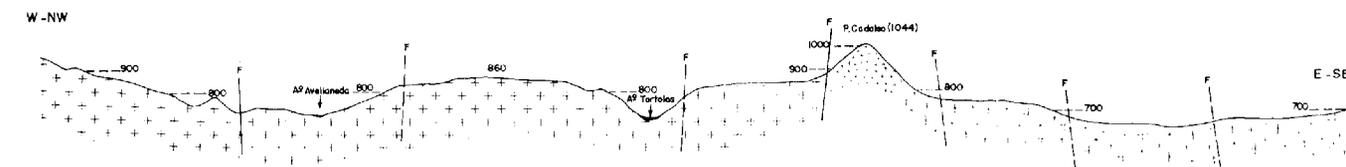
III



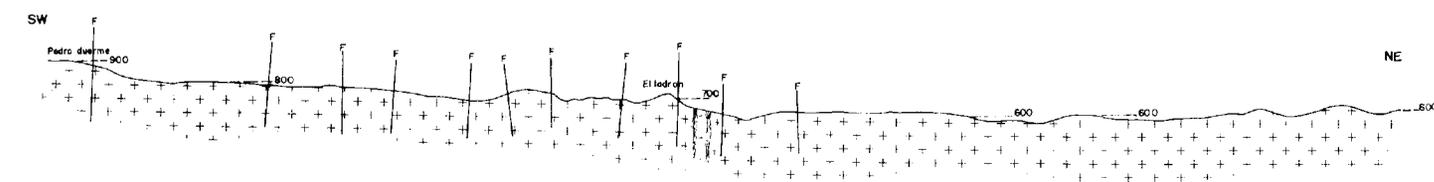
IV



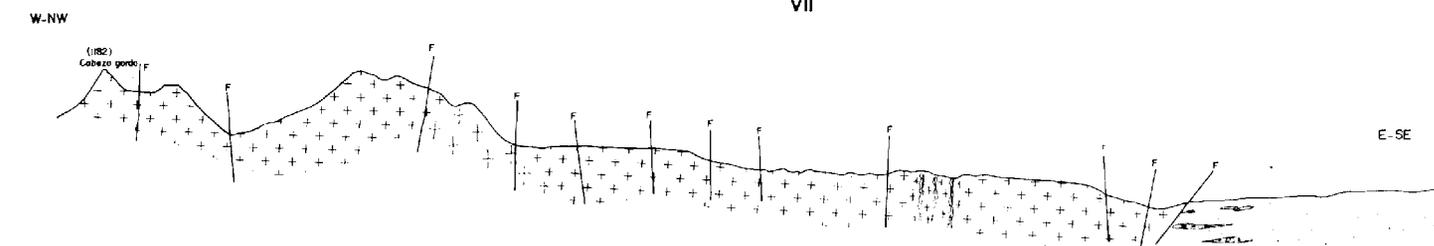
V



VI



VII

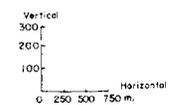


LEYENDA Y SIGNOS

- DEPOSITOS ACTUALES (ALUVIAL)
- T. TERRAZAS
- DEPOSITOS TIPO RAÑA (PLIOCENO?)
- ARENAS ARCÓICAS (MIOCENAS)
- G₁ GRANITO DE GRANO MEDIO CON FENOCRIETALES - CALCO-ALCALINO-ADAMELLITICO
- G₂ GRANITO ADAMELLITICO-TEXTURA PORFIDICA-ALGO ORIENTADO
- G_{2-A} GRANITO ADAMELLITICO DE GRANO MEDIO A FINO, SIN FENOCRIETALES (LEUCOGRANITO)
- G_{3-C} GRANITO ADAMELLITICO-TEXTURA APLITICA (LEUCOGRANITO)
- G₄ GRANITO ADAMELLITICO DE DOS MIGAS, SIN FENOCRIETALES, GRANO MEDIO A GRUESO
- G₅ GRANITO ADAMELLITICO-TEXTURA APLITICA
- G₆ GRANODIORITA CON INTERCALACIONES DE UN GRANITO APLITICO ORIENTADO

- FALLAS PRÓBADAS (EN FOTO O CAMPO)
- FALLAS SUPUESTAS
- 1000 COTAS

ESCALAS



MAPA GEOLOGICO

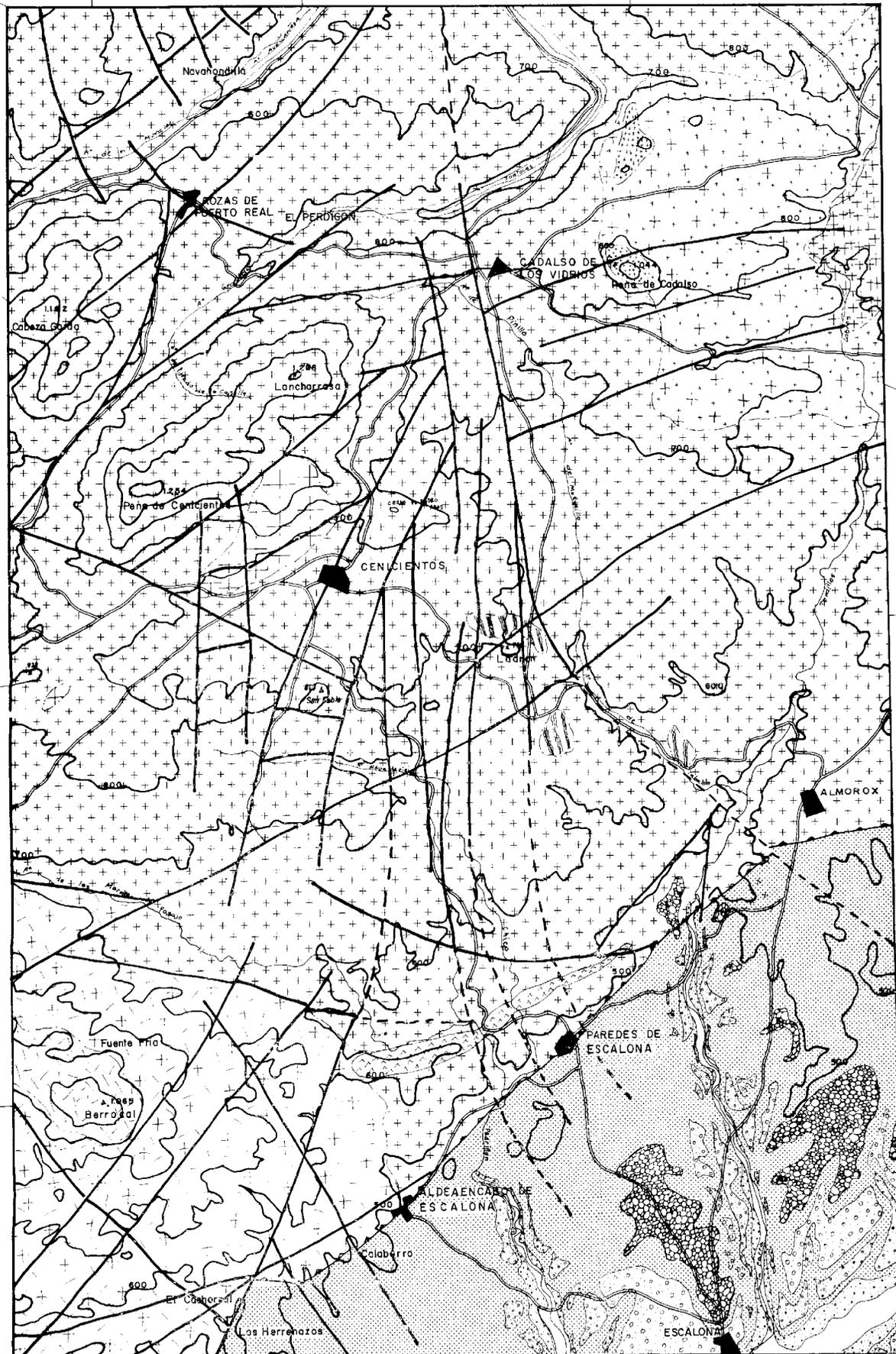
(HOJA 580 MENTRIDA)

LEYENDA

CUATERNARIO		ALUVIAL
		3ª TERRAZA
		2ª TERRAZA
		1ª TERRAZA
TERCIARIO		RAÑAS PLIOCENAS (1)
		ARENAS ARCOSICAS MIOCENAS
ROCAS SEDIMENTARIAS		
		A - APLITA
		G ₁ - GRANITO CALCO-ALCALINO ADAMELITICO DE GRANO MEDIO CON FENOCRISTALES DE FELDESPATO.
		G ₂ - GRANITO ADAMELITICO, TEXTURA PORFIDICA ALGO ORIENTADO.
		G ₃ - A-B - GRANITO ADAMELITICO DE GRANO MEDIO A FINO SIN FENOCRISTALES (LEUCOGRANITO)
		G ₄ - C - GRANITO ADAMELITICO TEXTURA APLITICA (LEUCOGRANITO)
		G ₅ - D - GRANITO DE TEXTURA APLITICA CON GRANATES.
		G ₆ - GRANITO ADAMELITICO DE DOS MICAS SIN FENOCRISTALES, GRANO MEDIO A GRUESO.
		G ₇ - GRANITO ADAMELITICO, TEXTURA APLITICA.
		G ₈ - G ₉ - GRANODIORITA CON INTERCALACIONES DE GRANITO DE TEXTURA APLITICO-NEISICA

SIMBOLOS

	FALLAS
	FALLAS SUPUESTAS
	FALLA INVERSA
	TRANSICION ENTRE DOS GRANITOS



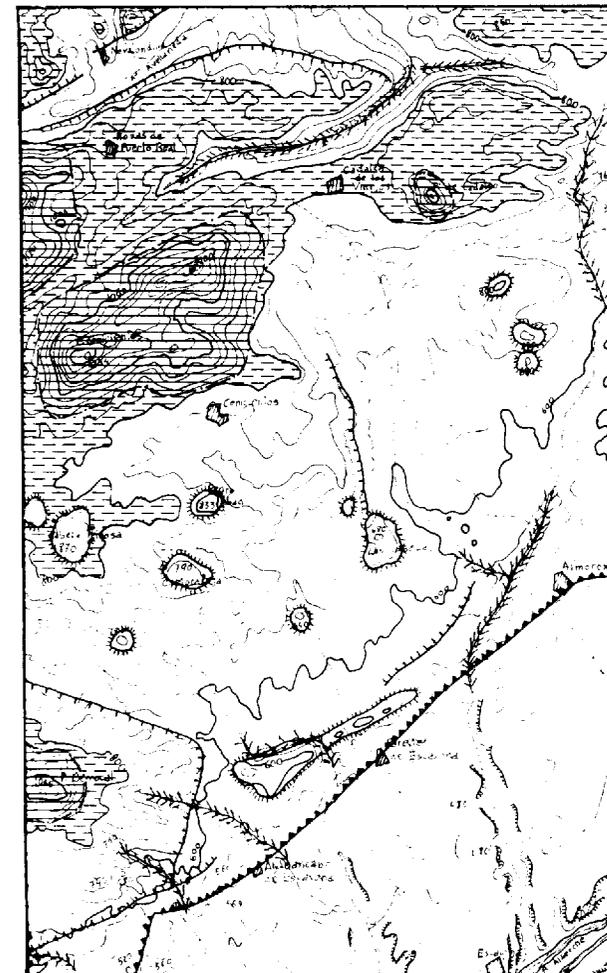
ROCAS
SEDIMENTARIAS

ROCAS
CRISTALINAS

sión Pliocena. Esta hipótesis sólo se puede tomar como tal, ya que necesitaría un estudio más amplio, donde estos posibles Pliocenos puedan quedar bien definidos.

Como fase siguiente tendríamos un nuevo ciclo por variaciones climáticas, que consolidaría la red incipiente y comenzaría a destruir estas superficies. Comenzaría por una acción Pliocuaternaria, en la que se formarían las terrazas superiores a expensas de materiales Pliocenos en muchas ocasiones, para quedar mejor definida la red y los materiales de sus terrazas, ya en el Cuaternario.

ESQUEMA MORFOLOGICO



- Relieves Residuales
- Superficie de erosión
- Pequeños cerros sobre un posible Glacis de erosión drenado
- Nick
- Encajamiento de la Red Hidrografica
- Escarpes Morfológicos
- Contacto Zocalo - Cobertera
- Terrazas

VI. CONCLUSIONES.

La zona de estudio, situada en la plataforma meridional del Macizo de Gredos, se nos presenta como típica de borde de un macizo antiguo, que pone en contacto zócalos y cobertera por una falla inversa nivelada por un Glacis de erosión y que cabalga, bajo un ángulo de 45°, con dirección NE-SW, el Mioceno Superior. Esta fractura se encuentra desviada por otras de dirección fundamentalmente Norte-Sur y movidas posiblemente en el Plioceno Medio o Superior.

En ella nos encontramos una superficie reconocible en algunos lugares, que identificamos como restos de un Glacis de erosión. Esta superficie soporta una serie de relieves residuales, Peña de Caldaso, Cenicientos-Lancharrasa, Berrocal, y fue labrada durante el Plioceno Inferior a Medio, bajo un clima árido o semiárido. Posteriormente, punto sujeto a discusión, las fracturas que desvían el contacto zócalo cobertera desnivelaron este Glacis, y existe la posibilidad de que haya otro segundo ciclo de erosión, también bajo un clima semiárido. Finalmente, por un cambio climático, pasamos a un régimen más húmedo, que define la red y comienza a drenar esta o estas llanuras y dejó como testigos los depósitos de terrazas.

Estos hechos nos llevan a discrepar, en ciertos puntos, sobre las dos teorías fundamentales del origen del relieve de la Sierra, y particularmente de esta zona. Las teorías que referimos son el policiclo de Schwenzner y la superficie desnivelada de P. Birot y L. Solé Sabarís.

En esta zona, nosotros creemos que la explicación, como hemos señalado en anteriores apartados, del relieve concuerda más con una teoría intermedia, capaz de explicar la existencia de Horts y dos movimientos de importancia modeladora durante el Plioceno.

BIBLIOGRAFIA

- BAULING, H.: *Essais de géomorphologie*. Publications de la Faculté des Lettres de l'Université de Strasbourg, fascículo 114 (1950).
- *Cycle et climat en Geomorphologie*. Cinquantième au du Laboratoire du Geographie. Rennes, págs. 215-339 (1952).
- *Vocabulaire Franco-Anglo-Allemand de Geomorphologie*. Publications de la Faculté des Lettres de Strasbourg, tomo IV, Fondation Baulig (1966).
- BIROT, Pierre: *Introduction aux études de géographie. Morphologie Structural, Structure statique, formes structurales élémentaires*. Presses Universitaire de France (1945).
- *Sobre la Morfología del segmento occidental de la Sierra de Guadarrama*. Estudios Geográficos, año VI, número 18, Madrid (1945).
- *Sur les reliefs granitiques en climat se*. Bull. de AGF, páginas 220-21 (1951).
- *Resultats de quelques experiences sur la desagregation des roches cristallines*. Completes Rendus Acad. Sciences, France (1947).
- *Notes sur le problème de la desagregation des roches cristallines*. Rev. de Géomorpholo. dynamique, núm. 6 (1950).
- *Essai sur quelques problèmes de morphologie generale*. Instituto para Alta Cultura. Centro de Estudios Geográficos, Lisbonne (1949).
- *Sur le problème de l'origine des pediments*. C. R. XVIe. Congr. Inter. Géog., Lisbonne 2.º, págs. 9-15 (1949).
- *Les methodes de la Morphologie*. ORBIS. Presses Universitaires de France (1955).
- *Le cycle d'érosion sous les différents climats*. Universidade do Brasil. Centro de Pesquisas de Geografia do Brasil, Río de Janeiro (1960).
- BIROT, P., y SOLÉ SABARIS, L.: *Sur le style des deformations du socle dans la Cordillere Central Iberique*. C. R. somm. Soc. Geol. France, núm. 15-16 (1951).
- *Sur in trait morphologique paradosal Massifs cristallins de la Cordillera Central Ibérica*. Bull. A. Geog. France, núm. 70 (1933).
- *Investigaciones sobre morfología de la Cordillera Central Española*. C. S. I. C. Instituto "Juan Sebastián El Cano", Madrid (1954).
- DAVIS, W. H.: *Sheet floods and Etreamfloods*. Bull. Geol. Soc. Am., vol. 38 (1938).
- DERRAU, M.: *Precis de Geomorphologie*. Ariel, Barcelona (1956).
- DRESCH, J.: *Sur les pediments en Afrique mediterraneen et Tropicale*. C. R. XVIe. Congr. Inter. Geogr. Lisbonne 2:19-28 (1949).
- FUSTER, J. M., y de PEDRO, F.: *Estudio Geológico del Macizo Metamórfico de Abantos (Sierra de Guadarrama)*. N. y C. del Inst. Geol. y Min. de España, núm. 36 (1954).
- *Estudio Geológico del Borde Meridional de la Sierra de Guadarrama, entre Torrelodones y Valdemorillo*. N. y C. del Inst. Geol. y Min. de España, núm. 35, págs. 43-70 (1954).
- *Geología del Valle Superior del rio Eresma (Sierra del Guadarrama)*. Notas y C. del Inst. Geol. y Min. de España, núm. 39 (1955).
- GARCÍA FIGUEROLA, Luis Carlos: *Excursión Geológica por el Bloque de Piélagos (Toledo-Avila)*. N. y C. del Inst. Geol. y Min. de España, núm. 50, Madrid (1958).
- HERNÁNDEZ PACHECO, F.: *Tres ciclos de erosión geológica en las Sierras Orientales de la Cordillera Central*, Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat., t. XXXII (1932).
- HERNÁNDEZ SANPELAYO, P.: *Memoria explicativa de la hoja número 581, Navalcarnero*, Inst. Geol. y Min. de Esp., Madrid (1934).
- PARGA, J. R.: *Sistema de fracturas tardihercínicas del Macizo Hespérico*, trabajos del Laboratorio Geológico de Lage, núm. 37, Lage (La Coruña) (1969).
- PEDRO, F., y SÁNCHEZ, VEGA S.: *Relaciones entre la fisiografía y las fracturas de la Sierra del Guadarrama (España Central)*, XXIII Congreso Luso Esp. Prog. de las Ciencias, Coimbra (1956).
- SCHWENZNER, Julius Erich: *Morphologie des Zentral spanischen hochlandes* (traducido por S. Miguel de la Cámara en Publicaciones extranjeras sobre Geología de España, tomo IV, Madrid, 1948 (1936).
- TERÁN, Manuel de: *Geomorfología de España y Portugal*, tomo I, España Geografía Física, por Solé Sabaris, colaboración P. Front, Llopis y Val Masachs (1952).
- TRICART, J., et CAILLEUX, A.: Tomo IV, *Le modele des Regions sèches*, por J. Tricart, Societé d'édition d'enseignement superieur, París (1969).
- TRICART, J.: *Cours Geomorphologie 1er p. G. Structurale, Fascicule II, Les types de borderes de masifs anciens avec travaux pratiques*. Centre de Documentation Universitaire, París.
- VIDAL BOX, G.: *Contribution del Conocimiento Morfológico del segmento occidental de la Sierra de Gredos*. Bol. S. E. de Hist. Natural, tomo XXXVI, Madrid (1936).
- *Línea morfotectónica de la Sierra del Guadarrama*, Bol. R. S. E. Hist. Nat., t. XL, Madrid (1942).
- *Ensayos sobre la interpretación morfológica tectónica de la Cordillera Central, en el segmento comprendido en la provincia de Avila*. Bol. R. S. Esp. Hist. Nat., tomo XXXVII, Madrid (1937).

Recibido: 15-XII-72.

Rasgos sedimentológicos y geomorfológicos del sistema de terrazas del río Henares, en la zona de Alcalá-Azuqueca. (Nota preliminar)

Por A. PEREZ-GONZALEZ (*) e I. ASENSIO AMOR (**)

RESUMEN

Se describen las características sedimentológicas de los materiales gruesos y el sistema de terrazas del río Henares en la región próxima a Alcalá de Henares (Guadalajara).

ABSTRACT

We describe the sedimentological aspects and the terraces system of the Henares river in Alcalá de Henares región (Guadalajara).

INTRODUCCIÓN

Iniciamos con esta nota preliminar una serie de trabajos encaminados a esclarecer, en lo posible, las características morfológicas y sedimentológicas de la región situada en el bajo valle del río Henares. La zona a que nos referimos presenta a primera vista inmejorables condiciones para estudiar el sistema de terrazas, su estratigrafía, así como las relaciones de las mismas con los elementos morfológicos más antiguos: la Raña y el Páramo.

Las referencias bibliográficas sobre estudios realizados en esta zona, son escasas. Después de levantar la Hoja Geológica 1:50.000 de Algete, los autores (Royo Gómez y Menéndez Puget, 1929), encuentran un sistema de cuatro terrazas con alturas relativas que van desde +10-20 m. a los +100 m.; más tarde se describen de manera análoga, los diferentes niveles hallados (Alia Medina, 1942).

Recientemente se han estudiado los suelos de la zona (Gallardo y Vaudour, 1969); este último autor cita personalmente (Vaudour, 1969) un sistema flu-

vial de siete terrazas, desde los +15 m. a +160 m., dando nuevas hipótesis para el Cuaternario de la región de Madrid.

En 1970 la Hoja explicativa del Mapa de Suelos de la provincia de Guadalajara, describe los suelos de esta zona y señala la presencia de nueve niveles, localizado el más alto alrededor de +200 m. sobre el cauce actual del río.

Existen otros trabajos (Pérez-González, 1971 a, b; Asensio Amor y Vaudour, 1967) que confirman la existencia de un sistema complejo de niveles fluviales en la cuenca alta del río Tajo.

Nosotros, a parte de unos perfiles y esquema de la zona (figs. 1 y 2) que comprende la margen derecha del río Henares, entre Alcalá, Meco, Azuqueca y Torrejón del Rey, damos los primeros resultados y consideraciones generales sobre aluviones gruesos en la investigación morfológica y sedimentológica que repetimos iniciamos con esta nota previa.

Metodología y técnicas utilizadas.

Para la construcción de espectros granulométricos y petrográficos se ha seguido la técnica de registro de un número determinado de elementos

(*) Departamento de Paleontología, Universidad Complutense, Madrid. Instituto "Lucas Mallada" del C. S. I. C.
(**) Departamento de Petrología, Instituto "Lucas Mallada" (C. S. I. C.).

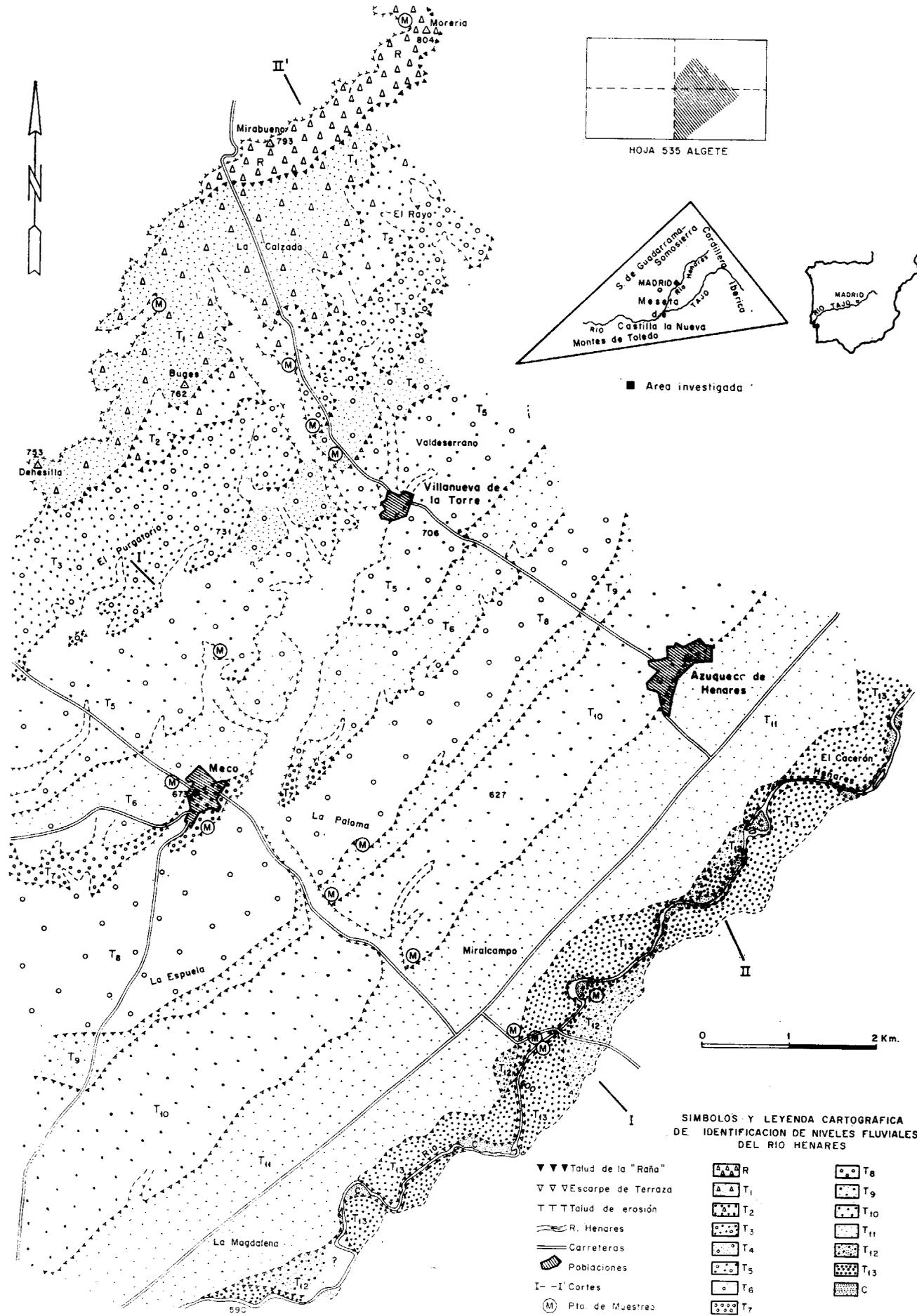


Figura 1

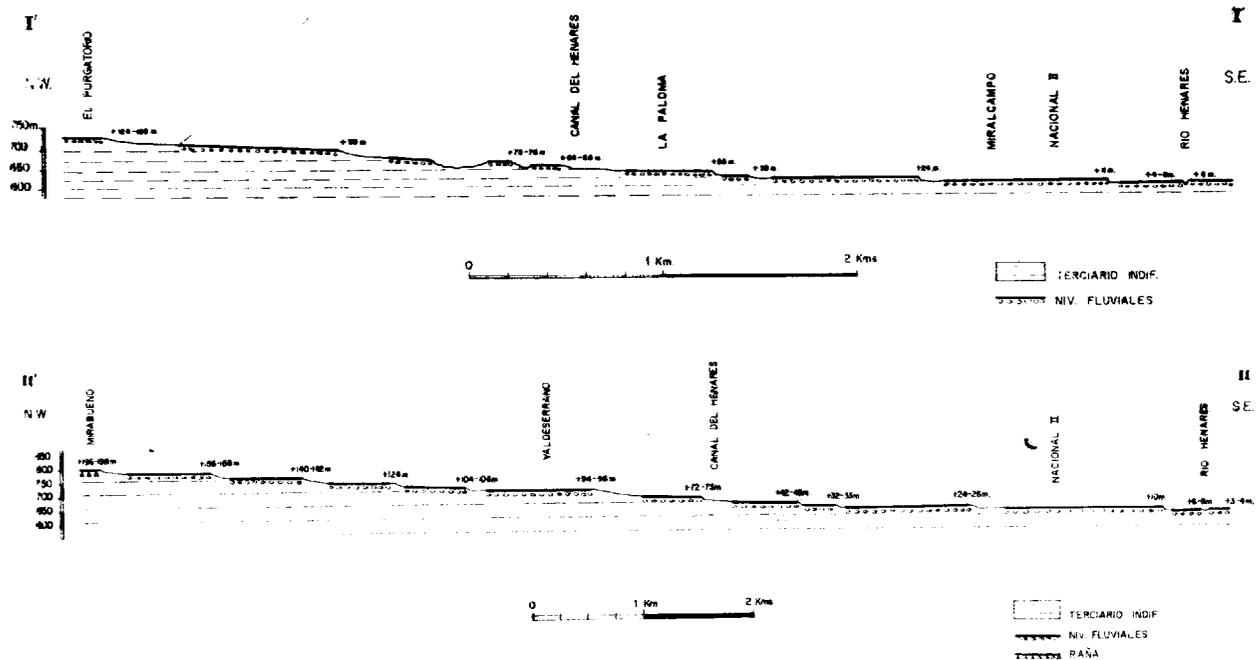
(N=200) recogidos en las zonas más características de los depósitos, observando la naturaleza litológica y la longitud máxima L., expresada en centímetros o milímetros. El examen morfométrico de cantos de cuarzo se limita a dimensiones comprendidas entre 3-7 cm., calculando los índices de desgaste, aplanamiento y disimetría de Cailleux; dichos cálculos han sido verificados con un programa FORTRAN IV, preparado por el Centro de Cálculo de la E. T. S. Ing. de Minas de Madrid, para un ordenador I. B. M. 1130 de 16K. Todas estas técnicas utilizadas en la reconstitución de procesos naturales a partir de sedimentos detríticos,

neral de cada uno y la toma de muestras para el estudio de los depósitos de aluviones.

Granulometría de materiales gruesos.

Depósito actual.

Se realizaron medidas sobre un depósito actual localizado aguas abajo del puente de la carretera de Los Santos de La Humosa, en la margen izquierda del Henares; banco de cantos y bloques pequeños acumulados y abandonado en el lecho mayor de grandes avenidas, por encima del lecho menor.



Perfiles transversales al valle del Henares: Perfil de Meco I-I', secuencia relativa encontrada (actual, +4-5 m., +8 m., +11 m., +24 m., +30 m., +38 m., +64-66 m., +73-75 m., +88 m., +124-126 m.). Perfil de Azuqueca, II-II' (actual, +3-4 m., +6-8 m., +10 m., +24-26 m., +32-33 m., +42-43 m., +72-73 m., +94-96 m., +104-106 m., +124 m., +140-142 m., +156-158 m., +196-198 m.).

han sido ya comentadas en otras publicaciones (Asensio Amor, 1960 y 1966).

La delimitación de terrazas se ha llevado a efecto sobre el mapa topográfico 1:25.000, considerando los sectores más amplios indicadores de débiles pendientes transversales al eje del valle; posteriormente, se han observado las fotos aéreas para confirmar la presencia de niveles altimétricos y a continuación sobre el terreno, se ha realizado la descripción ge-

La mediana de grano (Md=67 mm.) y el centilo (490 mm.) ofrecen valores relativamente bajos; formación detrítica caracterizada por su heterometría. El decrecimiento de la curva hacia las grandes dimensiones es lento e irregular, con 15 por 100 de elementos para la fase de grandes cantos (16-24 cm.) y 1 por 100 para bloques; la actividad de la corriente es fuerte en este sector. Del lado de las pequeñas dimensiones la selección es también irregular,

con el máximo principal en la secuencia de 2-4 cm.; la curva es trimodal, con máximos destacados, en general, en los grupos I, II y III. En consecuencia, la fuerza de la corriente debe ser elevada durante las crecidas, con pulsaciones violentas e importantes en cuanto a su amplitud; en estos momentos se debe producir un transporte, por tracción sobre el fondo, de paquetes de aluviones (que son abandonados posteriormente al disminuir la violencia de la corriente), acumulándose los grandes cantos y pequeños bloques que dan lugar al máximo secundario en el grupo III; una disminución de las fuertes pulsaciones hace que la actividad de la corriente sea menos contrastada y deposite elementos cada vez más pequeños en relación con la competencia del

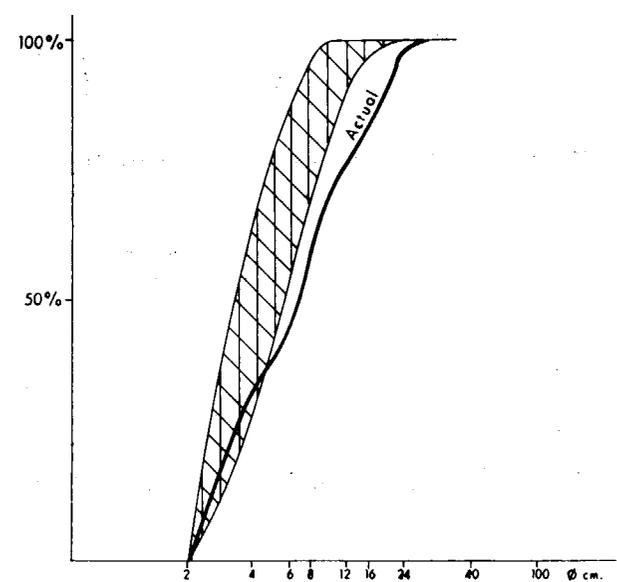


Figura 3

Haz de curvas granulométricas acumulativas de depósitos antiguos y curva del depósito actual.

medio, dando lugar a los máximos localizados en los grupos I y II.

El aspecto de la curva acumulativa (fig. 3), caracterizada por su mala clasificación, fuerte dispersión y asimetría, señala condiciones hidrodinámicas diferentes en la deposición de materiales; una fase fina o menos gruesa, relativamente seleccionada, a la que se yuxtapone otra fase gruesa, con peor selección; la primera probablemente procede en parte, del arrastre por saltación y rodaje, y en parte arrancada a los aterrazamientos de fondo de valle, por socavación de orillas (nivel +4-5 m.) durante períodos de crecidas y con actividad de corriente

bastante uniforme; la formación de meandros es actualmente incipiente en este sector, pero es efectiva ya que aparece excavación de orilla cóncava y acumulaciones importantes de bancos de cantos sobre la orilla convexa. En cuanto a la segunda fase, corresponde a transporte por tracción en fuertes ondas de crecida.

Depósitos antiguos.

Abundante presencia de la fase "cantos pequeños" (2-6 cm.), con porcentajes que oscilan entre 53 por 100 y 87 por 100; valor de la mediana de grano integrada en este grupo I; al grupo II (6-12 cm.) corresponden tantos por ciento del 12 por 100 a 36 por 100 y finalmente, los grandes cantos (12-24 centímetros) están poco representados (1 por 100 al 11 por 100). Los bloques pequeños son escasos (24-40 cm.) (1 por 100-2 por 100) y entre ellos está incluido el valor del centilo, alcanzando raramente los 300-400 mm.

Las curvas granulométricas acumulativas (fig. 3) evidencian la analogía de tamaños para todos los niveles, son sólo diferencias de detalle; el primer cuartilo está comprendido entre 2,5 y 3,8 y el tercero entre 5,0 y 8,5; ello conduce a obtener valores de clasificación relativamente buenos ($S_o=1,41-1,49$). Los débiles valores de asimetría son propios de materiales que reconocen origen bastante semejante, depositados en condiciones idénticas y con ligeras modificaciones posteriores. El índice de agrupamiento es bajo puesto que la dispersión granulométrica global es pequeña y la desviación intercuartil reducida.

Se trata de curvas monomodales, con el máximo bien destacado en el grupo I. El decrecimiento de la curva hacia dimensiones elevadas es rápido, alcanzando el límite superior del 10 por 100 para tamaños de 12-16 cm.; todo ello manifiesta no muy elevada fuerza de la corriente y reducida competencia.

Las curvas acumulativas son de tipo sigmoideal, algo tendidas, propias de acumulaciones depositadas libremente a manera de bancos seleccionados y con cierta individualización entre los elementos; el transporte en masa sobre el fondo, por tracción principalmente (aunque también existen pruebas del proceso de emigración selectiva por saltación, en condiciones hidrodinámicas de pulsaciones amplias y regulares), con pulsaciones de corriente muy poco contrastadas. Materiales depositados en condiciones

poco diferentes, tales como reducida fuerza del medio hidrodinámico, con caudales de agua homogéneos y actividad de corriente constante (bajos valores y aproximadamente iguales para todos los niveles de medianas de grano y de centilos, manifiestan también analogías en las condiciones de arrastre para este sector).

Naturaleza litológica de los depósitos.

Las acumulaciones detríticas ofrecen carácter petrográfico poco diferentes en los distintos niveles; el dato más acusado es el referente a la desaparición de elementos gruesos calizos en los aluviones localizados por encima de los +124-126 m. de altitud.

La dominancia de cuarcitas es bien neta (fig. 4) no sólo en el material actual sino también en todos los niveles antiguos; los porcentajes globales oscilan entre 57 por 100 y 90 por 100, con media de

77 por 100; su distribución en el espectro ofrece elevados valores para todas las dimensiones y muy semejantes en todos los depósitos, permaneciendo con altos porcentajes en los tamaños pequeños (2-6 centímetros, media, 75 por 100) —por su carácter textural de fácil fragmentación (decrecimiento en función del tamaño)— y considerándose casi como elemento único, en la mayoría de las acumulaciones, a partir de la talla de "cantos medianos" (8-16 cm.=96 por 100).

Las calizas están presentes en niveles inferiores a los 124-126 m.; los porcentajes globales oscilan entre 3 por 100 y 26 por 100, con media de 17 por 100; su distribución en el espectro es muy limitada, siendo raros los depósitos con calizas de dimensiones superiores a 8-12 cm., salvo el material actual donde la representación del centilo está en el elemento calizo. El decrecimiento de cuarcitas y cuarzos en los grupos I y II y muy especialmente en el primero para tamaños de 2-8 cm., se debe a

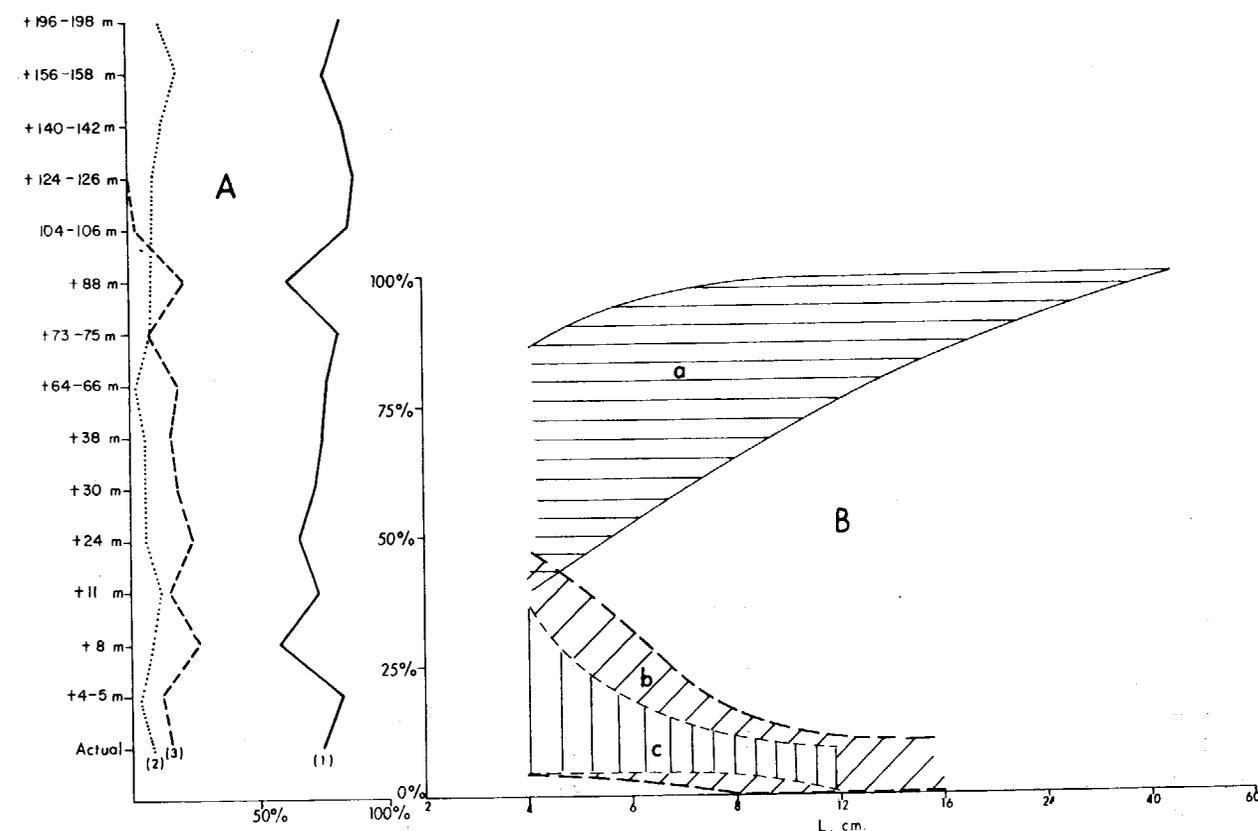


Figura 4

A) Composición litológica global en cada nivel: 1. Cuarcitas, 2. Cuarzos, 3. Calizas. B) Espectros litológicos: a. Cuarcitas, b. Calizas, c. Cuarzos.

la presencia de calizas que diluyen a los mencionados elementos; por el contrario, el aumento de materiales más resistentes a la alteración y desagregación, se debe probablemente a razones morfológicas y morfoclimáticas.

La riqueza de calizas en el grupo I (2-6 cm., media, 19 por 100) puede considerarse derivada del fenómeno de fragmentación y muy posiblemente de modificaciones periglaciares sobre materiales heterométricos en la evolución normal de vertientes o, bien, aportes de materiales típicamente periglaciales.

Los cuarzos, a semejanza de las calizas, está débilmente representadas en todos los niveles, desapareciendo en el espectro a partir del grupo II (8-12 cm.=5-7 por 100).

Materiales raros, como micacitas, gneis micáceos y granitos, han sido encontrados en algunos niveles superiores a los +90 m.; igualmente se han recogido elementos areniscosos, que muy bien pueden ser incluidos en el grupo de cuarcitas, ya que aisladamente no tienen significación sistemática.

Morfometría de cantos.

Los caracteres morfométricos de cantos de cuarzo muestran en conjunto la elaboración de tipo fluvial; en efecto, el grado de desgaste de cantos de 3-7 cm.,

con mediana que oscila entre 200-300 mm., indica medio hidrodinámico fluvial notable. Las medianas del índice de aplazamiento son débiles y confirman la génesis fluvial; oscilan entre 1,55 y 1,76 mm. La representación en el diagrama Tricart (Cailleux y Tricart, pág. 266, 1963) de los valores de la mediana de estos dos índices, se sitúan en el área correspondiente al régimen fluvial (Fig. 5). El índice de disimetría, comprendido fundamentalmente entre 600 y 650 mm. señala cierta fragmentación en los arrastres de aluviones por los cursos de agua.

Se acusan escasas diferencias de valores de índices morfométricos en función de los niveles altimétricos. Cuando el estudio morfométrico se desarrolla a través de histogramas aparecen en algunos niveles máximos secundarios en secuencias altas, cuya interpretación consideramos atribuirle en principio y como hipótesis de trabajo, a una fuerte modificación precuaternaria y como consecuencia de carácter hereditario, lo que contribuye a no ser estos modos sistemáticos de los depósitos.

Consideraciones generales.

Los aluviones de los diferentes niveles estudiados muestran, en general, granulometría muy semejante entre sí y con diferencias de detalle respecto a los arrastres actuales; por ejemplo (Cuadro I).

CUADRO I

DEPOSITOS	Md mm.	C mm.	2-8 cm. %	8-16 cm. %	16-24 cm. %	Grupo I (2-6 cm.) %
+196-198 m. (raña) ...	55	250	77	21	2	63
+156-158 m.	60	365	80	18	2	58
+140-142 m.	40	165	91	8	1	81
+124-126 m.	55	235	82	17	1	62
+104-106 m.	43	180	90	9	1	77
+88 m.	40	200	93	7	—	87
+73-75 m.	45	230	89	10	1	77
+64-66 m.	45	311	86	12	2	77
+38 m.	45	230	89	10	1	77
+30 m.	45	190	88	11	1	74
+24 m.	50	295	83	16	1	65
+11 m.	55	320	81	18	1	63
+ 8 m.	45	320	84	16	—	72
+4-5 m.	58	300	80	19	1	59
Actual ...	67	490	60	24	16	45

— La mediana de grano es ligeramente inferior, así como los valores del centilo, en las acumulaciones antiguas.

— Los porcentajes de cantos pequeños (2-8 cm.) son algo más elevados en las acumulaciones antiguas, mientras que los tamaños medios (8-16 cm.) y grandes (16-40 cm.) están mejor representados en el depósito actual, aunque en valores bajos.

— El porcentaje de cantos en el grupo I (2-6 cm.) es más destacado en los niveles antiguos y el decrecimiento hacia las grandes dimensiones es más rápido.

Estos datos conducen a la consideración de procesos hidrodinámicos actuales y antiguos perfectamente comparables y atribuir las diferencias que presentan —particularmente el incremento de elementos pequeños y la reducción en las grandes dimensiones— a variaciones en las condiciones climáticas y aportes laterales durante la formación de los depósitos; podemos considerar que el transporte de aluviones y las condiciones de sedimentación han podido ser bastante semejantes.

El carácter ofrecido por las calizas y relacionado con la situación altimétrica de los depósitos pudiera ser significativo para una diferenciación de masas aluviales en los diversos niveles de acumulación y, además, para evidenciar modificaciones climáticas y morfológicas importantes en épocas diferentes.

La repartición casi homogénea de cuarcitas en los espectros litológicos, sin variaciones significativas en función de los distintos niveles altimétricos, conduce a considerar la presencia de un primer ciclo morfogenético precedente a la iniciación del encajamiento de la red fluvial cuaternaria. Materiales que reconocen un origen común procedentes de las cubiertas detríticas de los glaciares de la "Raña" (pliocena-cuaternal inferior), a partir de la cual la red fluvial se encaja escalonadamente (Asensio Amor y Vaudour, 1967), arrastrando aluviones que pertenecen a esta formación y dejando colgadas acumulaciones de este mismo tipo a diferentes niveles, en especial los más altos; la presencia de elementos raros (metamórficos y eruptivos) en estos depósitos, pero frecuentes acompañantes de materiales cuarcitosos y cuarzosos, confirma la procedencia de la masa aluvial.

Existen modificaciones generales e importantes en la naturaleza de los aluviones; en los niveles altos, superiores, aproximadamente, a 124 m.; los ma-

teriales son casi exclusivamente cuarcitosos y cuarzosos, con algunos elementos metamórficos y eruptivos muy dispersos; en los niveles inferiores al mencionado, los aportes de caliza ofrecen sustituciones parciales de la carga aluvial.

Desde el punto de vista morfológico, la cartografía y perfiles realizados (Figs. 1 y 2) nos ha llevado

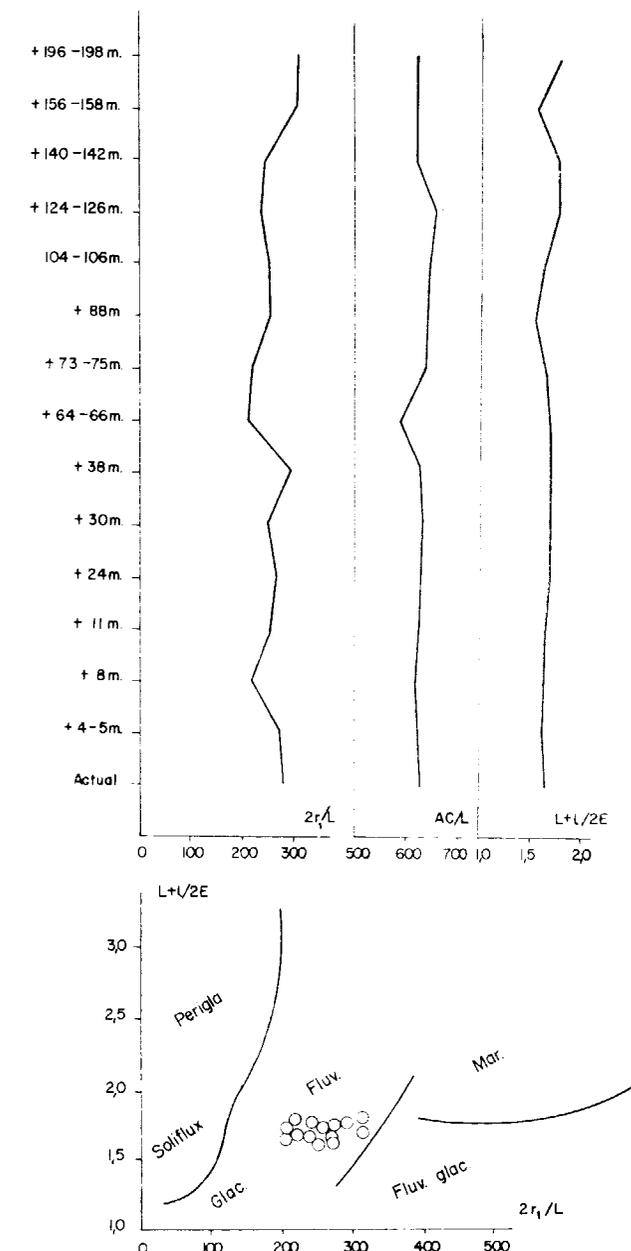


Figura 5

Variaciones de valores de índices morfométricos en cada nivel y situación de los depósitos en el diagrama TRICART.

a diferenciar 13 niveles de origen fluvial; los niveles inferiores (+4-5 m.; +8 m.; +11 m.) se encuentran solapados siendo el nivel de +4-5 m. el fondo del valle actual; los niveles superiores representan terrazas-glacis que se encajan en la "Raña" (nivel de +196-198 m.) algunos de ellos muy bien desarrollados (+156-158 m.). De una forma general podemos admitir que el encajamiento de niveles fluviales se realiza de forma escalonada, tal como se ha visto en otros puntos. Hemos de hacer notar la fuerte asimetría morfológica y de evolución en el tiempo, de la vertiente izquierda y derecha del valle del Henares en este sector.

La desaparición del elemento calizo en la carga fluvial a partir del nivel de +124 m., así como consideraciones morfológicas de la región que presentaremos en su día, nos llevan a considerar la migración hacia el sur de la divisoria hidrográfica meridional del río Henares. También hemos de indicar, de forma provisional, la diferencia de las características del relieve en el sentido de las terrazas más modernas a las más antiguas, encontrando formas de valle y ladera en las cuales podría reconocer su origen periglaciario.

BIBLIOGRAFIA

Mapa de Suelos de la provincia de Guadalajara; escala 1:250.000. "Inst. Nac. Edaf. y Agrob.", 7-89 (1970).

ALIA MEDINA, M.: *Excursión geológica a Guadalajara, Soria y Logroño*. "Res. Cient. R. Soc. Esp. Hist. Nat.", tomo XL, págs. 137-157 (1942).

ASENSIO AMOR, I.: *Geografía y Sedimentología*. "Estudios Geográficos", 78, págs. 41-62 (1960).

ASENSIO AMOR, I.: *Geomorfología y Sedimentología*. "Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.", t. LXIV, págs. 155-161 (1966).

ASENSIO AMOR, I., y VAUDOUR, J.: *Depósitos cuaternarios en los alrededores de Mejorada del Campo (Valle del río Jarama)*. "Estudios Geológicos", XXIII, págs. 237-256 (1967).

CAILLEUX, A., et. TRICART, J.: *Initiation a l'etude des sables et des galets*, págs. 1-369. C. D. U., 5 Place de la Sorbonne. París V^e (1963).

GALLARDO, J., y VAUDOUR, J.: *Problemas morfológicos y edafológicos de la región de Alcalá de Henares*. "Ana. Edaf. Agrob.", 28, págs. 63-79. (1969).

PÉREZ-GONZÁLEZ, A.: *Estudio de los procesos de hundimiento en el valle del río Jarama y sus terrazas (nota preliminar)*. "Estudios Geológicos", XXVII, págs. 317-324 (1971 a).

PÉREZ-GONZÁLEZ, A.: *Tertiary and Quaternary of the plateau of New Castille. Guidebook*, "Tenth Intern. Field Institute". Spain. Amer. Geol. Institute, págs. 224-241 (1971 b).

ROYO GÓMEZ, J., y MENÉNDEZ PUGET, L.: Hoja núm. 535 (Algete). Esc. 1:50.000. "Inst. Geol. y Min. España" (1929).

VAUDOUR, J.: *Données nouvelles et hypothèse sur le Quaternaire de la région de Madrid*. "Mediterrannée", 8, págs. 79-92 (1969).

Recibido: 30-VII-1972.

El Cretáceo del flanco oriental del Cabo Peñas (Asturias).(*)

por F. RADIG(**)

RESUMEN

Al occidente inmediato del Pirineo y en conexión con él se encuentra, al N de España, un surco epirogénico, en el que, sobre todo, el Cretáceo alcanza enormes espesores (Depresión Vascongada). Hacia el O, el Cretáceo avanza sobre el varisco astur. En este trabajo se describen los cortes más occidentales, correspondientes a las clásticas y carbonáticas del dominio del Cabo de Peñas.

ZUSAMMENFASSUNG

Im westlichem Anschluss an die Pyrenäen befindet sich in NE-Spanien ein epirogener Trog in dem besonders die Kreide gewaltige Mächtigkeiten erreicht (Baskische Depresión). Nach W hin greift die Kreide auf das asturische Variszikum über. Die westlichsten Profile, Klastika und Karbonatite aus dem Bereich des Cabo de Peñas, werden in der vorliegenden Arbeit beschrieben.

El Cretáceo de la depresión vasca del N de España avanza sobre el basamento variscico de Asturias. En la cuenca de Oviedo, y más especialmente en el espacio entre Villaviciosa y Gijón, al NO, todavía ocupa el Cretáceo un extenso dominio. Las manifestaciones más occidentales se encuentran en el flanco oriental del Cabo Peñas, al NO de Oviedo, y lo que se va a describir aquí son los cortes de la costa, que tienen reducida expresión espacial.

Los sedimentos cretáceos llenan en Luanco un surco estrecho y ofrecen cortes completos en los acantilados de la costa. Las capas buzan unos 10°-

20° hacia el mar, y su deformación tectónica sólo localmente alcanza alguna mayor intensidad en las líneas tectónicas más importantes. Los trastornos dentro del Cretáceo Inferior y de la parte más baja del Superior, que son las formaciones allí presentes, son pocos y de escasa importancia.

La sedimentación comienza en la Punta de Rebo-lleres, al E de Luanco (fig. 1), y en el gran cabo, al SE, con conglomerados de elementos bien redondeados, de 20 m. de grosor, y arenas escasamente consolidadas; están coloreados a lechos, en tornos grises por sustancias orgánicas, y contienen, en Rebo-lleres, abundantes retazos de carbón. Los primeros fósiles marinos los ofrece un banco de caliza arenosa gris, que se sitúa sobre la base de este Cretáceo, a unos 20 m. en Rebo-lleres y a unos 5 m. en Gargan-tera. Los componentes clásticos disminuyen en di-rección al cubriente, gradualmente, en favor de los

(*) Traducción directa del alemán, por J. M. Ríos, a petición del autor, de un trabajo inédito.

(**) Dr. Franz Radig, Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Erlangen-Nürnberg, 852 Erlangen, Schlossgarten 5.

carbonáticos. Muchas de las superficies de estrato, de los gruesos y fragmentados bancos calizos, están densamente pobladas de ostreas. Las primeras orbitolinas se encuentran a 8 m. sobre las calizas are-



Figura 1

El Cretáceo Inferior de la Punta de Rebolleres, al E de Luanco. A la derecha, en la costa, calizas del Devoniano Sup.

nasas más bajas, y son más frecuentes hacia el cu-briente. Finalmente aparecen equínidos en mayor número de individuos. Se puede apreciar en la parte media de la serie una planización, con indicio de influencias parálicas en la cuenca sedimentaria. Acuden de nuevo a sedimentación arenas escasamente consolidadas, con retazos carbonosos y cantos calizos de hasta tamaño del puño. Les suceden calizas arenosas completamente atravesadas por orificios de perforación. Los potentes bancos de margas y calizas que sustentan ofrecen un contenido considerable y mantenido de arena fina. La fauna sugiere que hacia fin del período de sedimentación, al menos en la medida en que están conservados aquí los depósitos correspondientes, han dominado circunstancias más marcadamente marinas, puesto que en una de las unidades más altas, de margas calizas arenosas en gruesos bancos, de 5,7 metros de potencia, se encuentran, junto a los fósiles hasta ahora observados (orbitolinas, equinodermos, gasterópodos, lamelibranquios), también ammonites, apuntando hacia las circunstancias de facies que son norma en la provincia de Santander. Este estrato contiene además grandes rudistas (*Toucasia*, diversas especies). Una isleta situada ante la costa al SE de Luanco se compone de unos 20 m. de calizas compactas, en las que H. Karrenberg (1934)

ve la parte más alta de la serie estratigráfica conservada ("Calizas de Luanco, CH. Barrois, (1879). Son calizas compactas, cuya potencia disminuye en dirección O, mientras que los componentes terrígenos incrementan, de manera que finalmente sólo se encuentran series exclusivamente clásticas. Un corte, especialmente bello, de la parte más baja del Cretáceo, nos lo ofrece la playa de San Pedro.

Las restantes manifestaciones existentes en la bahía de Luanco se dejan encajar sin dificultad en el esquema de la serie recién descrita. Las calizas y margas dispuestas en bancos bien marcados, de la Isla del Carmen, los sitúa N. Llopis Lladó (1956) en la parte más alta del corte, y cita allí la presencia de rudistas. El basamento de la localidad de Luanco está constituido igualmente por Cretáceo, cuyo apoyo, intensamente discordante sobre Devoniano Medio, está puesto de manifiesto al este del último grupo de casas (Samarincha). Después, las capas se hunden muy rápidamente (con 55°) hacia el N; yacen de nuevo tendidas en el dominio de la lengua de tierra que sustenta a la iglesia parroquial.

Sin embargo doblan después, en espacio de pocos metros, en el costado nordoccidental de la playa, y lo hacen intensamente (70° al S), como consecuencia de un considerable trastorno, a lo largo del cual



Figura 2

El Cretáceo Inferior de Gargantera, al E de Luanco.

intestan con el Devoniano. Las capas más jóvenes, de entre las allí presentes, se corresponden con el banco de grandes toucasias del corte de Gargantera, que son visibles, a veces, en los empinados bancos que existen detrás del pequeño astillero "El Dique", en la escollera del puerto. El descenso re-

lativo del Cretáceo es del orden de 60-80 m., si se aceptan los mismos grosores que ofrece la manifestación oriental situada a cosa de 1 Km. al E.

El Cretáceo de Luanco ha sido estudiado en diversas ocasiones por Charles Barrois (1879), Herbert Karrenberg (1934) y más tarde por Noel Llopis Lladó, en una serie de publicaciones. Sus capas más bajas han sido situadas, en su mayor parte, en el Bedou-lense, y las "calizas de Luanco", en el Gargasense. Los niveles más jóvenes representan el Cenoma-nense.

La situación temporal, en la serie, de las capas puramente clásticas de sedimentos wealdenses, que tienen 20 m. de potencia en Rebolleres, es cuestión que queda pendiente. Un banco de caliza arenosa, muy bajo en el corte de Gargantera, ha suministrado una microfauna marina, que, según determinaciones hechas por Franz Goerlich (comunicación escrita), contiene formas guía correspondientes al Hauterivense. La demostración de la presencia del Barremense mediante fósiles no pudo ser hecha, pero la parte principal de la serie (70 m.) más bien corresponde, como pudo ser demostrado por el estudio micropaleontológico que hizo Franz Goerlich de los materiales que recogí, y, según se viene aceptando desde largo tiempo, al Aptense. Queda pendiente el estudio de la rica microfauna.

BIBLIOGRAFIA

ALMELA, Antonio; RÍOS, José María, y DE LA REVILLA, J.:
Acerca de la facies wealdense del norte de Asturias.

Not. Comun. Inst. Geol. Min. España, 37, 111-131, 1 Abb., 2 Taf., Madrid (1955).

BARROIS, Charles: *Mémoire sur le terrain crétacé du bassin d'Oviedo*. Ann. Soc. Géol. du Nord, 6, 379-381 Lille (1879).

KARRENBERG, Herbert: *Die postvaristische Entwicklung des kantabro-asturischen Gebirges (Nordwestspanien)*. Abh. Ges. Wiss. Göttingen math.-phys. Kl., 3. Folge, Heft 11, 104 S., 21 Abb., 4 Taf., Göttingen (1934).

LLOPIS LLADÓ, Noel: *Sobre la tectónica germánica de Asturias*. Real Soc. Esp. Hist. Natur., Homenaje al profesor Eduardo Hernández-Pacheco, 415-429, 3 Abb., Madrid (1953).

— *Sobre el cretácico de los alrededores de Oviedo*. Mem. Inst. Geol. Min. España, 57, 257-300, 5 Abb., Madrid, 1956.

— *Estudio geológico de la región del Cabo de Peñas (Asturias)*, 116 S., 22 Abb., 10 Taf., 2 Kt. 1:25.000, Oviedo (1962).

MELÉNDEZ MELÉNDEZ, Bermudo: *Yacimiento de lignito cretácico en Asturias*. Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., 42, Nr. 3/4, 305-315, 4 Abb., 2 Taf., Madrid (1944).

RADIG, Franz: *Stratigraphie und Tektonik der asturischen Küste zwischen San Esteban de Pravia und dem Cabo de Torres (Prov. Oviedo, Nordspanien)*. Inaug. Diss., 136 S., 58 Abb., 1 Kte., Münster (1958) (Manuskript).

— *Beiträge zur Kenntnis der höheren Oberkreide der baskischen Depression (Nordspanien) und ihrer Echinozoen-Fauna*. Erlanger Geol., Abh., im Druck.

RAT, Pierre: *Les pays crétacés basco-cantabriques (Espagne)*. Publ. Univ. Dijon, 18, 525 S., 68 Abb., 9 Tab., 5 Taf., 1 Kt. 1:200.000, Dijon (1959).

Recibido: 8-I-73.

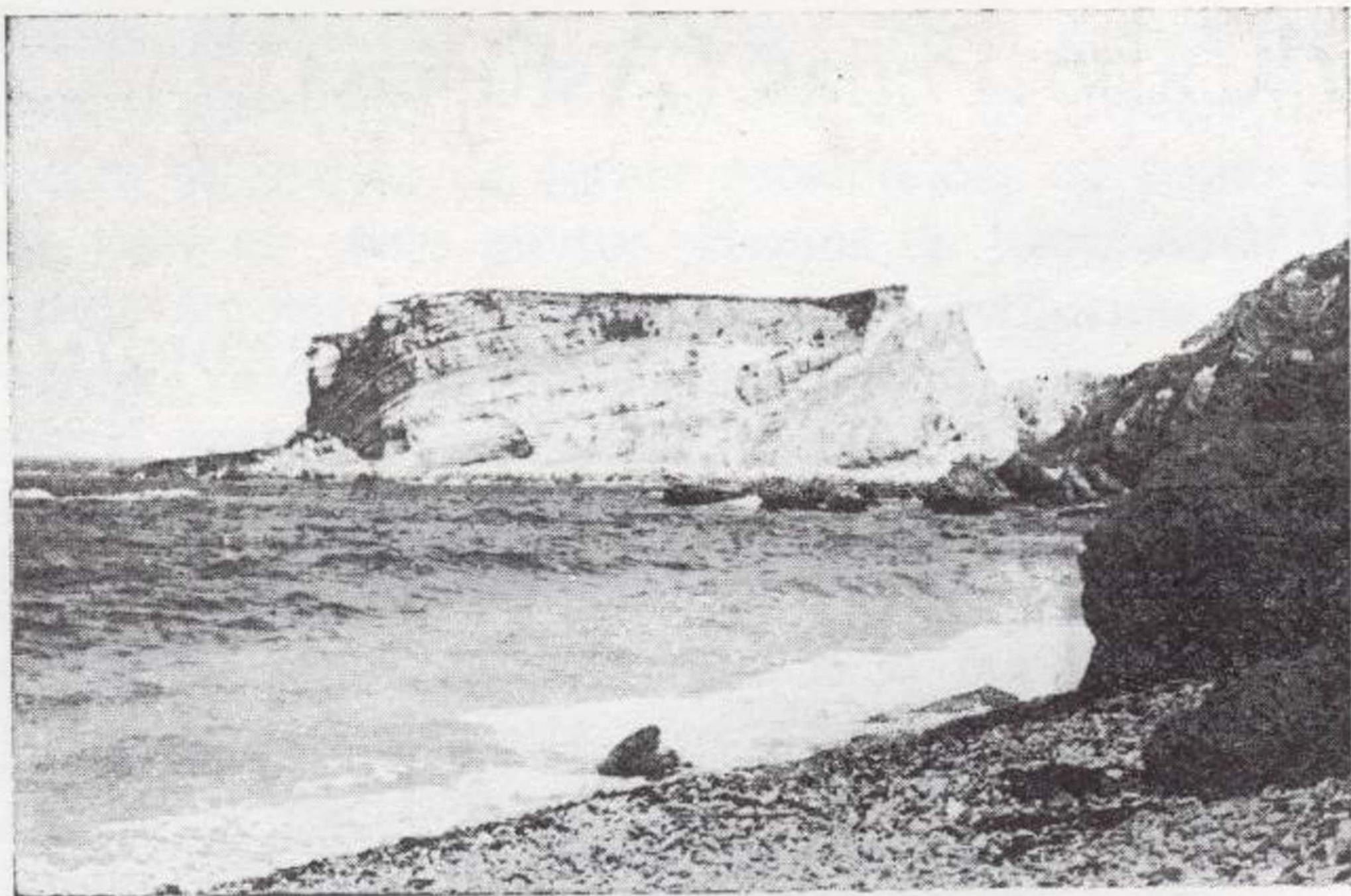


Figura 1

El Cretáceo Inferior de la Punta de Rebolleres,
al E de Luanco. A la derecha, en la costa, calizas
del Devoniano Sup.

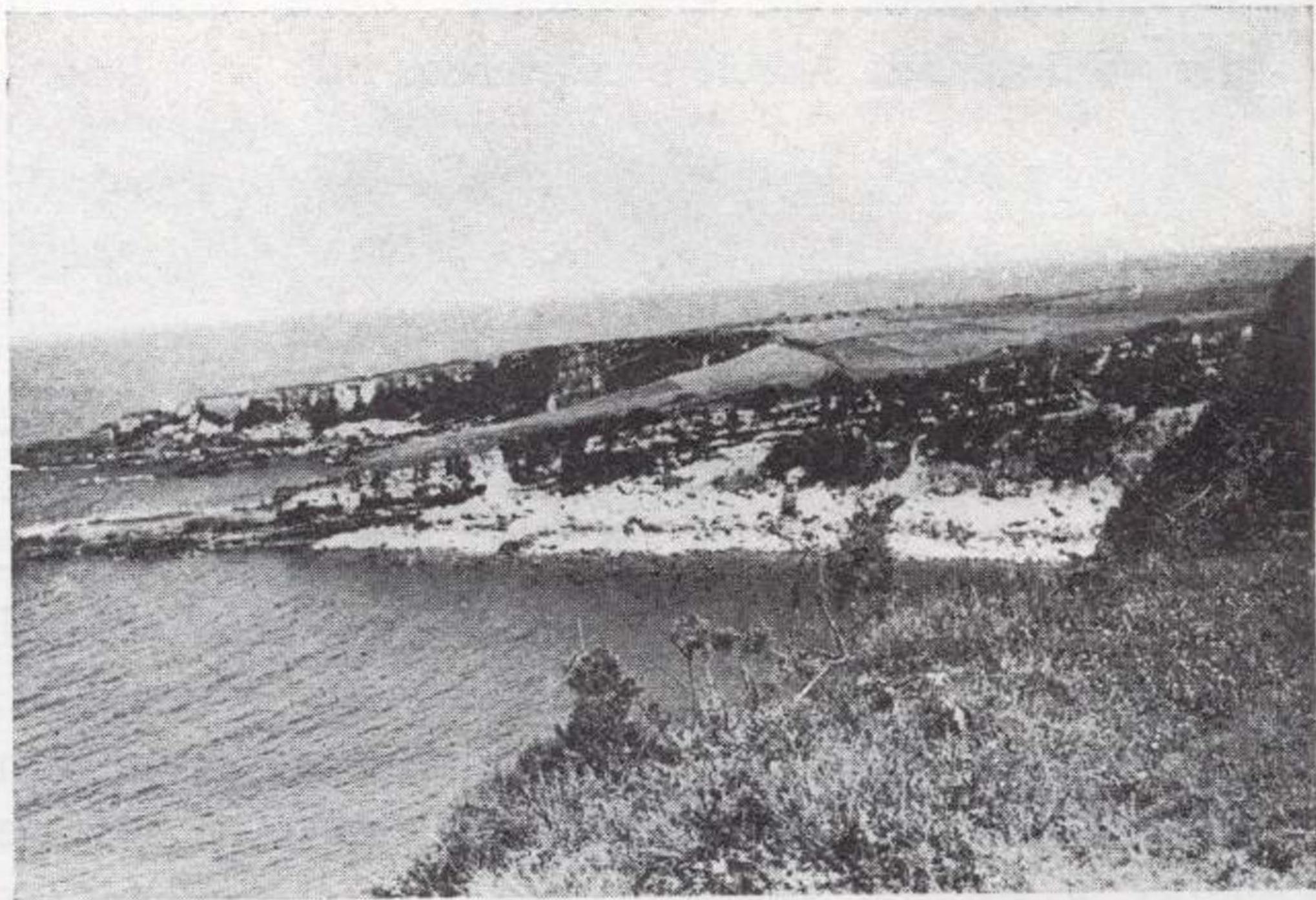


Figura 2

El Cretáceo Inferior de Gargantera, al E de Luanco.

Nota preliminar sobre el contenido faunístico y edad del Cámbrico de Zafra y Alconera (Badajoz)

por M.^a D. GIL CID (*)

RESUMEN

En este trabajo damos una relación de géneros y especies de Trilobites de edad Cámbrico medio e inferior encontrados en los yacimientos inéditos de los alrededores de Zafra (Badajoz). También damos una primera correlación de estas faunas cámbricas con otras de diferentes regiones peninsulares.

ABSTRACT

We establish here a relation of genres and species of Trilobita of lower and medium Cambrian age, that we have found in the fossil bearing beds near Zafra (Badajoz). We also give a previous correlation between these Cambrian faunas and some others from different regions of Spain.

Situación geográfica de los yacimientos estudiados.

La zona en la cual hemos efectuado recogidas de material fósil por el momento, está situada en los alrededores de Zafra en la provincia de Badajoz, así como en las proximidades de Alconera. Los yacimientos estudiados entran a formar parte de un conjunto paleofaunístico, actualmente en estudio, perteneciente a Sierra Morena.

Carácter y edad de las faunas.

La edad de las faunas fósil encontradas, en lo que se refiere a los Trilobites, nos ha dado un intervalo que comprende desde el Cámbrico medio al inferior.

El estado de conservación de los ejemplares es diferente según el yacimiento de que se trate; en

general hemos encontrado pocos ejemplares completos, si bien las partes obtenidas muestran bien conservados los caracteres morfológicos; es de resaltar la abundancia de material fósil obtenido hasta el momento, tanto de Trilobites como de Arqueociáticos, los cuales están siendo estudiados por D. A. Perejón. Asociados a los Trilobites hemos encontrado restos de otros grupos tales como Hyolithes, Braquiópodos, etc.; en este trabajo no hacemos referencia más que al contenido en Trilobites, dejando para posterior ocasión el análisis del resto de la fauna representada.

Enmarque histórico-geológico.

La ausencia de fósiles en las series cámbricas del Centro y Sur de la Península, han mantenido estas zonas dentro de indeterminaciones y confusión respecto a sus edades; en el año 1961 y 1966 Lotze establece una línea que trata de sintetizar los conocimientos existentes; recientemente se han

(*) Departamento de Paleontología. Facultad de Ciencias (Madrid) e Instituto Lucas Mallada. C.S.I.C.

realizado trabajos de revisión sobre estas zonas a cargo de Vegas 1968, Gutiérrez Elorza y Vegas 1971, Bouyx 1959 y 1970, Vegas 1970, Crespo de Lara y Tamain 1971 y Vegas 1971.

Datos acerca de presencia de fauna fósil, son realmente escasos. En la zona que nos ocupa, Roso de Luna y Hernández-Pacheco en 1955 citan en la

acompañado por el profesor Lotze, se efectuaron nuevas excursiones que proporcionaron más fauna fósil; este material le fue entregado al Dr. K. Sdzuy el cual obtuvo los siguientes resultados:

Delgadella souzai. Delgado 1904

Serrodiscus speciosus. Ford 1873



Figura 1

Situación geográfica de la zona estudiada y su posición dentro del complejo de yacimientos de Trilobites que tenemos en estudio.

Sierra de Alconera presencia de Arqueociáticos, la relación que dan es la siguiente:

- *Archaeocyathellus cordobae* (Simón).
- *Archaeocyathus pachecoi* (Meléndez).
- *Archaeocyathus sinuosus* (Born).

Esta fauna pertenecería al Cámbrico inferior; la Sierra de Alconera está enclavada al Oeste de Zafra.

En 1957, Laus encontró por primera vez en las arcillitas, sobre el horizonte carbonatado, los primeros trilobites; en otoño de ese mismo año y

así como una especie de Protolenidae próximo a *Al-donaia* (*Protaldonaia morenica*); fauna de edad Cámbrico inferior. En 1964, el Dr. J. P. Bard de la Universidad de Montpellier, hace pública una nota acerca de la estratigrafía del Paleozoico de la región de Zafra; en este trabajo se propone una edad Acadense para los "esquistos y areniscas" en los que sitúa una fauna de trilobites; esta fauna estuvo determinada por el Dr. P. Hupe de la Universidad de París.

La fauna de Trilobites obtenida por el Dr. Bard procede de tres localidades de hallazgo:

a) Tobas violáceas de la Sierra del Castellar. Coordenadas N 2° 46' W 38° 26'.

b) Esquistos grauváquicos verdosos, hacia el Km. 6 de la carretera Gijón-Sevilla. Corresponde al punto señalado con el número 5 en la figura 2.

c) En la misma facies que el punto anterior pero en el Km. 7,200. Corresponde con el punto señalado con el número 6 en la figura 2.

Del primer yacimiento obtuvo *Paradoxides* sp. Del punto b) obtuvo:

Paradoxides sp..

Acadoparadoxides sp.

Parabailiella cf. languedocensis.

Couloumania cf. heberti.

Del punto c) *Parabailiella* sp.

En las divisiones efectuadas por *Thoral*, correspondería a las zonas con *Paradoxides rouvillei* y la base de *Paradoxides mediterraneus*; en las zonas de *Lotze* sería la zona 21.

En 1967, el Dr. *Sdzuy* en su trabajo sobre el Cámbrico de Asturias, al hablar sobre la familia Solenopleuropsinae, cita en Zafra, la existencia del único miembro de esta familia existente en la Península; se trata del género *Sao*.

En este punto acaban los datos sobre los trilobites del Cámbrico de la región de Zafra; en 1969 *Suhr* publica una nota dando un compendio de los datos existentes y divide al Cámbrico en tres tramos, desde arriba:

- serie clástica superior.
- serie de caliza.
- serie clástica inferior.

En este trabajo se da a conocer la existencia de nuevos géneros de Trilobites, cuya relación es la siguiente:

Condylopyge sp.

Paradoxides aff pusilus. Barr 1846.

Paradoxides sp. B. C.

Selenopleurina aff tyrovicensis. Ruzicke 1938.

Sao hirsuta. Barr 1846.

¿Pardailhania sp.

Conocoryphe (Parabailiella) cf schmidtii. Sdzuy 1957.

Ctenocephalus (Ctenocephalus) sp.

Situación de los yacimientos estudiados y descripción somera.

En la figura 2 hemos situado los yacimientos en los cuales se ha recogido material fósil; los círculos indican presencia de trilobites y los triángulos son para indicar Arqueociátidos. Los yacimientos designados con los números 4, 5 y 6 nos fueron indicados personalmente por el Dr. *Bard* en Montpellier; los yacimientos situados en los alrededores de Alconera han sido localizados por D. A. *Perejón*; el designado con el número 8 es el más reciente y se debe a D. A. *Pérez-González* (figura 2).

El material en que se encuentran los fósiles de la carretera Gijón-Sevilla (puntos 5 y 6) son pizarras sericíticas-cloríticas, con textura fina aleurita-arillosa, poco orientada, con pequeñas recristalizaciones micáceas; hay minerales opacos del tipo pirita.

En los yacimientos próximos a Alconera el material es algo diferente; por ejemplo, el punto 2, el 1 y el 3 están en rocas mucho más compactas, más verdosas que las de la carretera, de grano más fino y con mayor contenido en micas; la fractura no se presenta tan anárquica como en los puntos 5 y 6 dada la mayor consistencia del material y el estado de conservación de los ejemplares es, en consecuencia, mucho mejor.

El material fósil que hemos obtenido de este total de yacimientos de los cuales, a excepción de los señalados por el Dr. *Bard* todos son inéditos, se ha conseguido una relación primera de géneros de Trilobites que amplía considerablemente los datos de edad de estas series cámbricas.

Resumen del contenido faunístico.

Para mayor claridad hemos confeccionado unos cuadros sinópticos basándolos en los fósiles clasificados y los yacimientos en que se localizan; también se ha efectuado una primera correlación con series cámbricas de otras regiones, tales como las Cadenas Celtibéricas; no hemos tomado datos de la Cordillera Cantábrica por entrar este ámbito dentro de un proyecto posterior de mayor amplitud geográfica.

En los cuadros 1 y 2 hemos elaborado unas relaciones entre nuestros datos faunísticos y las zonas de *Lotze* dadas por este autor para el Cámbrico de España así como sus conexiones con otras formaciones de Sierra Morena.

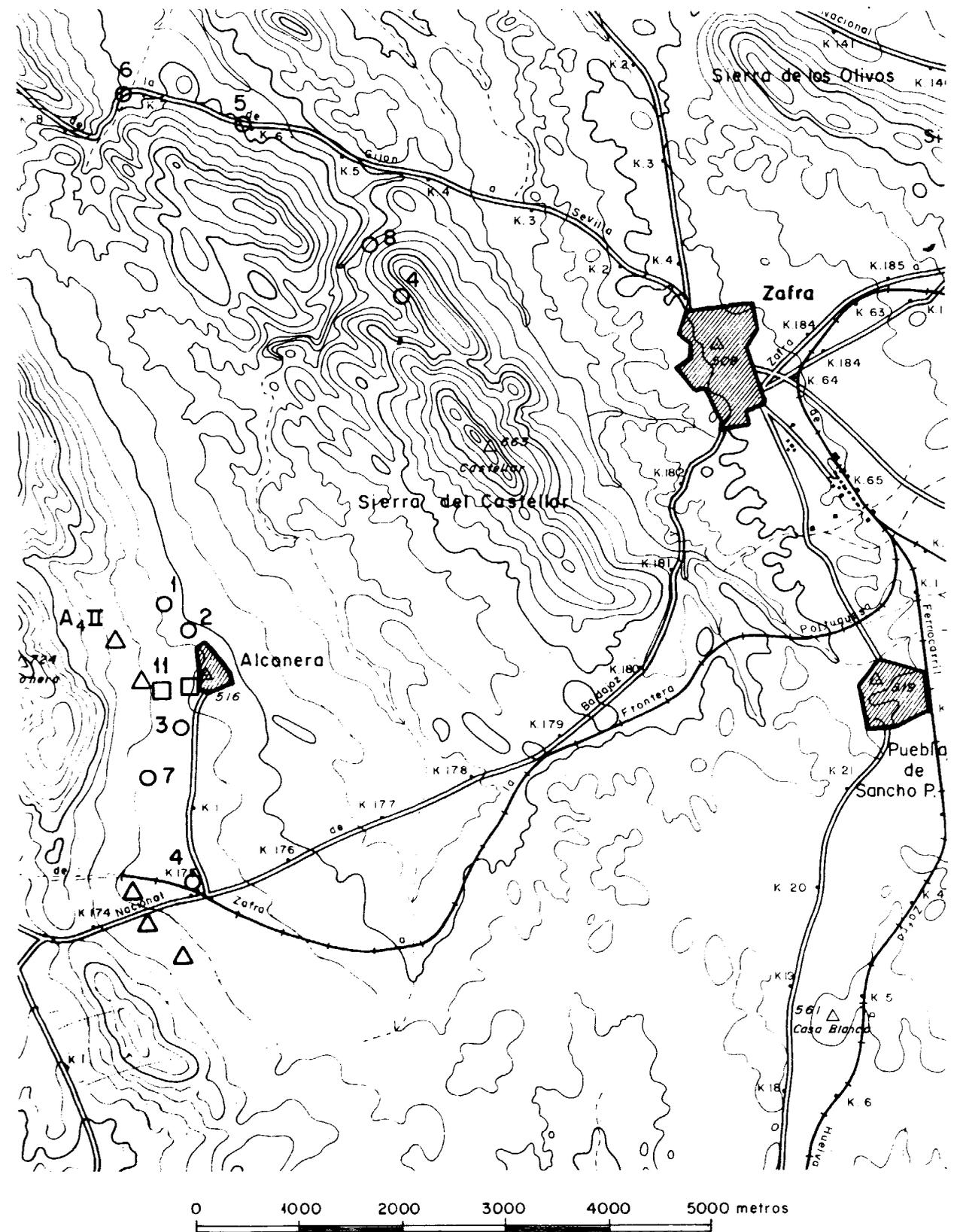


Figura 2

Localización de los puntos de hallazgo en los alrededores de Zafra y Alconera (Badajoz).

Los cuadrados y círculos indican yacimientos de Trilobites. Los triángulos indican yacimientos de Arqueociátidos.

Cuadro 1

GENEROS	ZONAS DE LOTZE	YACIMIENTOS DE ZAFRA (BADAJOZ)											CORDILLERA IBERICA	OTRAS REGIONES		
		A ₄ II	1	2	3	4	5	6	7	8	11					
Ctenocephalus Bailiella	30	CAMBRICO MEDIO						X					X	Capas de Villafeliche		
Jincella	28							X					X	Capas inferiores Luna Capas Murero B ₃		
Paradoxides p.	24							X	X				X	Calizas rojas de Leon Capas de Murero B ₇		
Conocoryphe h. Sao																
Pardailhania h.	22							X					X	Capas de Murero B ₄		
Ctenocephalus a.																
Paradoxides br.	21						X					X	Capas de Murero B ₃			
Parabailiella l.																
Strenueva s.	19	CAMBRICO INFERIOR		X										Capas de Murero A ₁₁	Guadalcanal ₃ , Alanís	
Reolaspis s.	13				X										Arenisca de Daroca	Areniscas Los Cortijos
Pseudolenus w.						X										
Saukianda a.	11		X													Guadalcanal ₃ , Alanís
Serrodiscus s.	10			X	X	X							X			Guadalcanal ₂ , Llerena
Hicksia h.	8				X	X							X			
Delgadella s.														Pizarras de Huermeda	Cala, Vila Boim	

Relación de generos de Trilobites encontrados en los yacimientos de Zafra (Badajoz) y su correspondencia con la Cordillera Iberica y Sierra Morena

Cuadro 2

	GENEROS Y ESPECIES	ZONAS DE LOTZE	YACIMIENTOS
CAMBRICO MEDIO	Ctenocephalus bergeroni	30	Zafra, Villafeliche
	Bailiella barriensis	28	Zafra, Barrios de Luna, Murero B ₈
	Jincella sulcata	24	Zafra, Calizas rojas de Leon, Murero B ₇
	Paradoxides pradoanus		
	Conocoryphe heberti	22	Zafra, Capas de Murero B ₄
	Sao sp		
Pardailhania hispanica	21	Zafra, Capas de Murero B ₃	
Ctenocephalus antiquus			
Paradoxides brachyrhachis	19	Zafra, Alanís, Murero A ₁₁ , Guadalcanal ₃	
Parabailiella languedocensis			
CAMBRICO INFERIOR	Strenueva sampelayoi	13	Zafra, Los Cortijos, Arenisca de Daroca
	Strenueva melendezi		
	Reolaspis strenoides	12	Zafra, Alanís, Capas de Lobo
	Pseudolenus wegneri		
	Kingaspis velatus	10	Zafra, Toranés
	Saukianda andalusiae		
	Perractor perractus	8	Zafra, Alanís, Cumbres Mayores, Pizarras de Huermeda, Cala, Vila Boim
	Alanisia guillermoi		
	Serrodiscus speciosus	8	Zafra, Alanís, Cumbres Mayores, Pizarras de Huermeda, Cala, Vila Boim
	Delgadella sp		
Hicksia hispanica			
Rinconia schneideri			
Gigantopygus bandoni			

Relación esquemática de las especies de Trilobites estudiadas pertenecientes al Cámbrico (Inferior y medio), zonas estratigráficas en que se localizan y yacimientos en que se encuentran

Conclusiones.

Insistimos en el carácter previo de la presente nota, la cual pretende dar a conocer un número evidentemente mayor de géneros de Trilobites a los encontrados hasta la actualidad, así como la situación de las faunas de edad Cámbrico inferior y Cámbrico medio en una zona donde estos datos son escasos.

Si bien los resultados obtenidos por el momento son muy alentadores, estamos seguros de que los datos que iremos consiguiendo en breve, permitirán calificar esta zona, por sí misma, como excelente representante del Cámbrico medio e inferior dentro de la Península Ibérica. También podemos pronosticar un mayor aporte de datos paleofaunísticos, que se efectuarán con la supervisión del Dr. R. Courtessole (Carcassonne, Francia), gran especialista del Cámbrico y autoridad en la materia.

BIBLIOGRAFIA

BARD, J. U. 1964: *Observaciones sobre la estratigrafía del Paleozoico de la región de Zafra (provincia de Badajoz), España*. Trabajos del Laboratorio Geológico de Lage

número 19. "Notas y Comunicaciones Inst. Geol. y Minero de España, 76: 175-180.

1969. Le metamorphisme regional progressif des Sierras D'Aracena en Auralousie occidentales (Espagne) se place dans le segment hercynien sub-iberique. Thése. Universite de Montpellier.

HENNINGSMOEN, G. 1957: *Tribolites de las capas de Saukianda, Cámbrico inferior en Andalucía*. "Estudios Geológicos, 13: 251-271.

RICHTER, R. & E. 1940: *Die Saukianda-Stufe von Andalusien, eine fremde Fauna im europaischen Ober-Kambrium*. "Ab. Senckemberg. Naturfors. Ges.", 450: 1-88.

1941. *Die Fauna des Unter-Kambrium von Cala in Andalusie* "Ab. Senckemberg. Naturfors. Ges.", 455: 1-90.

SUHR, O. 1969: *Beitrag zur Stratigraphie des Kambriums im Bereich der sudlicheen Extremadura (Sudwest-Spanien)*. "Munster. Forch. Geol. Palaont.", 14: 207-232.

SDZUY, K. 1958: *Nueve Trilobiten aus dem Mittelkambrium von Spanien*. "Senck. leth.", 39: 235-253.

1961. *Das Kambrium Spaniens. Teil II. Trilobiten* "Akad der Wissen. und der Liter", pp. 233-311.

1962. *Trilobiten aus dem Unter-Kambrium der Sierra Morena (S.-Spanien)*. "Senck. leth.", 43: 181-229.

1967. *The Tethys in Cambrian Time*. "Systematics Association Publication", n. 7: 5-9.

1967. *Los Trilobites del Cámbrico Medio de Asturias*. "Trabajos de Geología". Facultad de Ciencias de Oviedo, n. 1: 77-133.

1971: *La subdivisión bioestratigráfica y la correlación del Cámbrico media de España*. "Public. I Congr. Hisp. Luso Amer. Geol. Econo.", 2 Sección I: 769-782.

1971. *Acerca de la correlación del Cámbrico inferior en la Península Ibérica*. "Publ. I. Congr. Hisp. Luso Amer. Geol. Econo.", 2 Sección I: 753-768.

1972. *Das Kambrium der acadobaltischen Faunenprovinz*. "Zbl. Geol. Palaont.", Teil II: 1-91.

VEGAS, R. 1971. a: *Geología de la región comprendida entre la Sierra Morena occidental y la Sierra al N de la provincia de Cáceres (Extremadura española)*. "Bol. Geol. y Min.", 82: 351-358.

1971. b. *Precisiones sobre el Cámbrico del Centro y Sur de España. El problema de la existencia en las Sierras de Cáceres y Norte de Badajoz*. "Estudios Geológicos", 27: 419-425.

Recibido: 25-I-73.

Trabajo de Investigación de Pb-Zn en la Reserva de "Loma Charra" en la provincia de Soria (*)

por J. REY DE LA ROSA (**)

RESUMEN

Durante el año 1972, integrado en el Programa Sectorial de Investigaciones de Plomo-Cinc, el Instituto Geológico y Minero de España ha llevado a cabo una serie de labores de investigación en un área de la provincia de Soria que se representa en la figura correspondiente.

Se pone de manifiesto, las labores de tipo general que han conducido a delimitar unas zonas restringidas, las denominadas de El Madero y Noviercas, que con la ya conocida de Loma Charra han sido el centro de trabajos más locales y detallados.

1. RECONOCIMIENTO DE INDICIOS.

La mina de Loma Charra constituye el único indicio de Pb-Zn existente en la Reserva del Estado. Por esta razón y para poseer una idea más amplia y completa de las mineralizaciones en la zona, se visitaron los indicios mineros limítrofes. Así se reconocieron las mineralizaciones de Cu-Pb-Zn en Peñalcazar, La Quiñonería y Carabantes, de Pb en Borovia, San Felices y Valdegeña, Pb-Cu en Cigudosa, Cu en Pobar...

Con estas visitas se pudo llegar a la conclusión de que las mineralizaciones de Peñalcazar y Carabantes se sitúan en terrenos Paleozoicos y su origen es hidrotermal. Sin embargo, para las restantes, incluyendo la propia mina de Loma Charra, su origen ha de ser hipergénico, ligado en muchos casos a procesos de percolación en formaciones kársticas y siempre situados en terrenos Mesozoicos, entre los que dominan las calizas Jurásicas.

2. GEOLOGÍA GENERAL, E=1/50.000.

La Reserva sólo había sido cartografiada en la

(*) Proyecto de Investigación Minera. División de Minería. Instituto Geológico y Minero de España.

(**) Licenciado en Ciencias Geológicas.

zona correspondiente a las hojas de Olvega y Tabuenca. La cartografía de la hoja de Olvega ha sido realizada muy recientemente por el I. G. M. E., pero la de Tabuenca se consideró muy anticuada. Por estas razones, se realizó la geología a escala 1/50.000 de la zona de la Reserva que estaba aún sin cartografiar y que correspondía a la zona S. de la Hoja de Agreda y el S.W de la de Tarazona. Asimismo se realizó también la geología de la hoja de Tabuenca en la zona W, ya que es la afectada por la Reserva.

Para este trabajo se aprovecharon las series litológicas y estratigráficas dadas por el I. G. M. E. en el estudio de la Hoja de Olvega.

La litología encontrada coincidía con la de la hoja de Olvega. En su mayoría los terrenos cartografiados se incluyeron en el Mesozoico, a excepción de un afloramiento Cámbrico existente en la falda oriental del Moncayo.

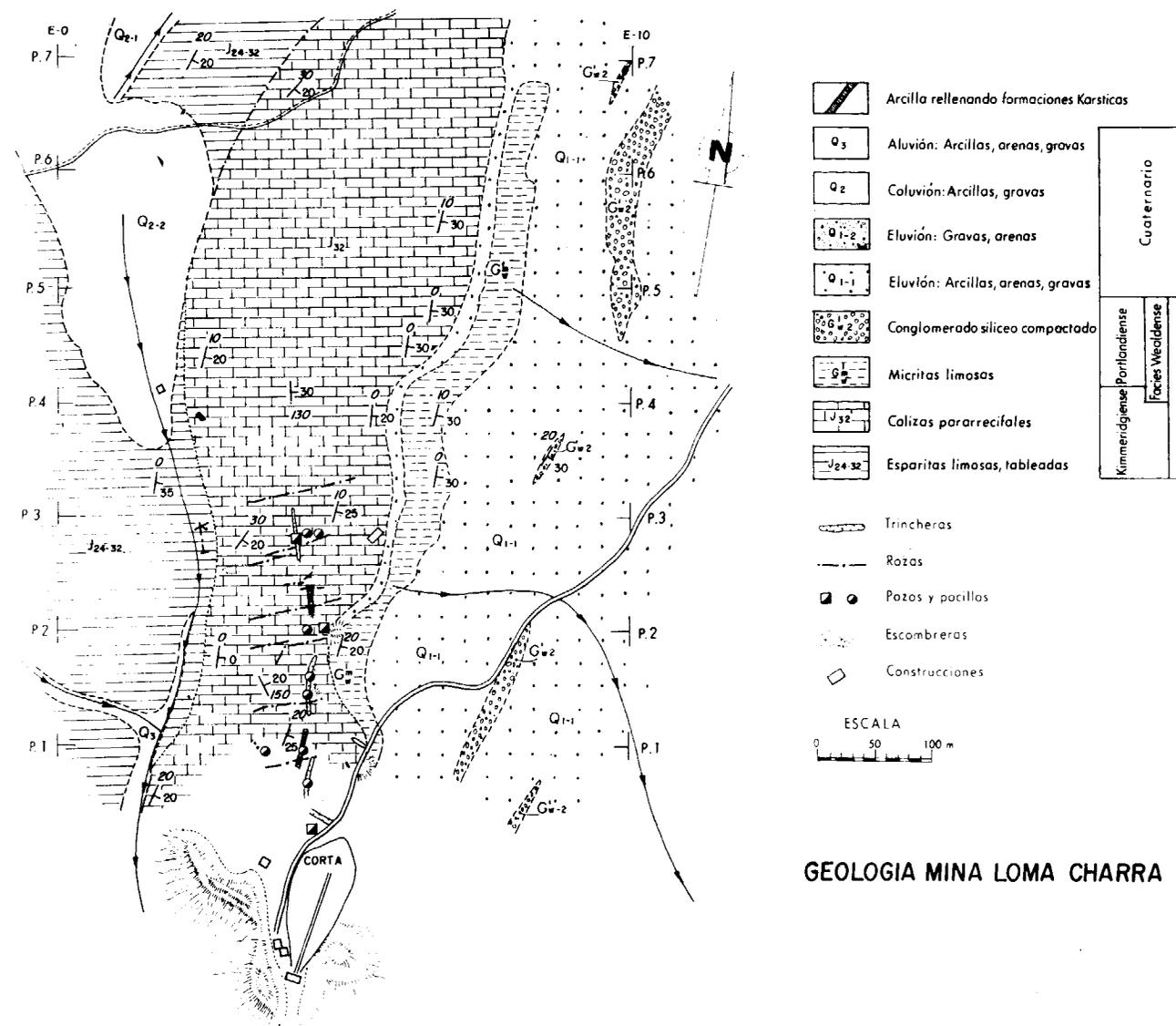
Estratigráficamente, el mayor problema se planteó en el momento de datar la formación existente en el Santuario del Moncayo. Esta serie reposa pseudohorizontal en discordancia sobre el Cámbrico y comienza por un conglomerado de base y sigue con arenisca y argilitas, hasta que se pasa con completa graduación a los terrenos del Buntsandstein. Después de su estudio opinamos que aquellas formación puede incluirse en el Permo-Trías.

En el resto de la zona la característica más apre-

ciable es la presencia de abundantes cambios laterales en la formación de facies Weald. Esta es fundamentalmente conglomerática en el cerro de San Blas (N. de la Reserva) y hacia el E se torna arenosa, mientras que al W y S se desarrollan limolitas arenosas.

3. GEOQUÍMICA DE DRENAJE.

Debido a que no existen controles litológicos (a excepción de situarse en calizas pero no de un piso



GEOLOGIA MINA LOMA CHARRA

Respecto a las calizas pararecifeales en que se sitúa la mina de Loma Charra, se ha podido observar el final de esta formación en el S de Agreda.

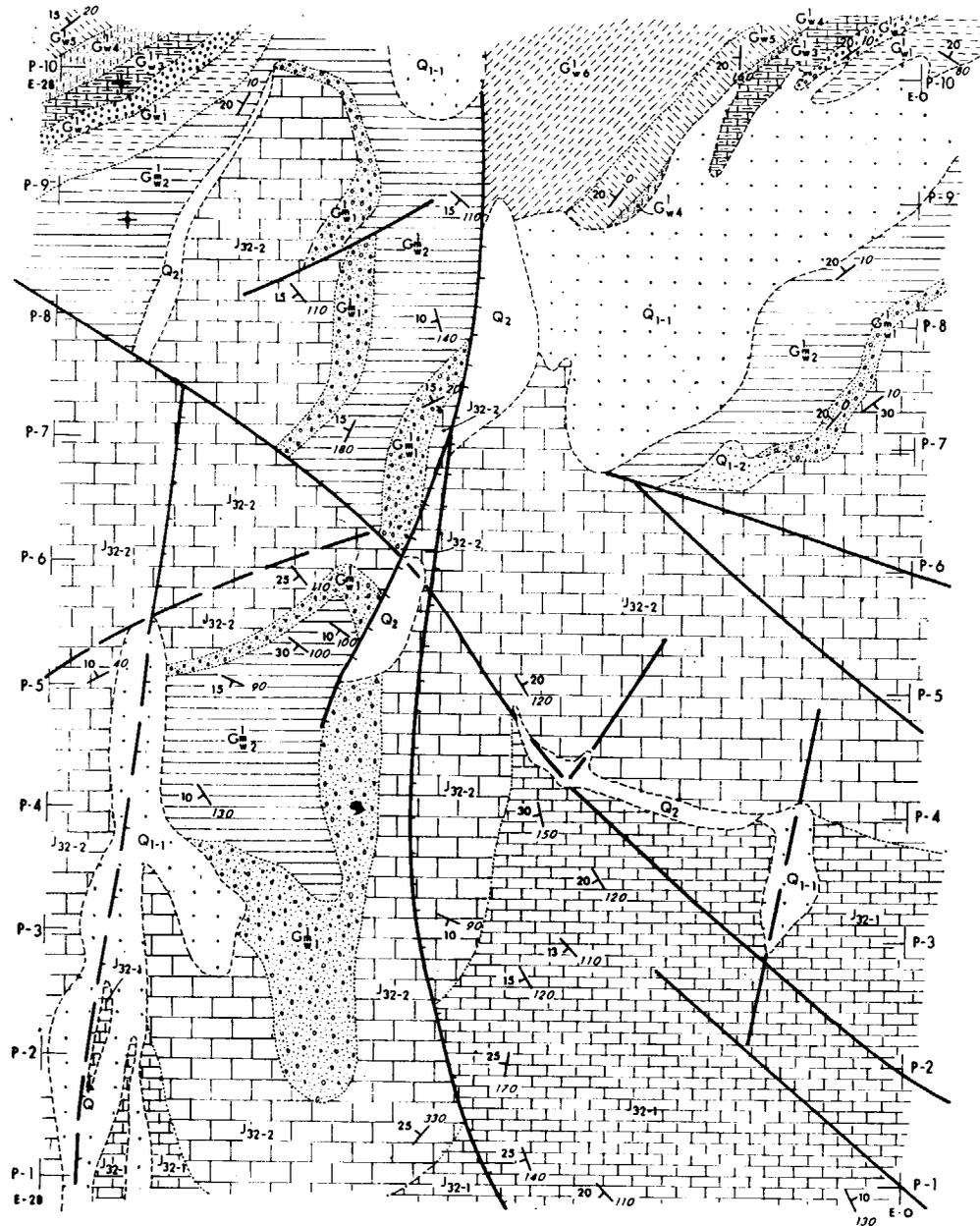
concreto), ni estratigráficos sobre los que situar las mineralizaciones, se realizó una geoquímica de arroyos en todo la Reserva. Así se tomaron 1.029 muestras y se analizaron para deducir su contenido en p. p. m. de Pb y Zn.

De esta forma se localizaron varios puntos anómalos y en ellos se reconocieron los arroyos con más detalle, cada 100 m., con un total de 67 muestras. Así se centraron con mayor precisión dos zonas anómalas, situadas al W de Noviercas y en las proximidades del puerto de El Madero. Aquélla se sitúa en el S de la Reserva y la de El Madero en el Noroeste.

4. GEOQUÍMICA DE SUELOS.

Se realizaron tres redes correspondientes al área del NW de Noviercos, al puerto de El Madero y a la mina de Loma Charra.

El clarke resultó ser de 45 p. p. m. para el Pb y de 60 p. p. m. para el Zn, y se considera anomalía en aquellas zonas donde el valor del Pb es superior a 720 p. p. m. y el de Zn superior a 960 p. p. m.

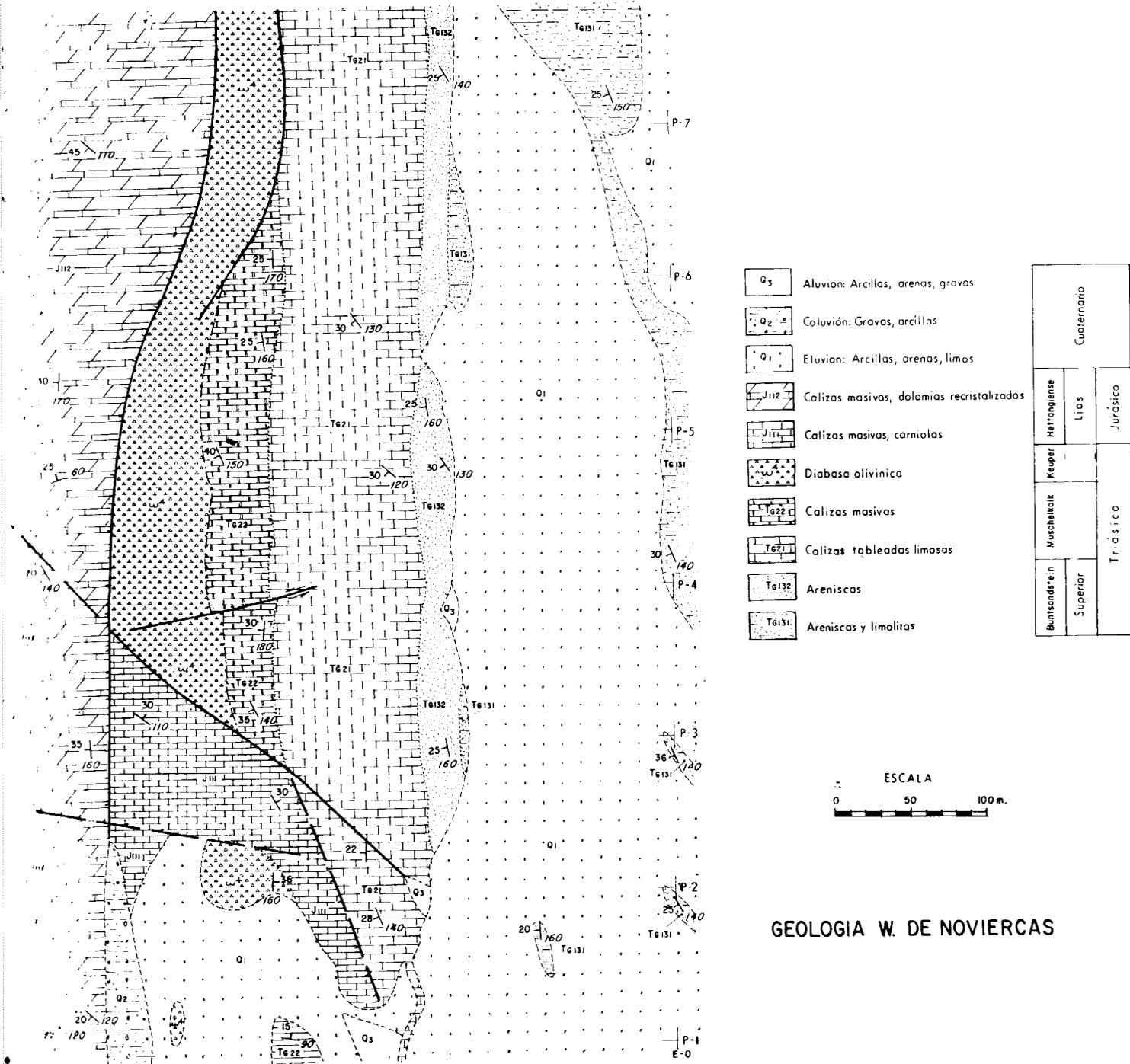


GEOLOGIA EL MADERO

4.1. Area de la mina de Loma Charra.

Se trazaron siete perfiles y se tomaron 77 muestras. Una vez analizadas éstas para ver su contenido en Pb-Zn, se observó que la zona donde aparecía

anomalía corresponde sólo al área donde la mineralización ya ha sido reconocida en superficie. Por esta razón se deduce que la mineralización en la mina de Loma Charra no cabe esperar que se prolongue más allá de la que ya se conoce.

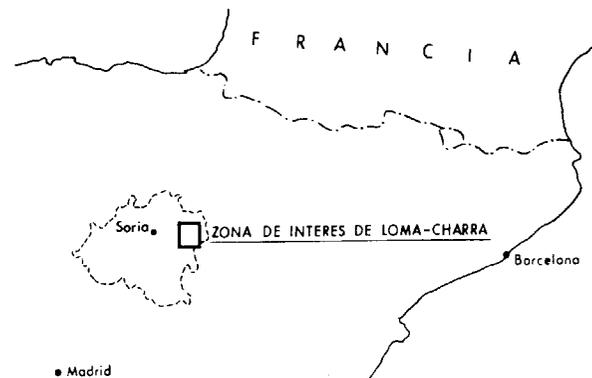


GEOLOGIA W. DE NOVIERCAS

4.2. Area de El Madero.

Se tomaron 290 muestras en un total de 10 perfiles. Estudiado su contenido en Pb-Zn, se comprobó que existían varios puntos con valores muy superiores al clarke. Así, el punto más alto en valores de Pb-Zn presenta 1.700 p. p. m. y 4.600 p. p. m., respectivamente.

La principal anomalía de Pb en esta zona presenta dirección NNW, una longitud mayor de 100 metros y una anchura media de 25 m. La de Zn tiene dirección NNE, una longitud de 200 m. y una anchura media de 50 m. Estas anomalías coinciden en el punto cuyos valores de Pb-Zn se han indicado.



Además de estas anomalías, existen en la zona otras de Pb-Zn, pero con valores menores o bien ocupando menor superficie.

4.3. Area W de Noviercas.

Se trazaron ocho perfiles y se tomaron 152 muestras. En esta zona sólo se han obtenido valores altos en los contenidos de Pb, mientras que en los de Zn no se han superado nunca 300 p. p. m.

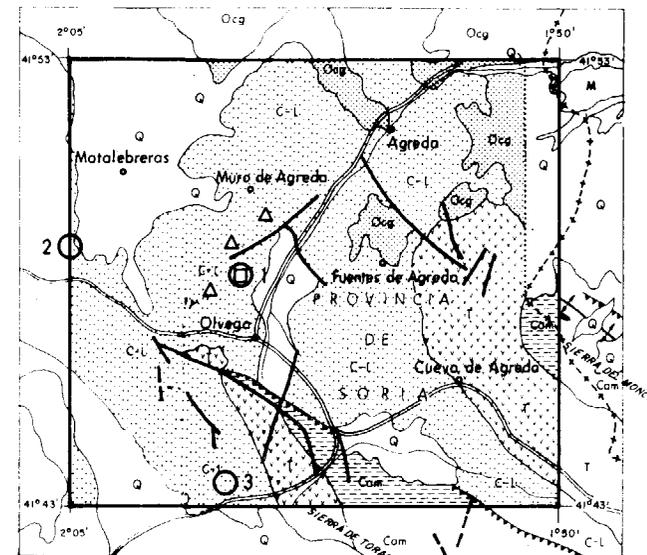
En cuanto al Pb, se ha localizado una anomalía con longitud superior a 200 m. y una anchura media de 30 m. Su dirección es, aproximadamente, N-S. En este caso, los valores de Pb varían de 750 p. p. m. a 1.500 p. p. m.

5. GEOLOGÍA DE DETALLE.

Se ha realizado en las mismas zonas donde se hizo geoquímica de suelos y geofísica.

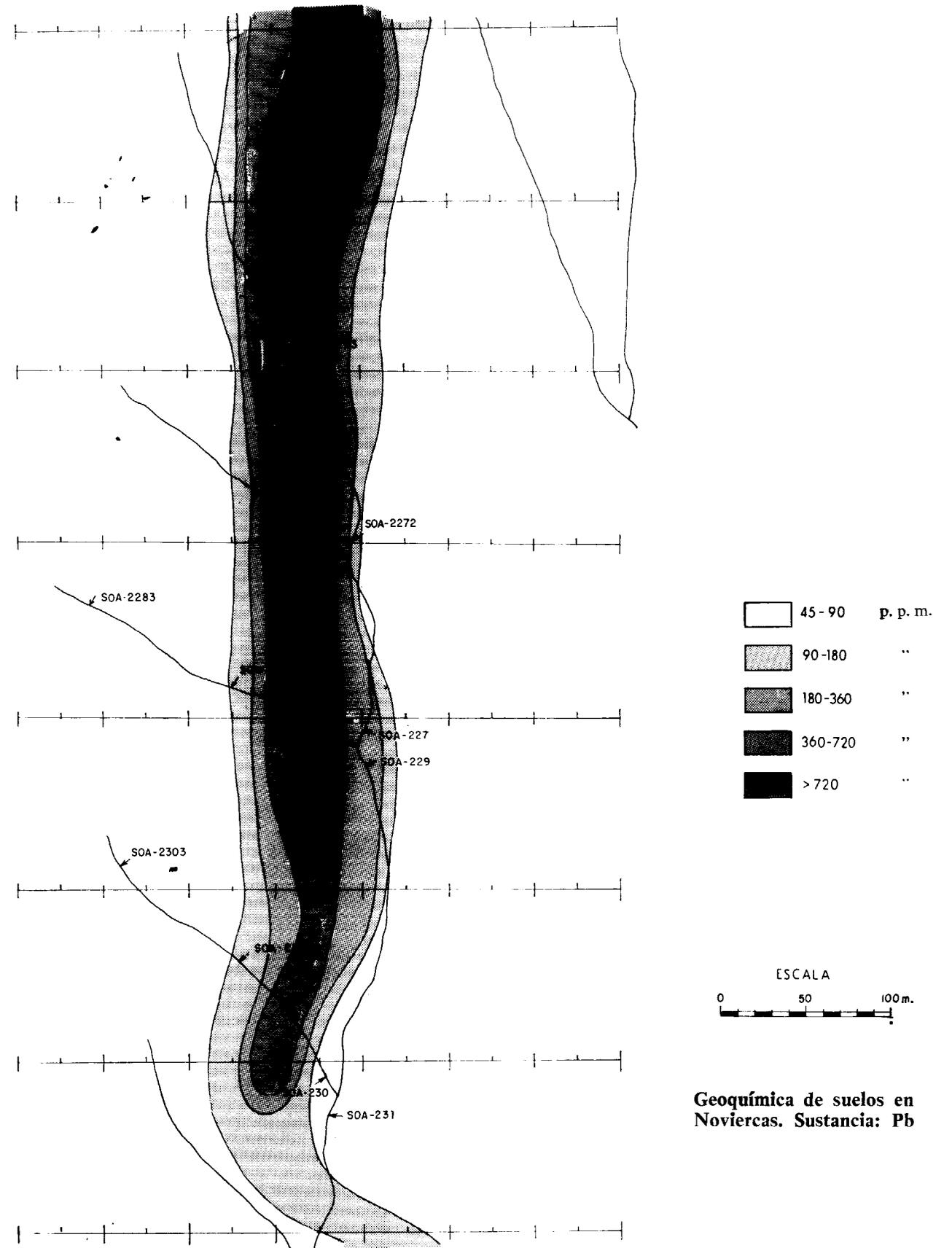
5.1. Area de la mina de Loma Charra.

Se ha realizado una cartografía a escala 1/4.000. Se comprueba que la totalidad de la mina, así como sus labores de superficie, se sitúan en calizas pararecificales.

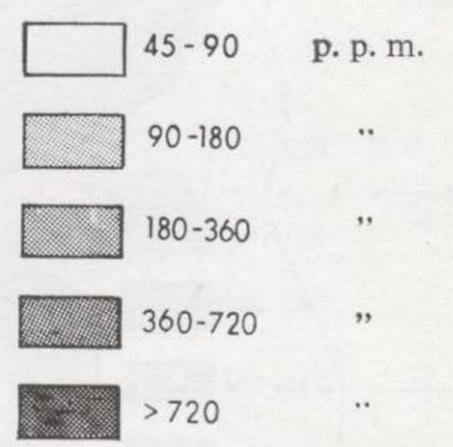
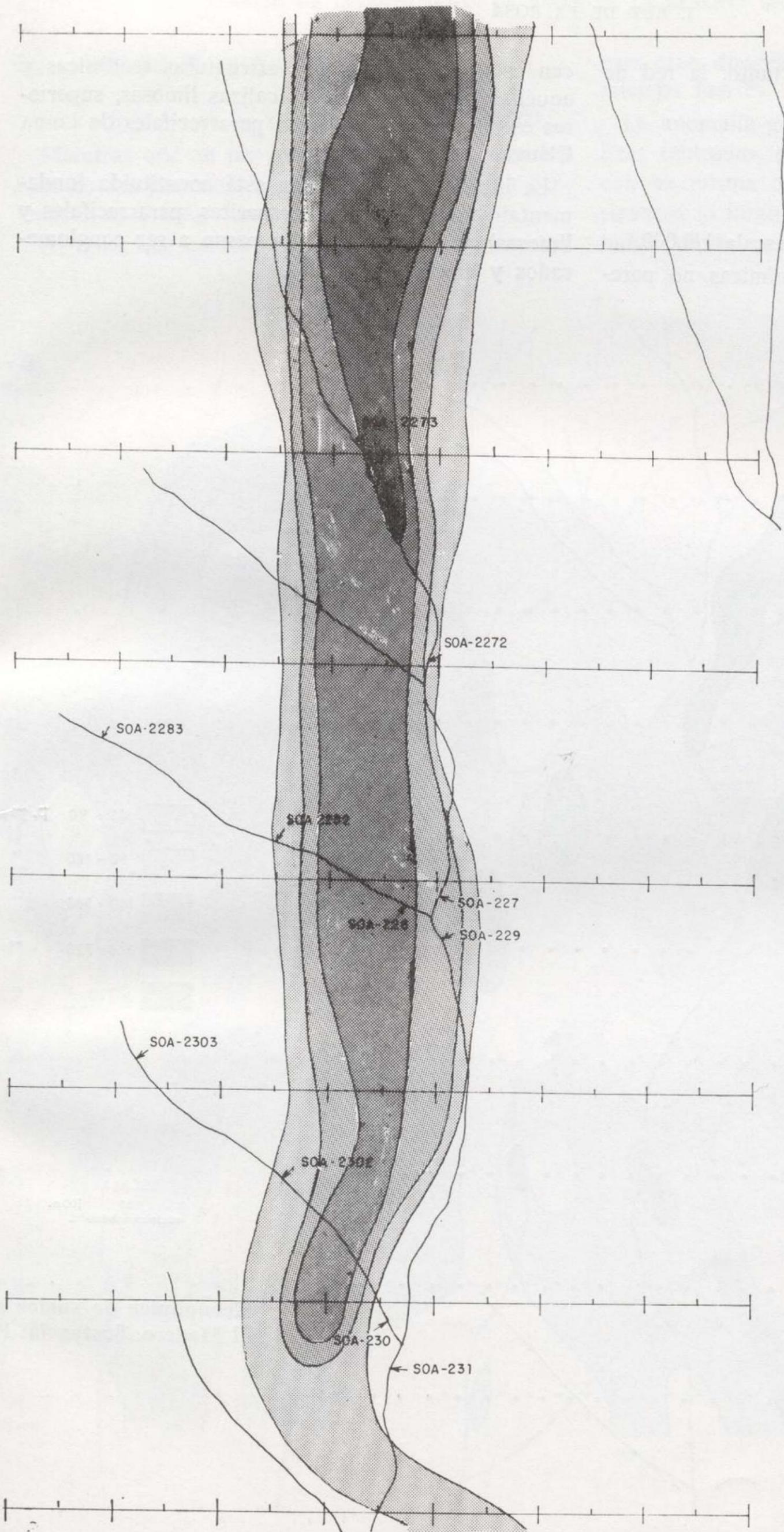


LEYENDA	SÍMBOLOS
Q CUATERNARIO	— Contacto
Mi M. O. MIOCENO	— Falla
Olig OLIGOCENO	▲ Cabalgamiento
C-L CRETACEO-LIASICO	⊕ Anticinal
T TRIASICO Cambio de información
Cam CAMBRICO	△ Permisos de Investigación
	□ Concesión en Explotación
	1 ○ Area de LOMA CHARRA
	2 ○ Area de EL MADERO
	3 ○ Area de NOVIERCAS

No se observa ninguna fractura considerable. En esta zona, el dispositivo de geoquímica de suelos y el de geofísica se situó en la zona N de la mina, ya que hacia el S, debido a las condiciones litológicas de la zona, no cabe esperar una corrida considerable y, además, porque la zona S está si-



Geoquímica de suelos en Noviercas. Sustancia: Pb



Geoquímica de suelos en Noviercas. Sustancia: Pb

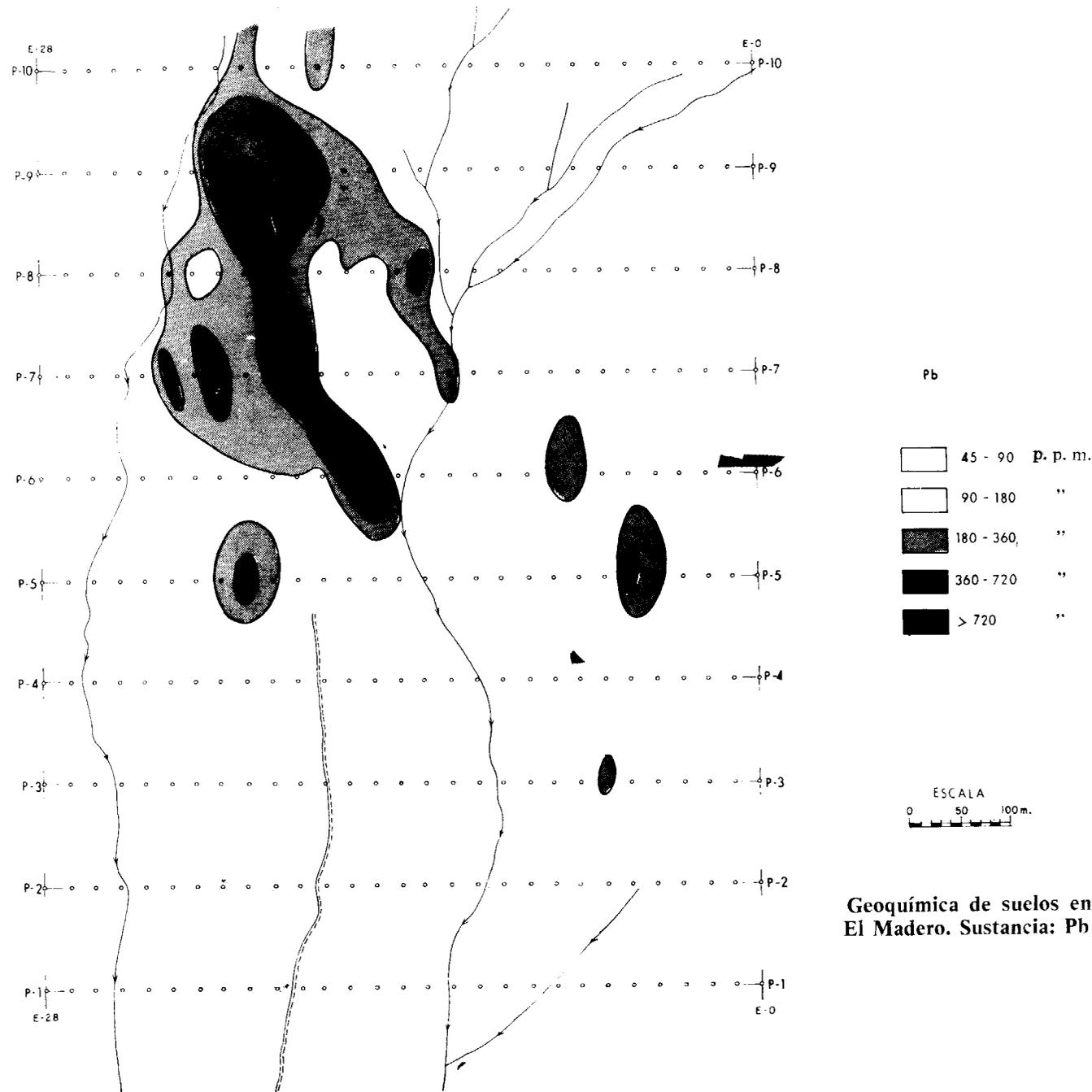
tuada en tierras de labor y, por tanto, la red de suelos no sería apenas ilustrativa.

5.2. *Area de El Madero.*

Se ha realizado la cartografía a escala 1/4.000. Las principales anomalías geoquímicas no pare-

cen estar controladas por estructuras tectónicas y aquéllas se sitúan en unas calizas limosas, superiores estratigráficamente a las pararecificales de Loma Charra.

La litología de esta zona está constituida fundamentalmente por calizas (esparitas, pararecificales y limosas), y en su parte alta pasan a ser conglomerados y limolitas arenosas.



Geoquímica de suelos en El Madero. Sustancia: Pb

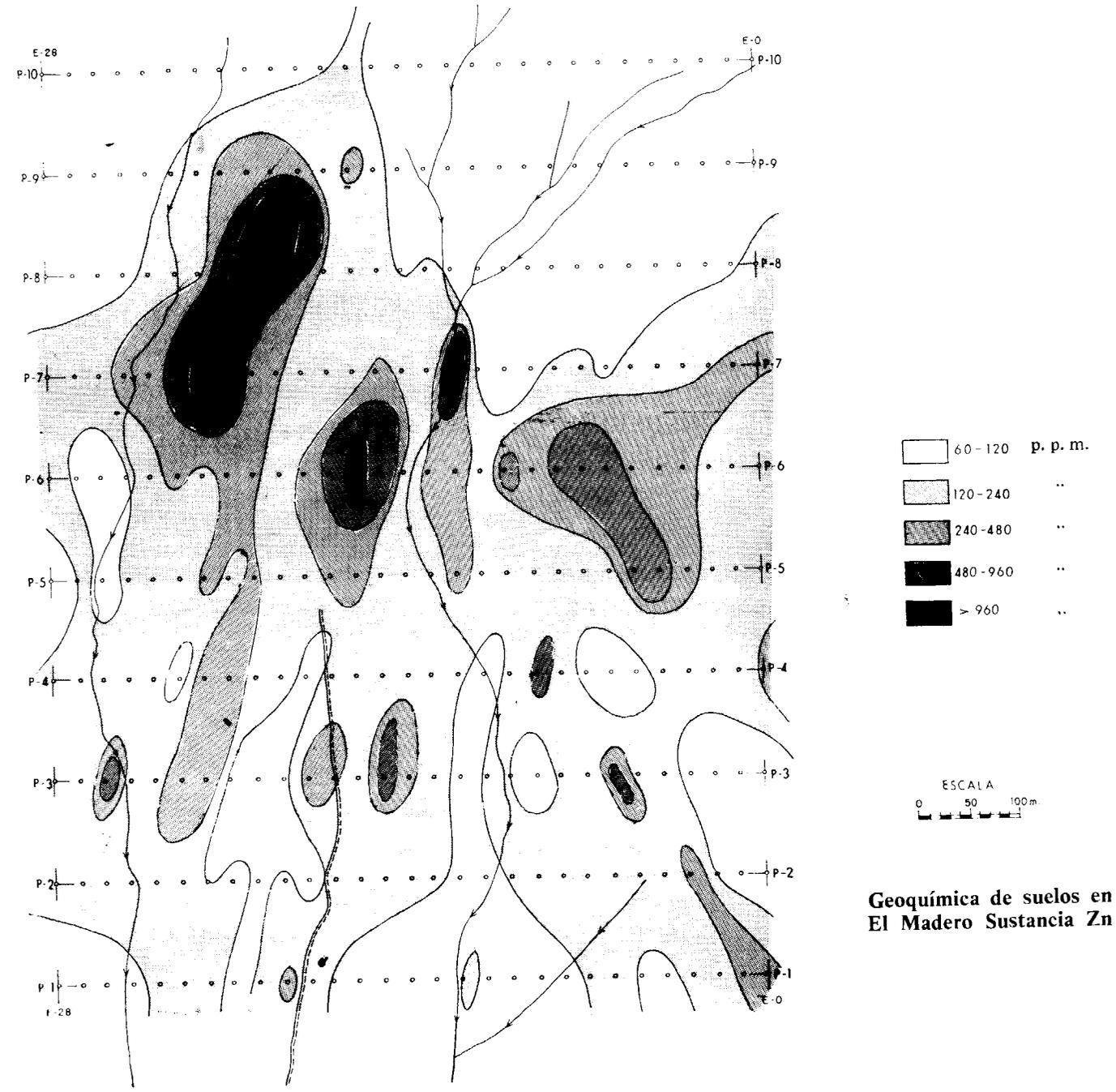
5.3. *Area del W de Noviercas.*

La cartografía se ha realizado a escala 1/2.500. Mientras que en las zonas anteriores los estratos Mesozoicos pertenecían al Malm, en esta área pertenecen al Triás y Lías.

Al igual que en las zonas anteriores, los estratos

presentan direcciones norteadas y no tienen buzamientos fuertes.

La anomalía geoquímica se sitúa sobre unas calizas tableadas, poco potentes, del Muschelkalk y con su misma dirección. Sin embargo, no se extiende a lo largo de todo el afloramiento de las citadas calizas.



Geoquímica de suelos en El Madero Sustancia Zn

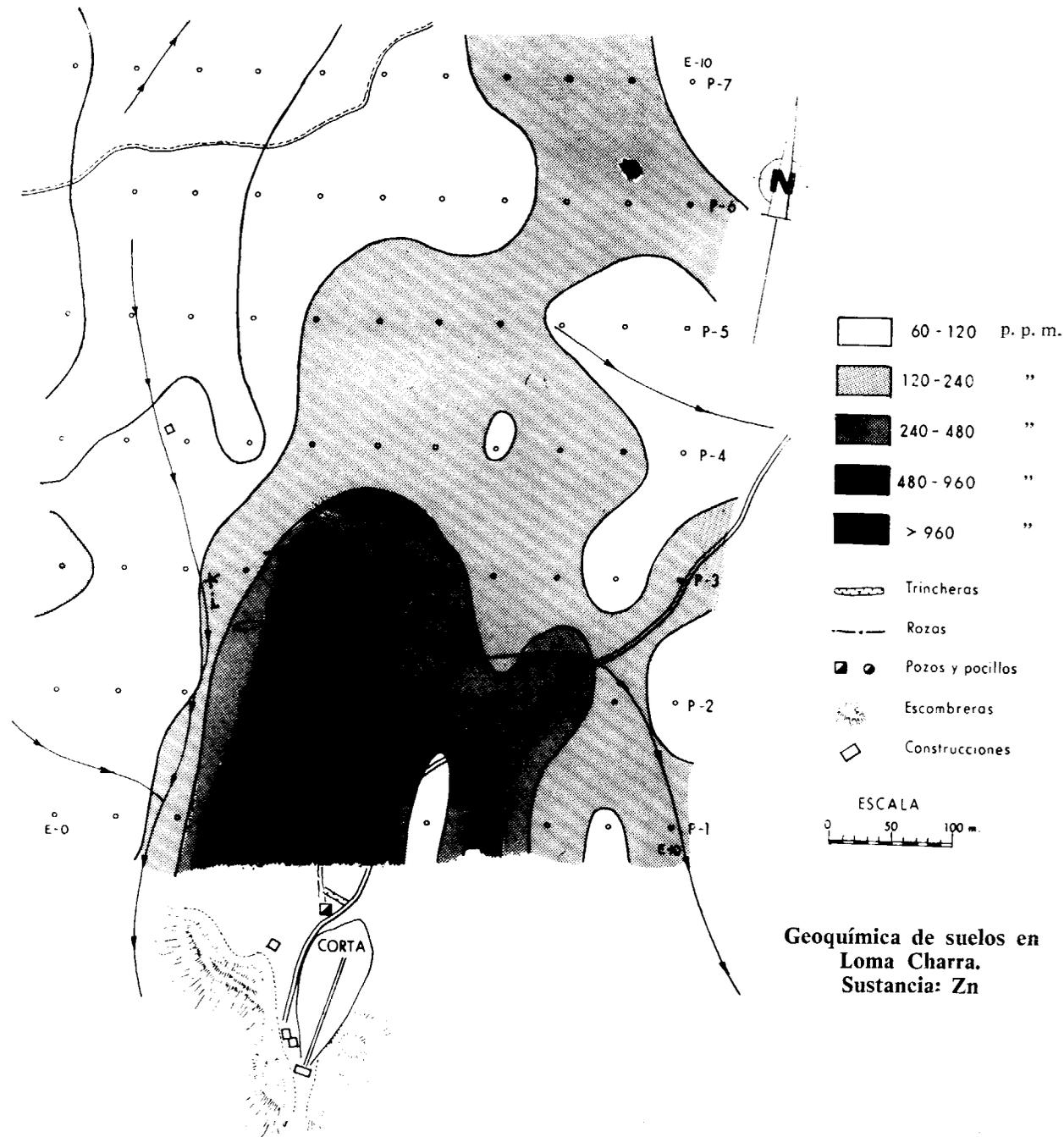
6. GEOFÍSICA.

Por el método de "polarización inducida" se han reconocido las tres áreas ya citadas. Se han aprovechado los mismos perfiles de geoquímica de suelos y el estudio se ha realizado con la configuración dipolo-dipolo, teniendo cada uno de éstos una longitud del orden de 100 m. La profundidad a que

se espera llegar en el reconocimiento es del orden de 150 m.

6. 1. Area de Loma Charra.

En el perfil 1, el más próximo a la "corta" de la mina, se encuentran valores bajos de resistividad, en la estaquilla 4, que se corresponden con los efectos

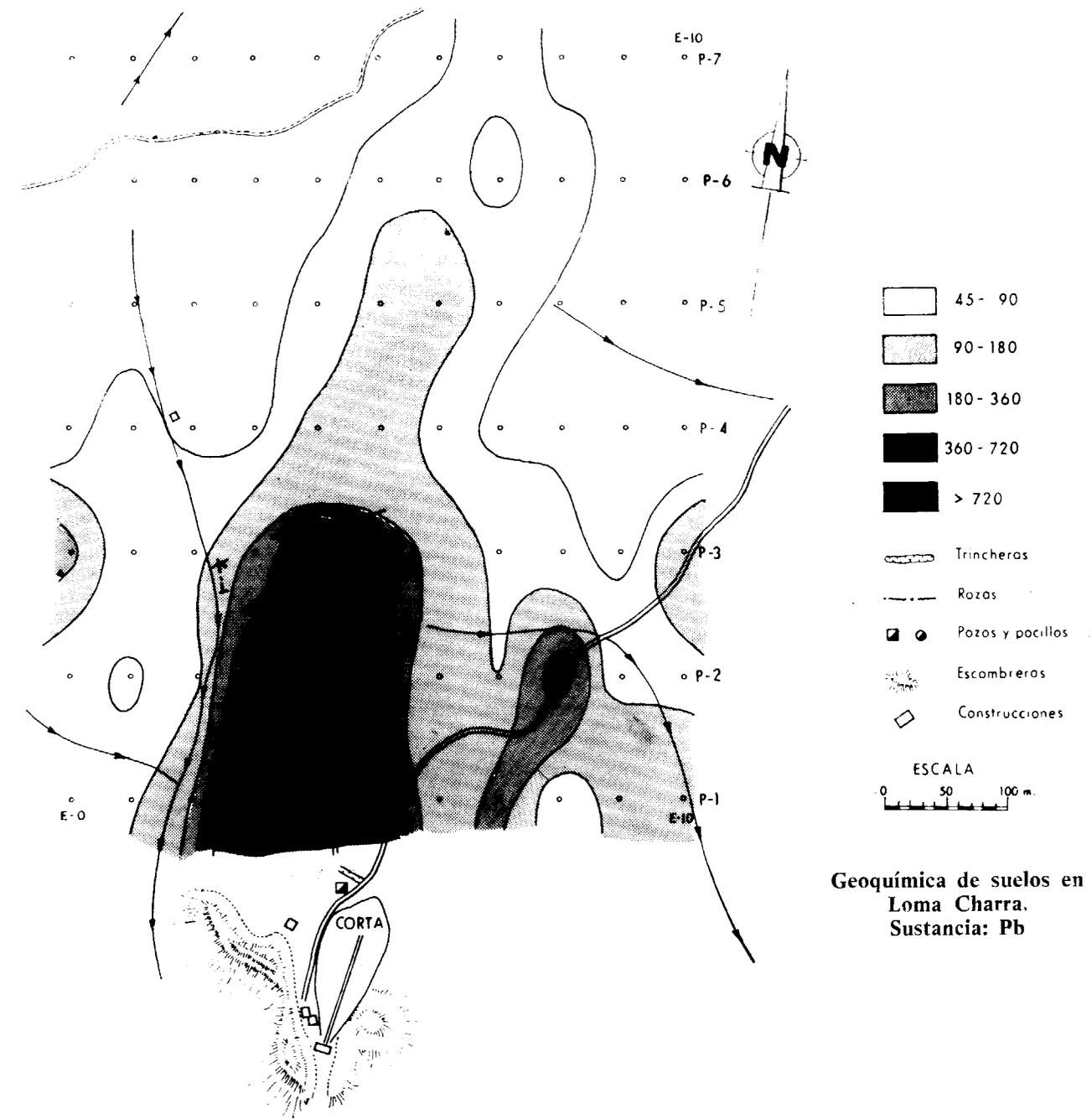


tos de frecuencia superiores (en poco grado) a los de su entorno y que definen de una forma vaga la posición de la mina.

En los perfiles más septentrionales y, por tanto, ya más alejados de la "corta", no se encuentran valores indicativos que contorneen con precisión la continuación de la explotación.

6.2. Area de El Madero.

En esta zona, la geofísica no ha sido suficientemente ilustrativa. Se encuentran valores ligeramente altos en "efecto de frecuencia", pero desplazados hacia el W, respecto a las anomalías de geoquímica.



6.3. *Area del W de Noviercas.*

En todos los perfiles se observa una zona de muy bajas resistividades, que coincide con el área ocupada por la anomalía geoquímica de este lugar.

Los "efectos de frecuencia", superiores al 3 por 100, se sitúan desplazados ligeramente hacia el E, y hay una total coincidencia con valores elevados del "factor metálico".

7. ESTUDIO MINERO DE LOS CONGLOMERADOS.

Habiéndose observado en algunos análisis previos de la presencia de Au en los conglomerados de la zona, se realizó un desmuestre, con un total de 40 muestras. Estas han sido analizadas para estudiar su contenido en Au y Ag, y los valores máximos encontrados han sido de 2 g/Tm. para el Au y 224 g/Tm. para Ag.

CONCLUSIONES

1.ª Los trabajos realizados en el "Proyecto de Investigación de Loma Charra" han sido los siguientes:

- a) Reconocimiento de indicios.
- b) Realización de geología, escala 1/50.000, en aquellas zonas donde no existía o era deficiente.
- c) Geoquímica de drenaje.
- d) Geoquímica de suelos en dos zonas que se consideran interesantes (El Madero y W de Noviercas) y en la mina de Loma Charra.
- e) Geología de detalle, a escalas 1/4.000 y 1/2.500, en las mismas zonas que se han realizado geofísica y geoquímica de suelos.
- f) Geofísica por polarización inducida en las mismas áreas que se realizó geoquímica de suelos.

2.ª Las mineralizaciones existentes en la reserva se han desarrollado sobre formaciones kársticas, y son hipergénicas. Su composición suele ser más abundante en carbonatos de Pb y Zn que en sulfuros.

3.ª Con la geoquímica de drenaje se localizaron dos zonas anómalas (El Madero y W de Noviercas).

4.ª Con la geoquímica de suelos se delimitaron con más precisión las áreas anómalas en ambos casos y en la mina de Loma Charra.

5.ª Mediante la geofísica se ha comprobado que:

a) En la mina de Loma Charra sólo existe algo de interés en zonas del N, muy próximas a la corta.

b) En El Madero se obtienen valores interesantes, debido a que quizás la mineralización encontrada con la geoquímica de suelos está formada fundamentalmente por carbonatos de Pb y Zn, para la determinación de las cuales el método presenta poca información.

c) En el W de Noviercas existe coincidencia entre los valores altos de Pb, los valores bajos en resistividad y los elevados de "factor metálico". Se encuentran algo desplazados hacia el E los de "efecto de frecuencia".

6.ª En cuanto al interés de las mineralizaciones se deduce lo siguiente:

a) *Mina de Loma Charra.*

Sólo se ha confirmado la zona ya reconocida con labores superficiales de reconocimiento. Se comprueba que a partir de éstas y hacia el N la mineralización desaparece rápidamente. Lateralmente, no se ha encontrado tampoco ninguna nueva mineralización.

b) *Area de El Madero.*

Se han delimitado zonas anómalas en Pb-Zn con valores elevados, pero en geofísica no se han podido comprobar. Esto puede llevar al hecho de que estas mineralizaciones estén formadas fundamentalmente por carbonatos de Pb y Zn.

Las corridas de estas mineralizaciones no cabe esperar, en ningún caso, que superen los 400 m.

TRABAJOS FINALES

c) *Area del W de Noviercas.*

Sólo se aprecia una anomalía en cuanto a los valores de Pb, que coincide en geofísica con bajos valores de resistividad y alto "efecto metálico".

En la zona estudiada, esta anomalía no llega a los 300 m. de corrida.

7.ª El estudio de los conglomerados para deducir su contenido en Au y Ag demuestra que aquél se encuentra distribuido en casi todas las muestras. La plata aparece en un 5 por 100 de las muestras y ambos elementos se encuentran en pequeñas cantidades.

Como complemento de las labores anteriores, en los lugares en que las anomalías geoquímicas coincidieron con las estructuras detectadas por los métodos geofísicos que se indican, se profundizaron sondeos cortos, hasta un total de poco más de 300 metros.

Los resultados de estas labores de perforación sólo han sido débilmente positivos en el caso de la zona de Noviercas, sin que, ni en este caso, presenten interés económico las mineralizaciones localizadas.

Recibido: 15-I-73.

AGUAS SUBTERRANEAS

Estudio Hidrogeológico y de Ordenación del Campo de Níjar, Almería.

Exposición de los trabajos realizados y de sus conclusiones

por J. OCHOA (*), I. DIAZ DE BERRICANO (**) y P. ARMISEN (***)

RESUMEN

Como consecuencia del alarmante descenso de los niveles piezométricos del Campo de Níjar, debido a una sobreexplotación del sistema acuífero del mismo, ha sido llevado a cabo un estudio hidrogeológico cuyo fin último era la elaboración de un modelo matemático.

Este modelo matemático, reflejo exacto de la cuenca hidráulica subterránea estudiada, ha servido para dar unas normas para la explotación ordenada del acuífero.

Se recogen aquí las diversas fases de la investigación realizada y las conclusiones obtenidas.

RESUME

Conséquemment à la baisse alarmante des niveaux piézométriques dans le Campo de Níjar, due à une surexploitation de son système aquifère, on a effectué une étude hydrogéologique ayant comme fin l'élaboration d'un modèle mathématique.

Ce modèle mathématique, reflet exact du bassin hydraulique souterrain étudié, a servi à donner les normes pour l'exploitation ordonnée de l'aquifère.

Ici sont réunies les diverses phases de la recherche réalisée ainsi que les conclusions obtenues.

1. INTRODUCCION.

Desde un punto de vista general, la provincia de Almería, a la que pertenece el Campo de Níjar, está clasificada climatológicamente como árida, a excepción de algunas zonas del interior, como las que corresponden a los nacimientos de los ríos Adra y Andarax, en las estribaciones del sur de Sierra Nevada, que quedan clasificadas como semi-áridas.

Esta aridez se caracteriza por débiles precipitaciones, con las naturales variaciones estacionales e interanuales, por una temperatura media elevada y

por un gran poder evaporante de la atmósfera. Estas condiciones naturales explican la escasez de aguas superficiales, que quedan reducidas, casi exclusivamente, a las propias del río Adra, de próximo aprovechamiento, y a las del río Andarax. Las de este último río raramente llegan al mar, debido al exhaustivo aprovechamiento por las huertas ribereñas.

La escasez de aguas superficiales ha tenido como lógica consecuencia la necesidad de recurrir, inexorablemente, a la explotación de los recursos hidráulicos subterráneos, tanto para satisfacer a las crecientes demandas de la agricultura como del consumo humano.

Ha sido, pues, lógica la gran cantidad de pozos y sondeos, cada vez de mayor profundidad, efectuados, de un modo general, en toda la provincia y, particularmente, en el Campo de Níjar, donde, según los datos recopilados a la hora de redactar

el proyecto que comentamos, se habían alumbrado 3.500 litros/segundo para una superficie de riego de 150 Km.²

Esta profusión de pozos y sondeos trajo, como contrapartida, no sólo un descenso general de los niveles, que en el Campo de Níjar ha sido del orden de los 70 cm. anuales, sino también el agotamiento de los acuíferos más someros.

Se llegó así a la ineludible obligación, por parte de la Administración, de ordenar tales recursos subterráneos, tratando de evitar se llegase a romper de modo irreparable, con las consiguientes consecuencias socio-económicas, el equilibrio que, en su caso extremo, debe existir entre la demanda y tales recursos hidráulicos.

En vista del ya citado alarmante descenso de los niveles del Campo de Níjar, así como de la continuada ejecución de sondeos, que podrían dañar la economía de la zona en la proporción de la gran inversión realizada no sólo por Estado, a través del Instituto Nacional de Colonización, sino también por la iniciativa privada, se redactó y aprobó por la Administración, en 1971, el *Proyecto de Ordenación de los Recursos Hidráulicos del Campo de Níjar*. En este proyecto, que tenía un año de plazo para su realización, intervinieron el Ministerio de Industria, que, a través del Instituto Geológico, llevó su dirección; el Ministerio de Agricultura, que, a través del Instituto Nacional de Colonización, puso los medios para la realización de los sondeos de investigación, además de prestar sus valiosos conocimientos sobre el tema, y la Empresa Nacional Adaro, que fue la ejecutora material del mismo.

Fue objetivo fundamental de este proyecto prever las modalidades económicas de explotación del Campo de Níjar. Ello implicó necesariamente realizar una serie de estudios previos de base.

Estas informaciones de base se referían a:

— Los parámetros físicos de los acuíferos (T. S., etcétera).

— Las estructuras de los sistemas acuíferos.

— La distribución en el espacio y su evolución en el tiempo de los niveles piezométricos y de las características físico-químicas de las aguas.

— Las explotaciones antiguas y actuales.

Para ello era necesario disponer de:

— Documentación sobre los estudios y trabajos anteriores al proyecto y

— Documentación sobre los trabajos en curso a la hora de realizarlo.

Además había que realizar:

— Reconocimientos hidrogeológicos sobre el terreno (inventario exhaustivo, medición de caudales, observaciones geológicas, topográficas, piezométricas, hidrométricas, químicas, etc.).

— Trabajos de reconocimiento y prospección geofísica, seguidos de perforaciones, con su correspondiente control litológico e hidrogeológico, para poder correlacionar las medidas geofísicas con la naturaleza litológica de los terrenos atravesados. Posteriormente, bombeos de ensayo en esas perforaciones y en las ya existentes.

El examen del conjunto de datos así obtenidos para analizar el comportamiento local de un acuífero sometido a perturbaciones, bombeos y drenajes, nos permitiría diseñar un esquema correcto del acuífero en cuestión, pero la explotación de los recursos hidráulicos ofrecidos por un sistema acuífero, como era el caso del Campo de Níjar, requería, indudablemente, un conocimiento lo más exacto posible de la alimentación y drenaje del sistema acuífero.

Era imprescindible, por tanto, poder definir unas condiciones en los límites, lo cual sólo era posible suponiendo una serie de hipótesis. La práctica nos enseña que, aunque pueden hacerse previsiones muy valederas, directamente por un especialista en hidrogeología, cuando se trata de determinar el comportamiento de un acuífero poco heterogéneo, de forma geométrica simple, aislado de otros y sin complejidad, no obstante, cuando no se cumplen esas condiciones, hay que recurrir a los métodos de simulación (modelos matemáticos o analógicos).

La complejidad del Campo de Níjar, supuesta a la hora de redactar el proyecto, gracias al amplio conocimiento que se tenía de la zona, y confirmada a medida que se fue desarrollando, nos movió a considerar como fundamental la realización final de un modelo de simulación, que fuese, en definitiva, el reflejo más exacto de la cuenca hidráulica subterránea de dicho Campo.

2. TRABAJOS REALIZADOS.

Se consideró como zona de estudio la correspondiente a la cuenca hidrográfica de la rambla de Morales, cuenca que engloba a la cuenca subterránea

(*) Instituto Geológico y Minero de España.

(**) Empresa Nacional Adaro de Investigaciones Mineras.

(***) Empresa Nacional Adaro de Investigaciones Mineras.

del Campo de Níjar. Esta zona queda dentro de los límites comprendidos por las hojas topográficas, escala 1:50.000, números 1.045, 1.046, 1.059 y 1.060.

2.1. GEOLOGÍA.

Se realizó una cartografía de detalle del ámbito de la zona considerada.

Esta zona se encuentra en plenas cordilleras bética y su superficie está recubierta por materiales de la unidad bética s. s.

Estratigráficamente fueron determinados los tramos siguientes:

1.1.1. *Materiales preorogénicos.*

2.1.1.1. Paleozoico.

Núcleo de la S.^a de Alhamilla y constituido por pizarras, esquistos, cuarcitas y filitas (launas) versicolores.

2.1.1.2. Triásico.

Se encuentra en los flancos Norte y Sur del anticlinal de S.^a Alhamilla, presentándose en facies alpina. Está constituido por dos formaciones con distinto comportamiento hidráulico. La inferior la forman unas calizas amarillentas, con aspecto hojoso, que, superiormente, van evolucionando a unas calizas y dolomías masivas, de potencia variable, que presentan fenómenos de disolución y que constituyen el tramo superior de la serie triásica.

2.1.2. *Materiales postorogénicos.*

2.1.2.1. Mioceno.

Consideradas como miocénicas se han encontrado y diferenciado, de abajo arriba, las formaciones siguientes:

1.^a "Conglomerados de base", formación transgresiva, discordante sobre los niveles anteterciarios y constituida por cantos poligénicos.

2.^a "Margas 1", formación esencialmente margosa, con intercalaciones de areniscas.

3.^a "Maciños 1", alternancia de margas y calizas areniscosas o conglomeráticas.

4.^a "Margas 2", formación margosa con intercalaciones de bancos areniscosos o de yeso.

5.^a "Maciños 2", formación flyschoides de margas alternando con bancos de caliza areniscosa o conglomerática.

6.^a "Margas 3", margas con niveles areniscosos y bancos de yeso.

7.^a "Yeso espejuelo", formación de yesos cristalinos con margas blanquecinas o grises, yesíferas.

8.^a "Sorbas", conjunto margo-calcáreo, con intercalaciones de areniscas y conglomerados.

9.^a "Vicar", calizas areniscosas o conglomeráticas. En el techo de esta formación aparecen unas calizas ligeramente dolomíticas, muy cavernosas.

2.1.2.2. Plio-cuaternario.

Sin criterio para diferenciarlas, se consideraron como de ese conjunto a las formaciones siguientes:

1.^a "Formación Campo de Níjar", constituida por margas o arenas en la base y, superiormente, niveles conglomeráticos, poligénicos, con intercalaciones lenticulares de arcilla.

2.^a "Formaciones recientes", constituidas por gravas, arenas, limos, conglomerados y arcillas.

La potencia total de los materiales postorogénicos y del plio-cuaternario llega a alcanzar, en el Campo de Níjar, unos 550 metros.

2.1.3. *Rocas ígneas.*

El límite oriental del Campo lo forma La Serrata, estando constituida ésta por materiales volcánicos, cuyas manifestaciones se produjeron durante el Terciario y Cuaternario.

2.1.4. *Tectónica.*

Las cuencas intramontañosas o depresiones terciarias corresponden, por lo general, a las cubetas sinclinales y fosas tectónicas del dominio bético; tal es el caso del Campo de Níjar.

2.2. GEOFÍSICA.

Los trabajos de geofísica tuvieron como fin determinar la naturaleza litológica y profundidad de los diversos conjuntos que integran el subsuelo de la zona investigada, algunos de los cuales constituyen los acuíferos terciarios y cuaternarios de

Campo ("Vicar" y "Sorbas", además del plio-cuaternario considerado en su conjunto).

Se realizaron 96 S. E. V., distribuidos en 10 perfiles, que abarcaron todo el Campo, de Norte a Sur y de Este a Oeste.

Sobre tres de esos perfiles se superpusieron calicatas eléctricas (C. E.).

Entre las conclusiones obtenidas destacamos la presencia de dos fallas, ambas terciarias, paralelas a S.^a Alhamilla y La Serrata, fallas que dividen al Campo en tres bloques, que, desde el punto de vista hidrogeológico, no son del todo independientes entre sí.

La geofísica, conjuntamente con las conclusiones sacadas de los sondeos de investigación y del inventario realizado, sirvió para obtener un esquema detallado de la geometría del sistema acuífero del Campo.

2.3. TESTIFICACIÓN DE SONDEOS.

Se realizó ésta en los sondeos de investigación efectuados por el IRYDA en los puntos señalados por el proyecto (Jabonero I, Ramaya I y Chumbo I), teniendo como fin primordial la obtención de los máximos datos hidrogeológicos de los acuíferos atravesados.

También fueron testificados dos sondeos en la zona de El Barranquete, al sur del Campo de Níjar, con vistas a concretar las condiciones del modelo matemático en esta zona de salida del conjunto de las aguas de la cubeta, tanto subterráneas como las eventuales superficiales.

2.4. ESTADÍSTICA HIDROGEOLOGICA.

Fue realizado un inventario sistemático y exhaustivo de todos los puntos de agua existentes, con un total de 270 puntos acuíferos inventariados, de los que 28 correspondieron a manantiales, 67 a pozos y 175 a sondeos.

De ellos se seleccionaron 170 para constituir una red táctica de control, tanto de los niveles como de las calidades químicas del agua, por lo que fueron, a su vez, debidamente nivelados.

En esta red táctica de control se tomaron medidas de nivel piezométrico en las fechas siguientes:

Primavera 1971.

11 Julio 1971..

Agosto 1971.

28 Septiembre 1971.

29 Octubre 1971.

Noviembre 1971.

Diciembre 1971.

Enero 1971.

con las que se dibujaron los correspondientes mapas de isopiezas.

Previamente a la toma de niveles se solicitó de los usuarios tuviesen, desde varios días antes, parada la extracción.

Como resultado del inventario y del posterior control se llegó a las siguientes conclusiones:

1.^a La zona central del Campo, controlada por el IRYDA, es la de mayor concentración de puntos acuíferos, oscilando los caudales extraídos entre los 30-80 litros/segundo por punto.

2.^a Destacan los sondeos situados en las dolomías de S.^a Alhamilla, con profundidades de obra comprendidas entre los 100-150 m. y caudales del orden de los 100 litros/segundo.

3.^a Otra zona de concentración de pozos es la de El Barranquete, zona de drenaje natural de la cuenca, con profundidades de obra inferiores a 100 metros y caudales comprendidos entre 30-80 litros por segundo.

4.^a Entre los manantiales destacan los existentes en el borde sur de S.^a Alhamilla, con caudales que varían según la pluviometría a lo largo del año (8-15 litros/segundo).

Acabado el estudio del Campo de Níjar se ha seguido, no obstante, con su control, por lo que ha podido constatarse la continuación de nuevas obras de captación, superando ya éstas el número de 50.

También, como fin del inventario, han sido dibujados mapas de isoprofundidad de obra y de isoprofundidad del agua.

2.5. SONDEOS DE INVESTIGACIÓN.

Como ya dijimos, fueron realizados por el IRYDA a petición de la dirección del proyecto.

1.º *Sondeo RAMAYA I.*

Situado al NW del Campo de Níjar, su realización tenía como fin la determinación de los posibles acuíferos intercalados en las series terciarias y mesozoicas y, como consecuencia, ver si por esta zona existía una recarga lateral subterránea.

Este sondeo, de 645 metros de profundidad, pasó directamente del terciario a la filitas del paleozoico (metro 550).

Realizado a rotación con circulación de lodos, se observaron pérdidas de éstos entre los 70 y 80 metros, y a los 94 metros, pero no correspondieron a verdaderos acuíferos. Hidrogeológicamente, por tanto, debía existir en esta zona una frontera de flujo nulo.

2.º *Sondeo CHUMBO I.*

Realizado para determinar la conexión hidrogeológica entre el Trías y el Terciario, fue situado entre el borde Sur de la S.^a Alhamilla y la falla paralela a ese borde y próximo a ella.

Entre los 342-355 metros se atravesó un nivel de conglomerados, pasando directamente a las filitas paleozoicas. El nivel de conglomerados resultó ser un acuífero de cierta importancia, cuyo nivel piezométrico quedó a 15 metros del emboquillado de la perforación.

Dada la naturaleza litológica de los terrenos atravesados superiormente, es indudable que deben existir otros acuíferos, superiores al ya señalado, pero dado el sistema de perforación utilizado, rotación con circulación de lodos, quedaron en cierta medida enmascarados. Esto quedó confirmado por la posterior testificación realizada.

3.º *Sondeo JABONERO I.*

Realizado al Sur de la falla anterior, tenía como fin primordial determinar si la mencionada falla podría llegar a constituir una barrera impermeable.

Este sondeo, poco después de atravesar el Terciario, cortó las dolomías triásicas entre los metros 323 y 330. A partir de aquí aparecieron las filitas paleozoicas.

Además del acuífero correspondiente a las dolomías triásicas, se determinaron los correspondientes a "Vicar", entre los metros 94 y 128, y los correspondientes a "Sorbas", entre los metros 146 y 188. El nivel piezométrico del conjunto de los acuíferos

quedó a 89 metros de la superficie del terreno en ese punto.

De la información extraída del conjunto de ambos sondeos, Chumbo y Jabonero, se llegó a la importante conclusión de la existencia de una recarga lateral subterránea en esa zona, de S.^a Alhamilla, hacia el Campo de Níjar, sin que la falla detectada por la geofísica llegase a constituir una barrera impermeable.

2.6. PIEZOMETRÍA.

El objetivo de las medidas del nivel piezométrico en las fechas ya señaladas, en los pozos seccionados con este fin, consistía en proporcionar los máximos datos para ajustar el modelo matemático.

Del estudio de los mapas de isopiezas se dedujeron las conclusiones siguientes:

1.^a Fueron definidas dos zonas de recarga lateral subterránea hacia el Campo. Uno, en la zona del pueblo de Níjar, con agua procedente de las dolomías triásicas el ponerse en contacto con los niveles permeables de "Vicar" y "Sorbas", y otro al NE del Campo, a través de las propias formaciones terciarias, con agua procedente de la infiltración.

En ambos casos, las condiciones impuestas en los límites para modelo fue, dado que no existían variaciones del nivel piezométrico, la de potencial impuesto.

2.^a La descarga natural del Campo, tanto subterránea como la esporádica superficial, tiene lugar exclusivamente por la zona de El Barranquete.

3.^a Se constataron una serie de anomalías que correspondían a las diversas facetas de la explotación propia del Campo y a la geometría del sistema acuífero del mismo.

2.7. CÁLCULO DE LAS CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS

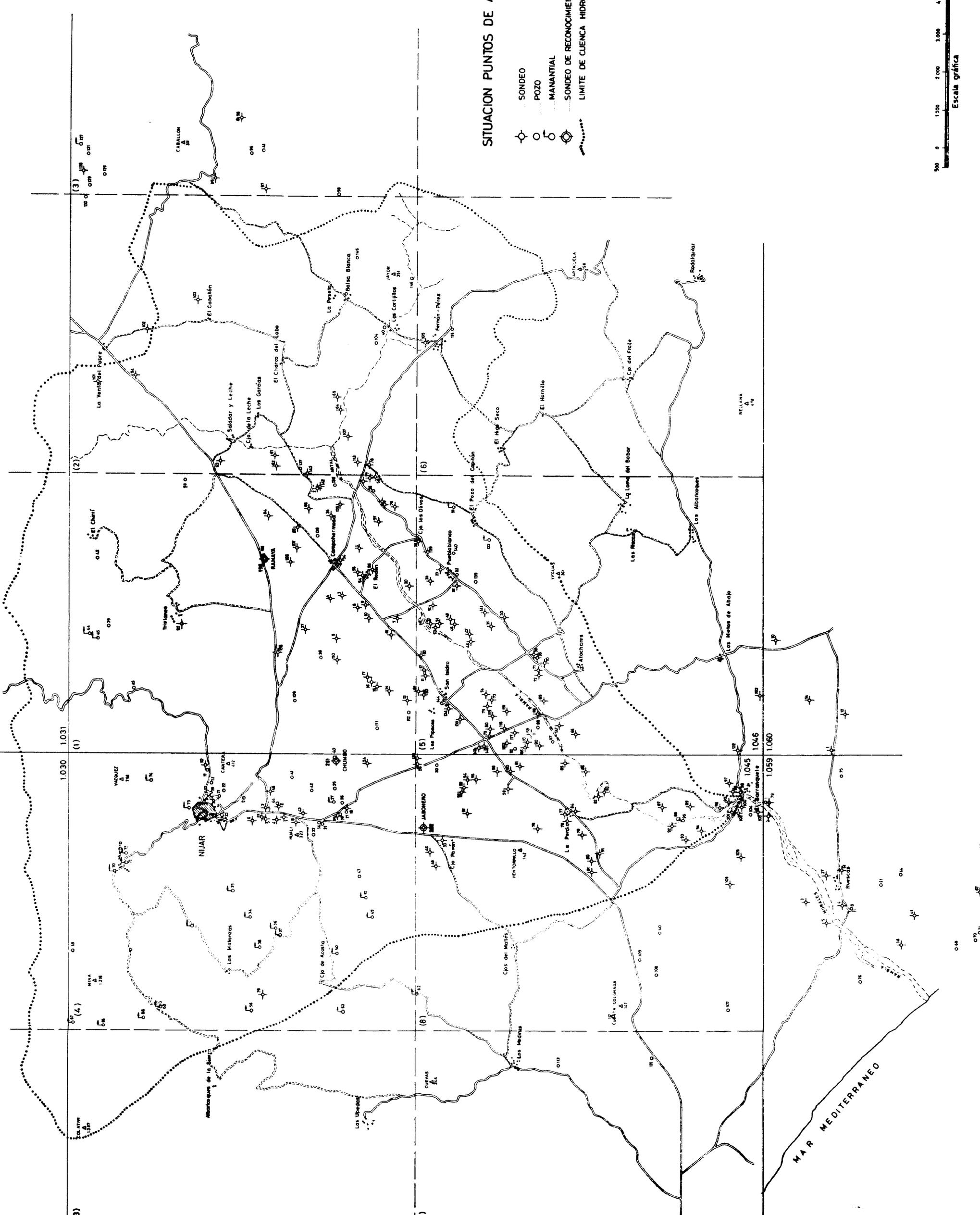
Con el fin de determinar las características hidráulicas de los acuíferos del Campo, se intervinieron los datos de los bombeos de ensayo realizados por el I. N. C. antes de iniciarse el estudio de los programados y realizados por el Proyecto

Para el cálculo de T, S y Qs se utilizó el Método de JACOB.

El I. N. C. realizó bombeos de ensayo en 28

SITUACION PUNTOS DE AGUA

- SONDEO
- POZO
- MANANTIAL
- SONDEO DE RECONOCIMIENTO
- LIMITE DE CUENCA HIDROGRAFICA



zos o sondeos. Del estudio de los datos suministrados por ellos se pudo obtener el valor de Q_s , pero sólo en 20 se pudo obtener el valor de la transmisividad, T .

El propio proyecto realizó 17 bombeos de ensayo con grupos de aforo pertenecientes a Colonización. Con el fin de obtener el valor del coeficiente de almacenamiento, S , en 8 de estos bombeos se utilizaron como piezómetros pozos colindantes, no habiendo sufrido variación de nivel más que 3 de los 21 observados.

Siendo necesario para la construcción del modelo conocer el valor de S en cada malla, no hubo otra solución que determinarlos empleando unas fórmulas experimentales. Citamos la de TISON, que relaciona la porosidad, la compresibilidad del acuífero y S .

2.8. HIDROQUÍMICA.

Siendo el objeto del Proyecto la Ordenación de los Recursos del Campo de Níjar, a través de las conclusiones del modelo, se consideró conveniente indicar y delimitar diferentes zonas del mismo, según la calidad química de las aguas alumbradas o de su evolución en el tiempo, prestando mayor atención a la calidad agrícola. A tal fin se realizaron análisis del 41 por 100 de los puntos acuíferos totales del Campo, adoptando aquí el criterio de ir escogiendo los puntos más representativos de cada sector.

Se tuvieron en cuenta los análisis realizados con anterioridad al Proyecto y se efectuaron tomas de muestras en primavera de 1971 y noviembre del mismo año.

De la observación y estudio de los mapas hidroquímicos (Conductividad - Residuo seco - Cloruros - Sulfatos - Dureza total - Relación rMg/rCa - Diagramas de Stiff - Potabilidad - Calidad agrícola), se dedujeron varias conclusiones, entre las que destacamos:

1.ª El agua alumbrada en las dolomías triásicas de S.ª Alhamilla es de buena calidad y con un cierto predominio de Mg y CO_2H .

2.ª La alimentación lateral del Campo, con las aguas subterráneas de S.ª Alhamilla, queda patente por el alto contenido en Mg^{++} de las aguas de los pozos y sondeos que explotan los niveles terciarios.

3.ª La calidad de estas aguas va empeorando a

medida que nos alejamos de la zona de recarga lateral, aumentando hacia La Serrata la concentración de Cl y Na .

4.ª Se observa una degradación del agua en las proximidades de La Serrata.

5.ª La calidad agrícola del agua, salvo en los pozos profundizados en las dolomías, es mediocre.

6.ª La potabilidad es buena en la zona de las dolomías, pasando por pasable, mediocre y mala desde S.ª Alhamilla hasta La Serrata.

7.ª Comparando los resultados de los análisis realizados en el período que va desde diciembre de 1969 a primavera de 1971, se observa un empeoramiento sensible en la calidad de agua.

Una explicación lógica de esta circunstancia, anormal en apariencia, es que puede ser debida a la puesta en explotación del acuífero inferior de "Sorbas", cuya calidad, debido a la presencia de yesos infrayacentes, es francamente mala. A través de las mismas perforaciones, en las que no se tomaron medidas de aislamiento, se pusieron en contacto con las aguas de "Vicar", que son las que normalmente se explotan en el Campo.

2.9. CLIMATOLOGÍA Y BALANCE HIDRÁULICO.

En esta zona, la insolación es máxima, con valores de tres mil a seis mil horas de sol al año, siendo, a su vez, la nubosidad mínima de España, con treinta y cinco días cubiertos al año de media.

2.9.1. Pluviometría.

Las variaciones pluviométricas no es raro que sean extremadas, dándose la circunstancia de que la precipitación en un determinado día supere a la del resto del año.

Dentro de la cuenca a la que pertenece el Campo de Níjar, existen tres estaciones: Níjar-Colativí-El Jalí, de las que las dos primeras son termoplumiométricas. Las medidas realizadas o consultadas se han efectuado, además, en las de Fernán-Pérez, Cabo de Gata, Carboneras, Mesa Roldán, Rodalquilar y Almería, con observaciones que varían entre los dos y cinco años.

2.9.2. Evapotranspiración.

La evapotranspiración real, ETR, ha sido calculada a partir de la potencial, ETP, según la fór-

mula de THORNTHWAITE, utilizando las observaciones de las estaciones de Níjar, Colativí y El Jalí, con un máximo de cinco años de observación.

Los resultados quedan reflejados en el siguiente cuadro:

Estación de Colativí (Coeficiente de retención, R=50):

P	ETP	ETR	ESC	Hum.
377,5	729,5	229,5	143,5	4,5
		60,8 %	38,0 %	1,2 %

Estación de Níjar:

1) R=50.

P	ETP	ETR	ESC	Hum.
282,2	845,9	236,6	38,7	7
		83,8 %	13,7 %	2,5 %

2) R=75.

P	ETP	ETR	ESC	Hum.
282,2	845,9	249,5	23,4	9,3
		88,4 %	8,3 %	3,3 %

Estación de El Jalí (R=75):

P	ETP	ETR	ESC	Hum.
254	879,2	217,5	21	16
		85,5 %	8,5 %	6 %

2.9.3. Recursos.

La lluvia utilizable viene dada por la fórmula:

Lluvia utilizable = Precipitación - Evapotranspiración real

Por tanto se obtuvieron los siguientes valores:

Colativí: 143,5 mm. = 38,0 % de P.

Níjar: 38,6 mm. = 13,6 % de P; 23,4 mm. = 8,3 % de P (en las zonas margosas).

El Jalí: 21,0 mm. = 8,0 % de P.

Estos valores incluyen el conjunto de las escorrentías superficial y subterránea.

2.9.4. Balance hidráulico.

Consistiendo en la resolución de la ecuación:

Entradas - Salidas = Variación de la reserva
fueron cuantificadas esas entradas y salidas, para lo cual se consideraron como:

1.º Entradas:

- 1) Precipitación-Evapotranspiración.
- 2) Percolación de regadíos y manantiales.
- 3) Alimentación lateral subterránea.

2.º Salidas:

- 1) Manantiales.
- 2) Bombeos.
- 3) Salidas subterráneas por El Barranquete.

Hacemos notar el hecho de que no existen cursos superficiales continuos en la zona de estudio y que, sólo después de precipitaciones intensas, totalmente irregulares, las ramblas de la cuenca llevan agua, que, normalmente, acaba por infiltrar en las formaciones permeables del Campo. Ocasionalmente, la rambla de Morales ha llevado agua su paso por El Barranquete. Al no existir una estimación de aforo en este punto, no ha podido ser cuantificada esa salida superficial, por lo que no ha podido tenerse en cuenta. No obstante, al ser mínima, no puede influir, de manera decisiva, en los resultados obtenidos.

2.9.4.1. Cálculo de los términos anteriores.

1.º Precipitación-Evapotranspiración.

Teniendo en cuenta el radio de influencia de las tres estaciones consideradas (5.700 Ha., 17.700 Ha. y 5.600 Ha., respectivamente) y la lluvia utilizada calculada para cada una de ellas (143,5 mm. 38,6 mm. y 21 mm.), se obtuvieron los valores siguientes:

$$8,2 \text{ Hm.}^3 + 6,8 \text{ Hm.}^3 + 1,2 \text{ Hm.}^3 = 16 \text{ Hm.}^3/\text{año, aproximadamente}$$

2.º Percolación de regadíos y manantiales.

Se consideró una infiltración del 10 por 1 de la lluvia proveniente de los regadíos y manantiales. Ello supone, aproximadamente: 2 Hm.³/año.

3.º Alimentación lateral subterránea.

La recarga lateral por las aguas del acuífero del tipo lómico de S.^a Alhambilla, al no tener éstas salida que el propio Campo, fue ya contabilizada en el apartado 1.º

La alimentación lateral subterránea, a través de las formaciones terciarias del límite NE del Campo, fue puesta de manifiesto por los mapas de i

piezas halladas. Su cálculo directo era muy difícil, por lo que fue el propio modelo, al ajustar las transmisividades, y los gradientes hidráulicos dibujados, el camino seguido para su cálculo, estimándose en: 4-6 Hm.³/año.

4.º Manantiales.

De los aforos realizados en épocas de lluvia y estiaje se obtuvo un caudal medio aproximado de: 1-3 Hm.³/año.

5.º Bombeos.

Para su cálculo se partió de los coeficientes agrícolas proporcionados por el I. N. C., 0,6 l./seg./Ha. para cultivos en general y 0,3 l./seg./Ha. para parras, tomando como valor medio 0,2 l./seg./Ha.

Siendo la estimación de hectáreas regadas en el Campo del orden de 2.500 a 3.000, los bombeos se cuantificaron en: 16-19 Hm.³/año.

6.º Salidas subterráneas por El Barranquete.

Se calcularon a partir de las isopiezas aplicando la ley de Darcy ($Q = T \times I \times i$), promediándose los resultados de los cuatro mapas de isopiezas obtenidos. Se cuantificó, aproximadamente, en: 6-7 Hm.³/año

2.9.4.2. Resumen del balance hidráulico.

Entradas	22 a 24 Hm. ³ /año
Salidas	23 a 29 Hm. ³ /año

El balance hidráulico así obtenido, tal como fue planteada su resolución, es solamente válido como un medio de estimación, llegándose al resultado de que entradas y salidas eran del mismo orden en septiembre de 1971.

2.10. MODELO MATEMÁTICO.

El modelo matemático del sistema hidrogeológico del Campo de Níjar presentaba los siguientes objetivos:

Fase de identificación

Verificar la compatibilidad de los datos de terreno obtenidos.

— Extender hasta los límites del modelo el conocimiento de las características hidrogeológicas del sistema.

— Resolver si se había llegado a un régimen permanente en septiembre de 1971 o, por el contrario, seguirían descendiendo los niveles de persistir las explotaciones de 1971.

Fase de previsión

— Determinar para cualquier fecha y zona la modificación de niveles piezométricos, provocada por cualquier variación de las condiciones de extracción y de alimentación o de ambas.

Los límites del modelo fueron elegidos de manera a obtener una máxima identificación entre fronteras simuladas y fronteras hidrogeológicas existentes en el terreno y un máximo alejamiento de la zona a estudiar. Los límites están constituidos por fronteras a flujo nulo, entre las que cabe distinguir límites impermeables naturales y, en pequeña proporción, líneas de corriente y por fronteras a potencial impuesto.

Durante el período escogido para la fase de identificación ha sido comprobado que las fronteras adoptadas no han sufrido modificación alguna y reflejan fielmente el fenómeno natural. Diversas consideraciones hidráulicas y geológicas permiten depositar un alto grado de confianza en la conservación de los mismos límites para la fase de previsión.

La irregular distribución de la información y los fuertes contrastes de transmisividad y gradientes aconsejaron el empleo de mallas variables para simular el sistema del Campo de Níjar. La talla de cada malla se escogió en función de la densidad de información, de los contrastes de transmisividad, gradiente y almacenamiento, y de la precisión deseada en las distintas zonas. El dominio fue discretizado en 643 mallas, de las cuales 551 eran de trabajo, correspondiendo el resto a condiciones en los límites.

Las ecuaciones representativas del sistema fueron resueltas en un ordenador IBM 360-40, por el método de sobrerrelajación por puntos (PSO), adaptado al caso de diferencias finitas con malla variable. Para la simulación del régimen transitorio se adoptaron los métodos explícitos y explícito-implícito, discretizando el tiempo en intervalos crecientes en función del paso de tiempo crítico del sistema.

El modelo del Campo de Níjar fue calado sobre la porción de historial bien conocido de niveles que

presentaba mayores garantías de fiabilidad de los datos disponibles, es decir, niveles piezométricos medidos con precisión en un mismo día y tras la máxima parada posible de las explotaciones, buen conocimiento de los caudales de extracción, y período seco durante el cual los caudales de infiltración, de conocimiento particularmente difícil, tienen poca importancia.

Estas garantías concurrían plenamente en el período 11 de julio-28 de septiembre de 1971, y parcialmente en el período 28 de septiembre-29 de octubre. La falta de exactitud en las declaraciones de los usuarios respecto a los caudales extraídos posteriormente a esta fecha impedía extender más la duración del período de calaje.

Antes de proceder a simulación alguna fue realizado un minucioso estudio de los datos de todos los puntos de agua contenidos en el recinto del modelo, que dio lugar a un filtrado numérico del mapa inicial, del 11 de julio, y a la conservación, para el calaje del modelo, de los valores de 57 sondeos y pozos, que, por presentar mayor grado de fiabilidad, se consideraron más representativos de la piezometría del 28 de septiembre.

A partir de los datos disponibles de transmisividades, coeficientes de almacenamiento, niveles e infiltraciones se simuló el régimen transitorio del sistema, desde el 11 de julio al 28 de septiembre, ensayando 35 distintas hipótesis estructurales e hidráulicas, que concernían especialmente a las zonas donde la información era inexistente por carecer de puntos de medida.

Se obtuvo, finalmente, una excelente reconstrucción de la piezometría del 28 de septiembre, hallándose una perfecta concordancia entre valores simulados y medidos en 54 de los 57 puntos de agua conservados para el calaje, los 3 puntos restantes, situados marginalmente, presentando pequeñas diferencias.

La simulación del régimen transitorio entre el 28 de septiembre y el 29 de octubre confirmó el calaje obtenido.

La identificación del sistema ha puesto en evidencia los hechos siguientes:

El manto es muy sensible a las modificaciones de transmisividad, especialmente en la zona dolomítica de Níjar, donde el modelo ha hallado fuertes contrastes de este parámetro.

El mapa total de transmisividad, hallado por identificación, ha confirmado zonalmente los valores calculados en el estudio previo de terreno.

Ha sido confirmada, asimismo, la existencia de una falla al sur de Sierra Alhamilla, y se ha puesto de manifiesto su papel de barrera semitransmisiva.

Al sur de la cuenca hidrográfica ha sido hallado un importante contraste de transmisividades, que fue confirmado posteriormente por un estudio geofísico de conductividades en la misma zona.

Fue estimado el papel de las distintas zonas de alimentación, siendo la zona dolomítica de Níjar la principal responsable del abastecimiento de agua del Campo.

La alimentación procedente de las distintas zonas fue calculada para el final del estiaje, completando y confirmando el balance.

Una vez considerado identificado el sistema, la simulación del régimen permanente correspondiente a los caudales y potenciales impuestos del período julio-septiembre y al mapa de transmisividades hallado, permitió deducir que el sistema del Campo de Níjar se hallaba prácticamente en régimen permanente el 28 de septiembre de 1971 y era capaz al final del período seco, cuando la alimentación es más reducida, de proporcionar el caudal que le solicitaban las explotaciones, sin necesidad de gastar sus reservas, a partir solamente de las alimentaciones que recibía por las fronteras Norte y Nor-este y, en pequeña proporción, por los afloramientos.

Esta conclusión se ve fuertemente apoyada por la gran sensibilidad del modelo a cualquier pequeña variación de los valores locales de transmisividad y por la ausencia en las ecuaciones que definen el régimen permanente, del coeficiente de almacenamiento, parámetro que la corta duración de período de calaje permite conocer con menor precisión.

De mantenerse las condiciones de explotación alimentación de 1971, los niveles variarían a partir del mes de septiembre, al modificarse los caudales de extracción y de alimentación, para volver en septiembre del año siguiente al mismo régimen establecido, constituyendo un régimen cíclico alimentado, que presenta solamente fluctuaciones estacionales.

Fase de previsión

El modelo matemático está preparado para poder calcular en toda fecha y zona el efecto de cualquier modificación de las explotaciones y de la alimentación existentes, o de las nuevas explotaciones q

puedan realizarse. Para ello será necesario estimar cuáles serán los incrementos de caudal que se quieren explotar en cada época, así como las variaciones de alimentación que se quieren suponer.

El número de posibilidades, siendo prácticamente ilimitadas, se ha estimado más juicioso esperar a que el problema se plantee antes de proceder a simulación alguna de este tipo.

A título orientativo se han calculado cuáles serían los descensos finales, producidos al final del estiaje en tres zonas señaladas como de posible aumento del número e intensidad de las explotaciones. Los descensos, siendo proporcionales al caudal de extracción, pueden aplicarse las previsiones realizadas a otras hipótesis de explotación sobre las tres zonas.

Se ha calculado que los descensos finales citados serán prácticamente alcanzados dos o tres años después de la puesta en marcha de las nuevas explotaciones, que se han supuesto seguir la marcha general estacional de las ya existentes en el campo de Níjar.

Un aumento del 20 por 100 sobre el caudal extraído en el campo durante el año 1971, debido a las nuevas explotaciones supuestas, daría lugar a un descenso general de los niveles piezométricos, que en la zona del Barranquete sería teóricamente de 7 a 16 metros según las zonas donde se aplique este incremento de explotación.

También a título orientativo se ha simulado la piezometría que se hubiese obtenido en septiembre de 1971 de haberse bombeado desde julio a septiembre un 20 por 100 y un 40 por 100 más del caudal total realmente extraído en este período, aplicado a las mismas zonas. Con algunas de estas hipótesis se ha observado una fuerte invasión salina en la parte sur del acuífero.

3. CONCLUSIONES.

De la totalidad de los trabajos realizados, en los que se incluyen, por tanto, los de campo, gabinete y modelo matemático, y cuyo resumen hemos expuesto anteriormente, se llegó a las siguientes conclusiones:

- 1.ª Existe un acuífero superior libre, plio-cuaternario, prácticamente agotado en la actualidad.
- 2.ª Existe un sistema acuífero constituido por las calizas y dolomías triásicas de S.ª Alham. la.

Este sistema recarga lateralmente y en profundidad a los niveles permeables de las formaciones "Vicar" y "Sorbas".

La formación "Vicar", acuífero principal del "Sistema Campo de Níjar", está constituida por calizas conglomeráticas, más o menos permeables, intercaladas entre el plio-cuaternario y la formación "Sorbas".

El acuífero de la formación "Sorbas", esencialmente margosa, se compone de niveles de conglomerados poligénicos. Su extensión, dentro de los límites del estudio, no es uniforme, llegando incluso a desaparecer en zonas determinadas, como se puso de manifiesto en los sondeos mecánicos y geofísicos realizados durante la investigación.

El acuífero de "Sorbas" proporciona un agua de mala calidad, inadecuada para fines de riego y de consumo humano. Su puesta en explotación a partir de 1969, poniendo en contacto sus aguas, a través de las mismas perforaciones, con las de "Vicar", dio origen a un empeoramiento zonal de la calidad del conjunto de ambas.

- 3.ª Las calizas y dolomías del TRIAS son un elemento alimentador y regulador del conjunto de los acuíferos TRIAS-VICAR, siendo la formación VICAR el elemento receptor y distribuidor de las aguas que se explotan en el Campo de Níjar, constituyendo el referido conjunto una única unidad desde el punto de vista hidráulico y de explotación.
- 4.ª El sistema acuífero TRIAS-VICAR había alcanzado prácticamente en septiembre de 1971 un REGIMEN PERMANENTE, es decir, un régimen de equilibrio entre las aportaciones, extracciones y salidas.
- 5.ª Las salidas, cuantificadas en 6-7 hm³/año, posibilitan las extracciones, del orden de los 3-4 hm³/año, en la zona comprendida entre El Barranquete y el pueblo de Cabo de Gata, sin que la Interfase sufra modificación.
- 6.ª El modelo de simulación realizado permite determinar, para cualquier fecha y zona, los efectos producidos por una modificación en el régimen de explotación dentro de los límites estudiados por el mismo.

Concretamente, realizadas una serie de hipótesis simuladas en determinadas zonas del

Campo y debido, entre otras cosas, a la gran difusividad del conjunto de acuíferos, que provoca la rápida transmisión de los efectos de cualquier perturbación que sobre ellos se realice, un aumento de sólo el 20 por 100 sobre el caudal extraído en el Campo durante 1971, daría lugar a un descenso general de los niveles piezométricos que, en la zona de El Barranquete, serían como mínimo del orden de los 7-16 metros.

En general esos descensos serían del mismo orden de magnitud que los observados durante el último decenio de explotación.

Dada la actual piezometría de la zona de El Barranquete, un descenso de los niveles del orden de los citados 7-16 metros, traería como consecuencia una profunda invasión marina.

- 7.^a Resumiendo, cualquier aumento de los volúmenes extraídos anualmente por las explotaciones existentes hasta 1.º de octubre de 1971 en el Campo de Níjar, ya sea por un aumento de la potencia instalada o por la puesta en explotación de nuevos pozos, amenazaría peligro para las instalaciones en esa fecha existentes, consideradas tanto individualmente como en conjunto.

Recibido: 5-II-73.

Evolución histórica de los Mapas Geotécnicos en el Mundo

por M. ECHEVARRIA CABALLERO (*)

RESUMEN

El presente trabajo contiene una recopilación, por orden cronológico, de la cartografía geotécnica realizada en diversos países, así como una exposición resumida de los métodos de representación empleados en cada caso.

RESUME

Dans ce travail on se fait une recopilation chronologique de la cartographie géotechnique q'on fait plusieurs pays, ainsi que une exposée resumé de las méthodes employées dans quelques cartes.

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LOS MAPAS GEOTÉCNICOS EN EL MUNDO.

El espacio ambientador se encuentra en íntima conexión con la estructura de la economía y los módulos de vida. La historia es elocuente a este respecto: cuando la infraestructura económica de la sociedad fue esencialmente primaria se daba una distribución espacial centrífuga de la población. A partir de la primera revolución industrial se produjo una alteración radical de los datos económicos y demográficos: la nueva estructura de la producción exigía una concentración de la población en espacios reducidos, originándose consecuentemente concentraciones de población cada vez mayores.

Todos los estudios y teorías elaboradas en torno al desarrollo económico coinciden en situar el espacio en posición central como escenario condicionante de este desarrollo. Este espacio, fijado en un concreto contorno geográfico, va a estar determinado por la incidencia de factores tanto intrínsecos a él mismo (recursos naturales, infraestructura geológica

y de servicios existentes, etc.), como extrínsecos (situación relativa de lugares de producción de materias básicas, mercados, vías de comunicación, focos migratorios, etc.). Los problemas a que de lugar la ordenación de este espacio, así como las exigencias de un desarrollo armónico racional, obligan a un planteamiento del mismo a escala nacional, regional y comercial.

Esta planificación ordenadora posee una doble faceta: la primera, determinativa, de naturaleza económico-social, apuntando a la generación de riqueza industrial y agrícola centrada en una política de desarrollo de la infraestructura y del empleo. La segunda, de naturaleza económico-física, tendiendo a la preparación de suelo industrial y urbano y polarizada en el acondicionamiento y aprovechamiento del marco natural.

El desarrollo experimentado especialmente por la Mecánica de los Suelos desde los comienzos de este siglo, como consecuencia de un planteamiento científico en la definición, explicación y solución de sus problemas, así como la aplicación de sus principios a los problemas de cimentación y de estabilidad, ha permitido no sólo el análisis del binomio suelo-es-

(*) Dr. Ingeniero de Minas. Jefe de la División de Geotécnica del IGME.

estructura, sino también el empleo de unas fuertes cargas que se traducen en una mayor valoración del suelo—mejor aprovechamiento—y en una seguridad creciente, de la que son un ejemplo las atrevidas estructuras actuales. Se convierte en básica, pues, la aplicación de la Geotecnia a la resolución de los problemas planteados por la rotación entre la infraestructura soportante y las estructuras de un desarrollo económico. La eficacia y agilidad de unas planificaciones en la ordenación del suelo, relativas a una promoción económica-social del territorio, dependen de una preparación física del suelo, en la que es decisivo, por supuesto, el conocimiento de sus características geotécnicas. Este conocimiento, en función de aquéllas, llevó a la confección de mapas geotécnicos que almacenasen la documentación brindada por un análisis geomecánico de los suelos.

Con frecuencia, proyectos de construcción realizados sin un conocimiento suficiente de las características geotécnicas y geológicas de la zona en que se han de efectuar, deben sufrir considerables modificaciones en el momento de su ejecución, con el consiguiente aumento de su costo y pérdida de tiempo. En otros casos, las consecuencias son más graves, numerosos accidentes en obras arquitectónicas o de ingeniería se podrían haber evitado, efectuando previamente estudios geológicos y geotécnicos del terreno en que se asentaban.

El Programa Sectorial de Investigación Geotécnica, elaborado por la División de Geotecnia del Instituto Geológico y Minero de España, obligaba a establecer una metodología para la confección de los Mapas Geotécnicos a distintas escalas.

Con este fin, se ha llevado a cabo un estudio sobre los mapas geotécnicos que se realizan en el mundo, la evolución que han experimentado desde sus comienzos y los fines para los que son confeccionados. Se ha obtenido y consultado cartografía geotécnica de 17 países, entre los que se encuentran Alemania, Rusia, Checoslovaquia, Francia, Yugoslavia, Estados Unidos, Inglaterra, etc.

Los mapas geotécnicos han sufrido una transformación favorable por el empleo de los métodos geostatísticos, desde que los ingenieros y constructores han demostrado una mayor solicitud de la geología ingenieril, debido a la mayor complicación en las técnicas constructivas por las grandes concentraciones urbanas e industriales y por las, cada vez más atrevidas, estructuras concebidas.

La primera cartografía geotécnica, de la que tenemos noticia, apareció, por primera vez en 1913

en Alemania con motivo de la exposición Técnica de la Construcción de Leipzig. En la década de 1920 a 1930, empezaron en Rusia las investigaciones geotécnicas con carácter regional, con motivo del estudio de las condiciones de irrigación de la margen derecha del río Volga, el aprovechamiento de los Valles de Kuban y Terk y la construcción del canal entre el mar Báltico y el Blanco.

El primer estudio geotécnico efectuado en Checoslovaquia del que tenemos noticia, se realizó en 1920. En dicho año, O. Kodym y A. Matevka realizaron un mapa geológico destinado al desarrollo de Praga, a escala 1:12.000.

A partir del año 1932 aparecen en Alemania una serie de mapas, publicados por Stremme y estudiados por Ostendorff que tratan de la geología y la geotecnia de determinadas áreas. En tres mapas se indican las rocas y suelos útiles, las aguas subterráneas y los terrenos de construcción. Estos datos llevan al mapa geotécnico, donde se indica la carga máxima admisible, el contenido en agua y la posibilidad de deslizamientos.

Posteriormente a estos trabajos, entre 1934 y 1938 la Comisión Geotécnica Suiza publicó un mapa geotécnico de Suiza, en cuatro hojas a escala 1:200.000, realizado por Niggli, Gschwind, Winteralter y Quervain. Sobre este mapa estaban representados, de una manera somera, los distintos tipos de rocas que constituyen el subsuelo de Suiza y los lugares de extracción de rocas útiles.

En 1938 Muller publicó un estudio cartográfico del término de Marke, en el que figuraban un mapa de suelos, un mapa de terrenos para construcción, un mapa hidrológico, un mapa de tratamiento de suelos para su mejora y un mapa para planificación. La distinta aptitud para la construcción de los diversos terrenos está representada mediante colores. En el mapa de suelos, cada suelo está representado por un color, indicándose además sus propiedades, morfológicas, físicas y químicas.

Después de la Segunda Guerra Mundial, se efectuaron en la U.R.S.S. estudios de geotecnia regional sobre las bases teóricas propuestas por Popov, Belvi, Sergeev, Golodkocskaya y otros. Se realizaron investigaciones en los valles de los ríos Volga, Kama, Obi, Yenisei, Angara y Amur, así como en los desiertos de Siberia y Asia Central y Oriental. Estos estudios dieron como resultado las características geotécnicas de dichas áreas y permitieron establecer las bases de la geotecnia regional y los métodos de realizar mapas geotécnicos a diferentes escalas.

En la misma época, concretamente en 1947, Zebra expuso en Checoslovaquia su método de representación, de suma importancia en el desarrollo de los mapas geotécnicos, modificado y mejorado posteriormente por Pasek y Rybar.

Pasek y Rybar señalan que un mapa geotécnico es, fundamentalmente, un buen mapa geológico en el que además de indicar la repartición de suelos y rocas en superficie, debe indicarse su repartición vertical en todos los puntos del mapa, hasta una profundidad dada.

Los factores que consideraron al realizar el mapa fueron la morfología, la estabilidad de los terrenos, los datos hidrológicos, las propiedades físicas y mecánicas de suelos y rocas, etc. Pero como no es posible representar estos datos en una sola hoja, el mapa geotécnico fue realizado empleando tres hojas, un fichero de documentación, tablas con resultados numéricos y una memoria.

En el mapa geológico se representaron las formaciones hasta una profundidad de 10 m., tanto el sustrato como las capas superficiales. Los terrenos constituyentes del sustrato se representaron mediante tramas de un color. Diversas tramas permitieron diferenciar las distintas formaciones rocosas según su naturaleza. Como límites entre las formaciones se fijaron los del techo del sustrato. Cuando existían dos formaciones rocosas superpuestas, en los diez metros estudiados, se recurrió a tramas de otro color. Las formaciones superficiales se representaron por zonas coloreadas. A cada tipo de terreno se le dio un color, variando la intensidad en función del espesor. Cuando había varias superpuestas, caso más general, se recurrió al sistema de bandas cruzadas, en el que el color de la banda indica la naturaleza del terreno, y su posición, vertical u horizontal, expresa si se trata de la segunda o tercera formación superficial. La anchura de la banda representa la potencia. Para facilitar la lectura Pasek y Rybar indicaron mediante cifras romanas las zonas de igual espesor de formación.

La segunda hoja contenía el mapa de documentación. En él se señalaron todos los ensayos puntuales que permitieron la realización del mapa geológico.

Por último, en el mapa de divisiones geotécnicas se indican las zonas más o menos aptas para la construcción, distinguiendo mediante distintos colores zonas favorables, aceptables y desfavorables.

El método de representación, ideado por Zebra, y mejorado posteriormente por Pasek y Rybar, pre-

senta el inconveniente de no sobrepasar los 10 m. de profundidad; esto es suficiente la mayoría de las veces, pero otras puede no serlo. Por otra parte, el sistema de bandas cruzadas puede parecer inicialmente complicado y falto de claridad, sin embargo, una vez empleado es fácilmente comprensible y permite resolver el problema de representar sobre un plano horizontal formas superpuestas. No obstante, este método está especialmente indicado para formaciones horizontales, pero cuando se trata de representar capas inclinadas o lentejones de espesor variable y contorno irregular, el método pierde claridad. El mapa de divisiones geotécnicas, por último, está enfocado exclusivamente hacia un problema concreto dentro de la geotecnia: indicar las zonas más o menos aptas para la construcción.

Como veremos más adelante, este sistema de representación, con ligeras modificaciones, se ha empleado y se emplea actualmente en Checoslovaquia, extendiéndose su uso a otros países.

En 1948, otro geotécnico checoslovaquo, Quido Zaruba, realizó el Mapa de suelos de cimentación de la ciudad de Praga, estudiando las características del suelo de dicha zona.

El primer trabajo, de carácter eminentemente geotécnico efectuado en Estados Unidos del que tenemos noticia, es el estudio geológico de la ciudad de Anchorage (Alaska) y sus alrededores, iniciado en 1949.

El informe final incluye un mapa geotécnico a escala 1/63360, gráficos, tablas y un texto en el que se describe la formación superficial sobre la que está edificada Anchorage, el sustrato rocoso, los recursos minerales, los materiales de construcción y los problemas técnicos actuales y futuros, entre los que se señalan características de las cimentaciones, fracturas, heladas, caída de acantilados, desprendimientos, etc.

En esta misma época B. Eckel escribió un trabajo titulado "Interpretación de los mapas geológicos para ingenieros", publicado en 1951, donde analiza la utilidad de los mapas geológicos en los trabajos de ingeniería. Un año después aparece también en EE.UU. un trabajo que gira en torno a la cartografía geotécnica: "Empleo de la foto aérea en mapas para ingeniería civil", escrito por R. D. Miles.

En Alemania, Groschopf presentó en 1951 un nuevo método de representación en su estudio de la región de Ulm, a escala 1:10.000. Los resultados fueron presentados en un mapa geológico en el que los afloramientos se representan por colores y el

sustrato por letras; un mapa de cargas máximas admisibles de los suelos y un mapa indicando las velocidades de asiento. En la misma época, Banz adopta para su mapa geotécnico de Stuttgart una subdivisión en zonas, basada sobre todo en los resultados de los ensayos de mecánica de suelos, examinando las formaciones superficiales desde el punto de vista de su valor técnico para la construcción.

Se representan sobre todo, los valores de las cargas máximas admisibles y de acuerdo con las mismas se divide el área del mapa geotécnico, en terreno bueno, favorable, medio, poco favorable y malo. El mapa geotécnico de la ciudad de Stuttgart tiene el inconveniente de estar realizado exclusivamente para dar soluciones a un problema particular, dentro del amplio campo de la geotecnia. Por otra parte, ignoramos el método de representación empleado, por lo que no podemos juzgar sobre su claridad e idoneidad.

Desde 1950 a 1953 un grupo de geólogos miembros del Instituto Geológico de Checoslovaquia preparó un Mapa de Suelos de cimentación, a escala 1:5.000 para el Plan de Desarrollo de la ciudad de Praga.

En los mismos años, en Alemania, Graupner propone el sistema de 3 mapas, ya utilizados parcialmente por sus antecesores. En los mapas se representan: situación de los trabajos, hidrología y zonas de Construcción. La escala adoptada para los estudios urbanísticos, a nivel de proyecto es, en general, la 1:10.000, aunque para resolver problemas particulares, aconseja la realización de mapas a escala 1:1.000.

En 1956, con motivo de la realización del mapa geotécnico de Gottingen, Gwinner definió la unidad geotécnica como un conjunto de suelos cuyo comportamiento, desde el punto de vista mecánico, es idéntico aunque en el interior de cada unidad puede haber varios tipos de suelos. En cada caso se examinan las condiciones de fundación, la variación de contenido en agua, posibilidades de tratamiento y cargas de trabajo admisibles, lo que lleva a unas unidades geotécnicas de características técnicas determinadas.

El mapa geotécnico de Gwinner está presentado de forma que las unidades geotécnicas aparecen con gran claridad. En la leyenda de los mapas, los datos de carácter físico y mecánico están íntimamente ligados a los geológicos y litológicos, del análisis de ambos surgen las distintas zonas geotécnicas. Esto que, en principio, hace de los mapas de Gwi-

ner un documento especialmente útil, puede hacer perder al mapa sistematización y claridad. Desgraciadamente no disponemos de datos que nos indiquen el método de representación y los símbolos empleados por Gwinner en sus mapas geotécnicos.

Ese mismo año Wamger, Aieper y Hille presentaron en la Escuela Superior de Minas de Freiberg (Alemania) un nuevo procedimiento de representación: sobre un círculo dividido en 12 sectores, correspondientes cada uno a un metro de profundidad, se señalan cuatro sectores correspondientes a las cargas de trabajo admisibles, a distintas profundidades, indicándose también la profundidad de nivel freático. Un círculo de este tipo se dibuja al lado de cada sondeo, permitiendo conocer las características del terreno en ese punto.

Este método de representación, que puede parecer excesivamente artificioso, tiene la ventaja de permitir apreciar inmediatamente una capa susceptible de admitir una carga determinada. Por otra parte, tiene el inconveniente de señalar tan sólo las características en un punto del área y referirse a un problema muy concreto. Como complemento a otros métodos de representación puede ser considerado interesante.

También en 1956 J. Delame, J. Destombes y A. Jeannette realizan el mapa geológico de Casablanca a escala 1:50.000, esencialmente litológico, en el que figuran también las canteras y explotaciones diversas. Los estudios efectuados en laboratorio y consignados en la memoria, permiten señalar las influencias sobre las construcciones de las distintas litologías.

Agotado el mapa geotécnico de Suiza realizado en 1938, la Comisión Geotécnica de este país comenzó en 1956 la preparación de una nueva edición, también a escala 1:200.000. En este mapa se han representado las formaciones superficiales poco o nada coherentes y de espesor muy variable, subdivididas atendiendo a su granulometría y a otras propiedades notables desde un punto de vista técnico. También figura en él el subsuelo rocoso, subdividido atendiendo a la composición, grado de solidificación, esquistosidad, etc.

Dada la escala del mapa, las alternancias de terrenos en áreas reducidas se han agrupado, recurriendo a representar el elemento preponderante.

Para representar en determinados puntos formaciones superficiales o el subsuelo rocoso, ya que en el mapa sólo figura una formación en cada punto, se ha recurrido a criterios arbitrarios. En general, en

las regiones montañosas se han suprimido las formaciones superficiales, representando sólo el subsuelo rocoso.

La leyenda del mapa da también el contenido en cuarzo de los diferentes tipos de roca distinguidos en el mapa, permitiendo determinar el grado de peligro de silicosis que representa la explotación de una roca determinada.

En el mismo mapa en que figuran las formaciones del subsuelo se han indicado, empleando distintos signos, las canteras, graveras, afloramientos de yeso, minas de carbón, minas de hierro y otros minerales, fuentes termales, sondeos efectuados, etc. También se han representado mediante flechas de color rojo, las áreas donde la roca presenta tendencia a deslizarse, indicando la dirección y el sentido del movimiento, y los terrenos originados por deslizamiento.

Acompaña al mapa 1:200.000, en la misma hoja, un mapa de suelos a escala 1:100.000 con una leyenda en la que figuran los apartados siguientes: asociaciones de suelos, componentes importantes, región y clima y rocas de que proceden.

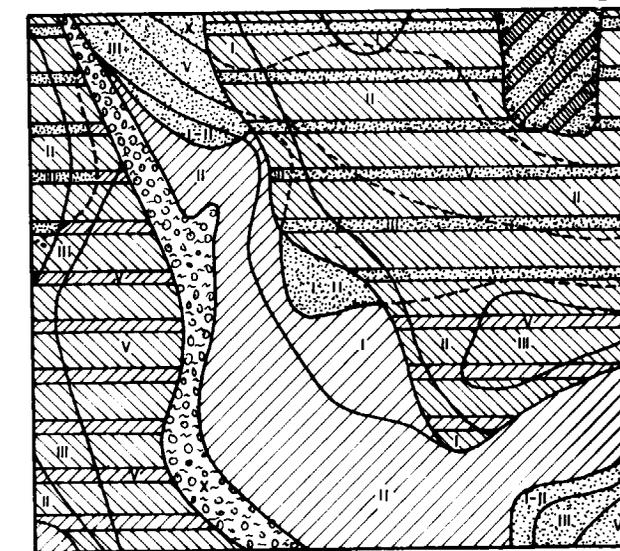
En una memoria se explican los distintos signos empleados en el mapa 1:200.000 y las divisiones de las formaciones superficiales y el subsuelo rocoso.

Teniendo en cuenta su carácter regional y las limitaciones impuestas por la pequeña escala, el mapa geotécnico de Suiza es un mapa muy completo. En especial, se ha cuidado la representación de explotaciones, yacimientos de rocas y minerales, siendo la simbología empleada muy completa. Con frecuencia, el símbolo empleado ocupa sobre el mapa una superficie mucho mayor que lo que pretende representar, lo que impide una localización perfecta; sin embargo, los símbolos empleados son muy claros y no impiden la observación de las formaciones del subsuelo.

La representación de las formaciones superficiales y del subsuelo rocoso presenta los inconvenientes inherentes a la escala empleada. Con frecuencia ha sido necesario agrupar varias formaciones y dar sus características generales. Por otra parte, no figura la potencia de las formaciones representadas y en el caso de varias superpuestas la elección de una de ellas o del subsuelo rocoso, depende de la decisión del realizador del mapa geotécnico. Como ya indicamos anteriormente, ante estos problemas se ha recurrido a decisiones arbitrarias. Tales como no representar en las zonas montañosas las formaciones superficiales. Pese a ello, como mapa indica-

tivo tiene una gran utilidad y presenta una gran calidad.

El método de Pasek y Rybar, expuesto anteriormente y empleado con frecuencia en Checoslovaquia para la realización de mapas geotécnicos, fue mejorado considerablemente en 1959 por R. Simek, profesor de Geología de la Academia de Praga, al



Método de Simek - MAPA DE FORMACIONES SUPERFICIALES

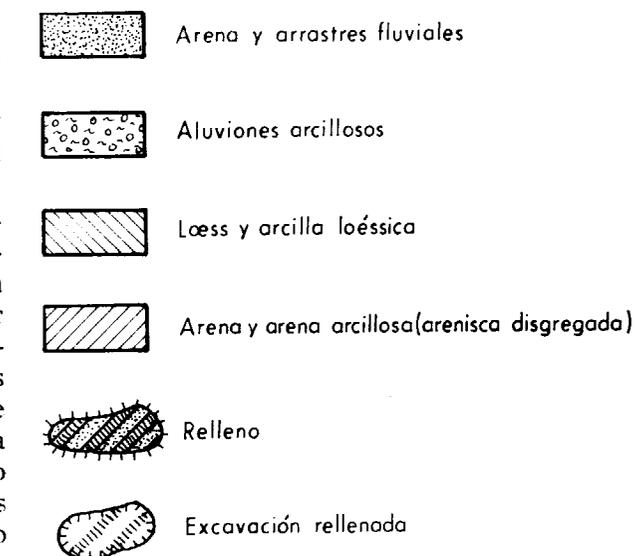
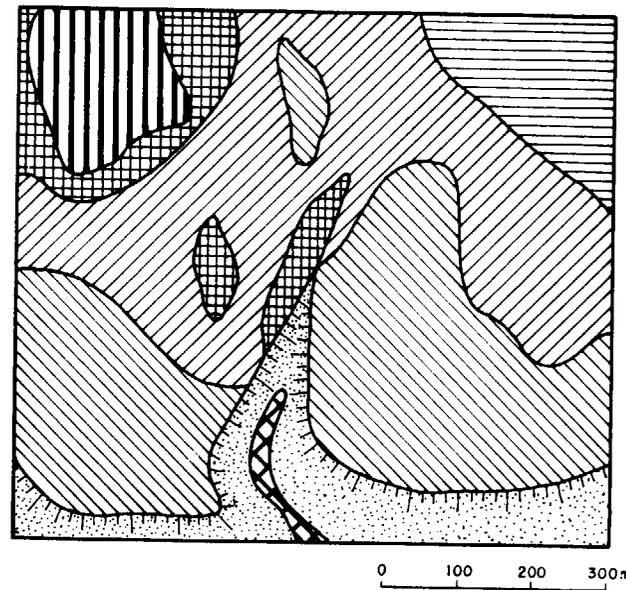


Figura 1

efectuar el mapa a escala 1:5.000 del distrito de Praga. El mapa geotécnico realizado por Simek contiene un mapa geológico, un mapa hidrogeológico, un mapa de documentación, un mapa de inter-



Extracto de un mapa "UNIDADES GEOLOGICAS" por Simek

- Terreno muy favorable
- Terreno favorable
- Terreno utilizable
- Terreno utilizable con reservas
- Terreno a proscribir debido a:
 - Movimientos de tierras
 - Fangos orgánicos
 - Pendientes superiores al 20%

Figura 2

pretación general, fichas y tablas conteniendo los datos numéricos.

En el mapa geológico se indican las formaciones que contiene el sustrato mediante tramas de color

marrón, que están más espaciadas cuanto mejores son las condiciones técnicas del sustrato. Cuando el sustrato se encuentra a más de 10 m. de profundidad las tramas son de trazos discontinuos

Las formaciones superficiales se representan hasta los 10 m. de profundidad mediante el método de las bandas cruzadas, pero empleando bandas de la misma anchura cualquiera que sea el espesor de la capa, lo que no sucedía en el método de Pasek y Rybar; se indican también las curvas de igual espesor y los rellenos en rojo. El espesor de las capas está indicado mediante números romanos y el empleo de bandas inclinadas permite representar hasta cinco formaciones superpuestas, aunque en este caso el mapa pierde claridad.

El mapa hidrogeológico indica la repartición del agua de superficie y las capas subterráneas, su agresividad y la permeabilidad de los terrenos. La profundidad menor a que se encuentra el nivel freático también se representa, así como las curvas de igual profundidad de la capa.

En el mapa de documentación se indican los sondeos, pozos de prospección, etc.

A partir de los datos obtenidos con anterioridad y haciendo intervenir las características morfodinámicas de los suelos se llega al mapa geotécnico, que se realiza para resolver un problema determinado. Para un tipo de cimentación dada se establecen los terrenos muy favorables, favorables, aceptables, utilizables con reservas y terrenos desfavorables. A cada división corresponde un color dado, lo que facilita la utilización del mapa.

Este método, aunque mejorado, es el mismo que emplearon Pasek y Rybar, y se le pueden aplicar las mismas observaciones que indicábamos para el de éstos.

L. Landri, de la Universidad de Besançon realizó el estudio geológico de los problemas de urbanismo del distrito de Montbéliard, en 1964; posteriormente, J. Migayrou realizó el estudio geológico y geotécnico del suelo de Montpellier y J. Martin, el de Besançon. Con estos estudios se examinan los problemas de fundaciones y viabilidad, empleándose la escala 1:5.000 a la 1:10.000.

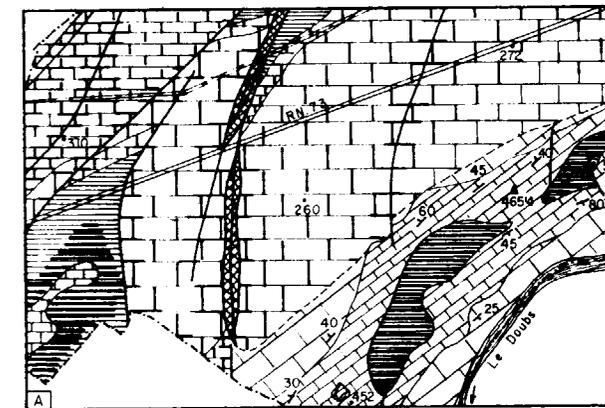
El mapa geotécnico de Besançon ha sido realizado a escala 1:50.000 y consta de tres hojas.

En la primera de ellas se estudia el sustrato de la zona. Mediante distintas tramas se representa la litología de las formaciones del sustrato, indicándose su grado de alteración, estratificación, buzamiento

de las capas y fenómenos tectónicos, en especial fracturas.

En la segunda hoja se representan las formaciones superficiales de más de 0,8 m. de espesor y los fenómenos morfodinámicos. Mediante diversos colores y tramas se representa la litología de las formaciones superficiales, y mediante símbolos, fenómenos morfodinámicos, tales como desprendimientos, taludes verticales, dolinas, deslizamientos, etc. También se indica en esta hoja el sentido de circulación de las aguas subterráneas, mediante flechas.

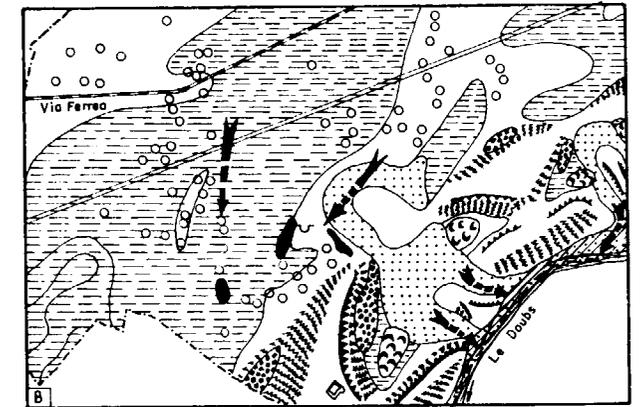
Por último, la tercera hoja contiene el mapa de documentación. En él se indica la situación de los sondeos mecánicos, la situación de los penetrómetros y presiómetros y se dibujan las curvas de igual espesor de las formaciones superficiales. También se representan los resultados de los ensayos geofísicos,



Mapa geotécnico BESANÇON OESTE (1:50 000, aprox)
A. - Sustratum 1,2,3 Caliza subhorizontal

- 1. Macizo, intacto
- 2. Macizo, alterado
- 3. En losas
- Calizas con inclinación de más de 15°
- Marga intacta
- Marga alterada
- Falla simple
- Falla con zona disgregada alterada

Figura 3



Mapa geotécnico BESANÇON OESTE (1:50 000, aprox)
B. - Formaciones superficiales (de 0,80 m. de espesor mínimo) y fenómenos morfodinámicos.

- Arcillas y arcillas con guijarros silíceos
- Aluviones antiguos generalmente limosos y descalcificados
- Aluviones modernos, acuíferos esencialmente calcáreos
- Desprendimientos cryoclásticos
- Desprendimientos de granalla
- Relleno de mala calidad
- Acantilado
- Marga deslizante
- Dolina con fondo arcilloso
- Sentido de la circulación de las aguas subterráneas
- Circulación temporal ascendente, susceptible de perturbar las formaciones superficiales

Figura 4

como curvas de iso resistividad. Los datos obtenidos de los ensayos puntuales y sondeos se señalan en la memoria.

El hecho de dibujar en hojas distintas el sustrato y las formaciones superficiales plantea problemas a la hora de obtener conclusiones del mapa geotécnico. Por otra parte, el mapa no indica la profundidad a que se encuentra el sustrato, la potencia de las formaciones superficiales o, si éstas están super-

puestas, las formaciones más profundas. El método de representación de los fenómenos morfodinámicos es, sin embargo, más completo que en otros mapas geotécnicos.

Por último, el mayor defecto de este método de representación es que, pese a estar enfocado el estudio geotécnico hacia la urbanización de un área dada y olvidar problemas como la perturbación del régimen hidrogeológico o la explotación futura de yacimientos útiles, como consecuencia de representar aisladamente datos hidrogeológicos, del sustrato o de las formaciones superficiales. Falta un mapa especial de "interpretación geotécnica" de los datos representados en los otros mapas.

En Bélgica, se ha iniciado la realización de un mapa geotécnico de los alrededores de Mons, que abarcará una superficie de 320 Km². El estudio ya realizado por G. Debaille y S. Ghiste, comprende una zona de 10 Km². Se han realizado dos mapas a escala 1:5.000 representando uno las capas superficiales y otro las capas del subsuelo. El conjunto de estos dos mapas permite representar hasta siete terrenos superpuestos, con las isopacas de seis de ellos. Estos mapas se complementan con uno topográfico, otro hidrológico y otro de situación de los ensayos, efectuados a la misma escala. El mapa hidrológico muestra los niveles máximos de la capa freática, las marismas, el sentido de circulación de las aguas, los terrenos permeables y los drenajes. Una serie de nueve cortes equidistantes permite hacerse una idea de la dirección de las capas hasta una profundidad de 25 a 100 m. según los datos. Cuando todo el trabajo de la zona de 320 Km² sea efectuado, la escala se reducirá a 1:10.000. A partir de estos mapas se efectuará el mapa geotécnico propiamente dicho, en el que se representarán los terrenos de acuerdo con sus propiedades mecánicas y su aptitud como base para cimentaciones.

En 1965 el Departamento de Geología Aplicada del Bureau de Recherches Géologiques et Minières de Francia, inició la realización, con carácter experimental, de un mapa geotécnico. Se eligió para su realización una zona de 40 Km², situada en la región de Ecouen, al norte de París. Para la presentación de los resultados sirvieron de base los métodos checos indicados con anterioridad, eligiéndose como escala 1:10.000.

Para la presentación de los resultados de este mapa prototipo se han empleado los documentos siguientes:

Un mapa topográfico obtenido a partir de un mapa 1:25.000.

Un mapa de documentación e hidrogeología, en el que se han señalado los sondeos efectuados con o sin ensayos geotécnicos, canteras, excavaciones, datos hidrogeológicos, etc.

Un mapa geológico que consta a su vez de dos mapas: uno de litología del sustrato y otro en el cual se representan las formaciones superficiales indicando su espesor, repartición y superposición de terrenos mediante el método de las bandas cruzadas. Las tintas planas corresponden a la primera formación, las bandas verticales a la segunda y las bandas horizontales a la tercera capa. Se han dejado en blanco aquellas zonas en las que aflora el sustrato.

Por último, un mapa de interpretación geotécnica, sobre el cual se ha distinguido un cierto número de zonas o subzonas cuya aptitud para la construcción es diferente, atendiendo a sus características litológicas, geotécnicas y geomorfológicas.

Además de este mapa experimental, el B.R.G.M. ha realizado, en los últimos años, varios mapas geotécnicos, entre los que podemos señalar el mapa de la región norte de Saint-Etienne (Loire) realizado a escala 1:20.000. Se ha empleado el sistema de bandas para indicar la superposición de terrenos y además se han separado zonas geotécnicas a escala 1:50.000, resumiendo sus características en una tabla. En los mapas de Bourgoin-la-Verpillière (Isère) y Meximieux-la-Valbonne (Ain) se ha empleado el mismo sistema de representación y escala 1:20.000.

El mapa geotécnico de Lille-Sud se ha realizado a escala 1:50.000 y empleando dos hojas superponibles. En una de ellas se indica el espesor probable de los terrenos y la otra es un mapa de documentación.

En el mapa de la zona litoral Nord-Pas-de-Calais, con una superficie de 450 Km² se han estudiado datos de 600 sondeos, empleándose la escala 1:50.000. En el mapa los terrenos han sido agrupados según sus características geotécnicas en buenos, medianos y mediocres.

Por último, el mapa de Tigery-Lieuroint ha sido realizado a escala 1:25.000 y abarca 55 Km². Se han realizado un mapa litológico y un mapa de interpretación que contiene también los datos hidrogeológicos y geomorfológicos.

En junio de 1969 el B.R.G.M. ha publicado un nuevo mapa geotécnico, con carácter experimental. Se trata del mapa geotécnico de la región de Creuil,

que cubre una superficie de 56 Km², realizado a escala 1:20.000.

En el mapa geológico y de documentación se han señalado los pozos, sondeos, canteras, etc. Las formaciones del sustrato se han representado por tramas de color verde, que indican las distintas litologías. Para las formaciones superficiales se ha empleado el sistema de bandas, utilizando tintas de distintos colores e intensidad.

Acompañan a este mapa, en la misma hoja, un mapa hidrogeológico a escala 1:50.000, en el que se señalan las curvas isopiezas de la capa freática, los pozos, los sondeos y su caudal.

En el mapa de fundaciones tipo y sustancias útiles se han considerado diferentes posibilidades de fundaciones, como son cimientos a distinta profundidad, pilotes y zapatas, estableciéndose las cargas máximas admisibles para cada tipo y aquellos tipos que no son recomendables. Se ha indicado también gráficamente el resultado de los ensayos puntuales y delimitado las zonas de calizas, arenas y graveras susceptibles de ser explotadas.

En la misma hoja se ha impreso un mapa de profundidades del nivel freático a escala 1:50.000.

En la memoria se indican las zonas geotécnicas que pueden ser separadas a partir de los datos geotécnicos y geológicos.

Por estar basados directamente en los métodos de representación checos, los mapas del B.R.G.M. presentan en principio las mismas ventajas e inconvenientes de éstos, aunque están mejorados. En particular, en la hoja de Creuil, tanto las formaciones superficiales como el sustrato están prácticamente horizontales, lo que da al mapa geológico una gran claridad, más difícil de conseguir si se tratase de formaciones irregulares y plegadas. La profundidad máxima representable viene dada por el número de formaciones superpuestas, que no puede ser mayor que tres. En los casos más simples se podrá representar gráficamente el subsuelo hasta gran profundidad. Cuando las formaciones superficiales sean de poca potencia y existan varias, la profundidad representable disminuye notablemente.

El mapa geotécnico, que aquí se llama de fundación tipo, está también enfocado hacia la construcción, pero permite el conocimiento de datos concretos y estudia en una misma hoja distintos tipos de fundaciones. No obstante, pese a ser un mapa de carácter experimental y contar con gran número de sondeos en la zona del estudio, es muy frecuente que en extensas áreas no se hayan podido definir las características geotécnicas del terreno.

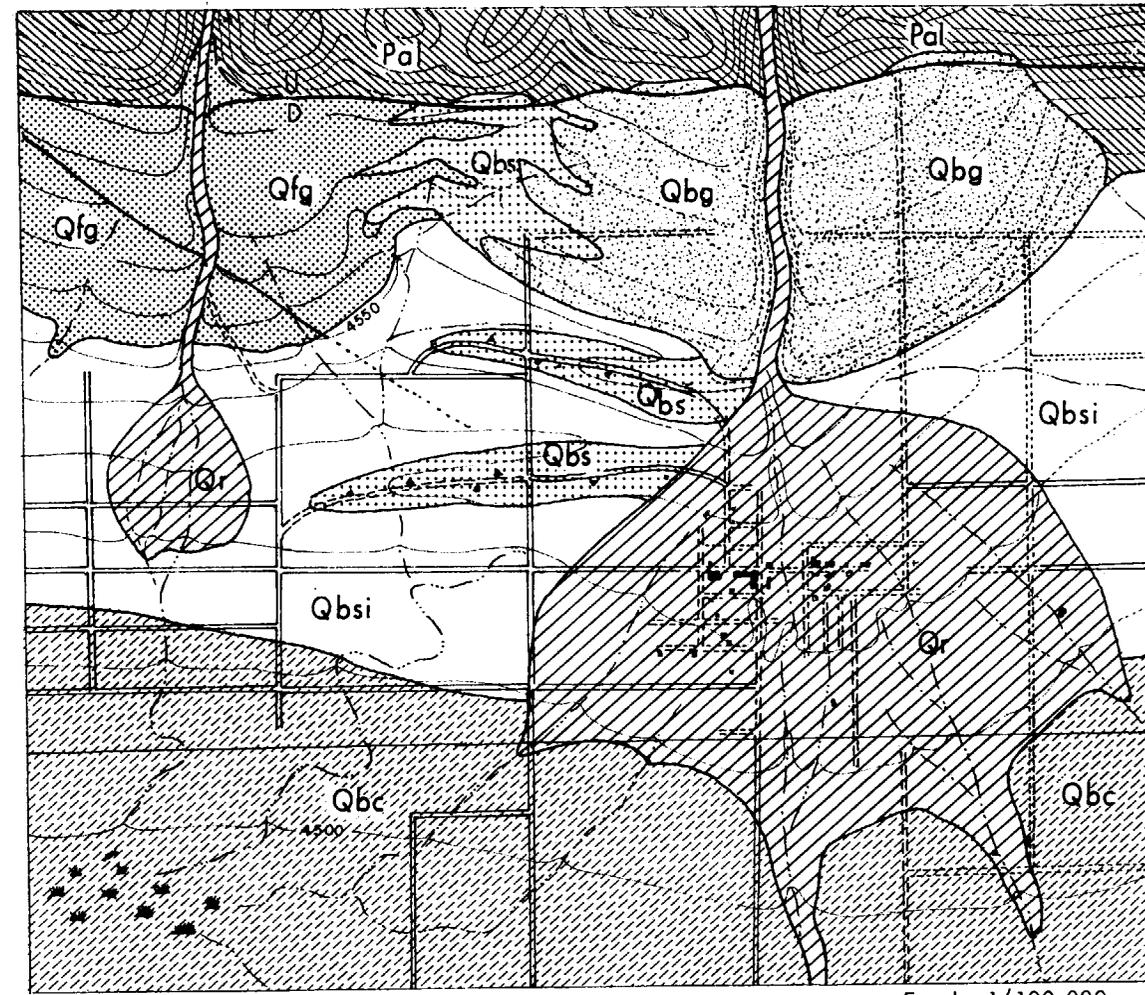
Tenemos pocos datos referentes a los trabajos que sobre cartografía geotécnica se han realizado en Inglaterra. En el volumen XIX de la revista *Géotechnique*, publicado en el año 1969, P. G. Fookes publica un trabajo titulado "Mapas geotécnicos de suelos y rocas sedimentarias con fines técnicos y ejemplos prácticos del proyecto de la presa de Mangla". En la primera parte del artículo Fookes expone de un modo general su concepción de los mapas geotécnicos, indicando las condiciones que deben cumplir y aquellos casos en que son necesarios. En la segunda parte, explica los métodos empleados en el levantamiento de los mapas geotécnicos necesarios para la construcción de la presa de Mangla, en el Pakistán Oriental. La escala empleada para los mapas de estudio fue 1:2.400, y además, se hicieron mapas más detallados y perfiles. Dado que los mapas realizados tenían carácter de proyecto, y otros hicieron incluso al ir avanzando la obra, los métodos que describe y los sistemas de representación aportan muy poco al problema de la representación de datos geotécnicos a escala regional y con fines menos específicos.

En los Estados Unidos son muchas las organizaciones que realizan estudios geotécnicos y urbanísticos. El U. S. Geological Survey está realizando en la actualidad estudios geológicos en diez áreas metropolitanas, entre las que figuran Los Angeles, San Francisco, Boston y Washington D. C. Su finalidad es la preparación de mapas geológicos detallados que den información útil para los planes urbanísticos y de desarrollo. Además se están preparando algunos mapas explicativos y se realizan estudios de problemas geológicos localizados, de gran importancia para las construcciones urbanas.

Los mapas geológicos de las zonas urbanas preparados por el U. S. Geological Survey, se realizan generalmente a escala 1:24.000. Suelen llevar una explicación, un perfil transversal y uno o más cuadros explicativos de las propiedades físicas y técnicas de cada cuadrícula. Algunos tienen también un cuadro explicativo de las características geológicas de las formaciones, llamadas "tabular text" en los que se indican facilidad de excavación, características de los cimientos, estabilidad de los taludes, etc.

El United State Geological Survey ha publicado un ejemplo de mapa geotécnico a escala 1:100.000.

El documento principal es un mapa geológico en el que se separan las formaciones atendiendo a factores litoestratigráficos; se indican, junto a la antigüedad de los terrenos y sus características litológi-



MAPA GEOLOGICO

Escala 1/100.000

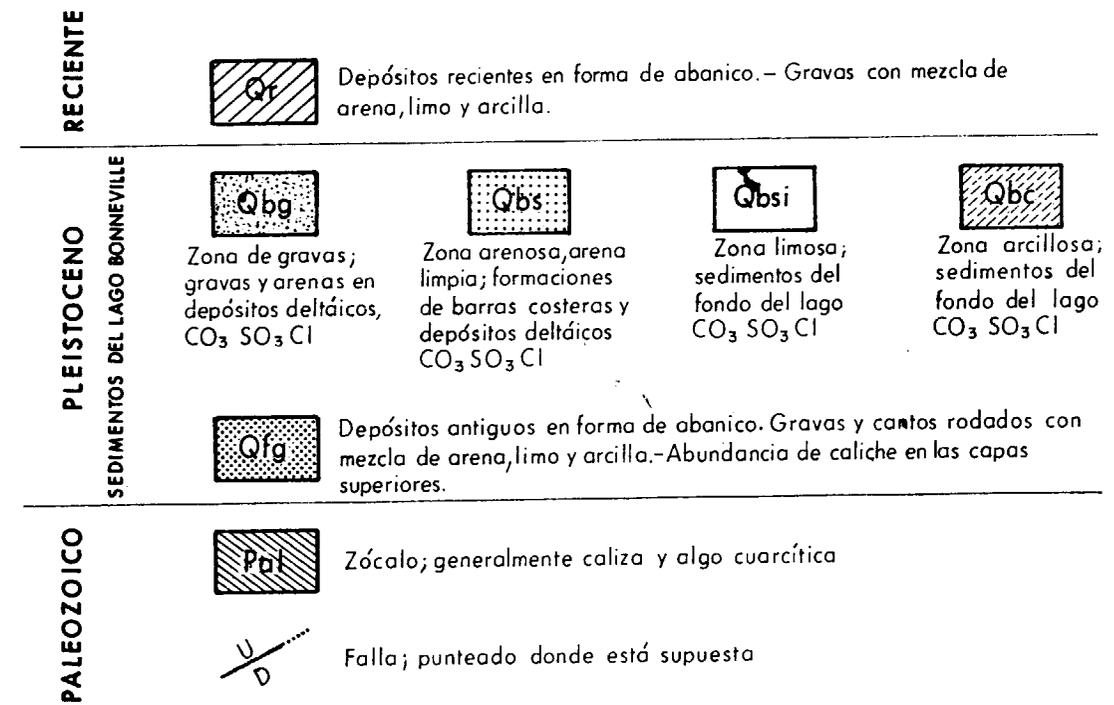


Figura 5

MAPAS GEOTECNICOS. SINTESIS MUNDIAL

PAISES	Organismos encargados de las realizaciones geotécnicas	Años	PAISES	Organismos encargados de las realizaciones geotécnicas	Años	Tendencias en la realización de estudios (mapas) geotécnicos	Años
Alemania	Norges Geosekniske Institutt. Zeitschrift für Angewandte Geologie de Berlin.	1913-1970	Bélgica...	Institut Reine Astrid.	1955-1970	Planos de selección-Estudios regionales. Planos de ordenación-Estudios nacionales.	1970
Rusia...	Normas del COMECON para la realización de mapas geotécnicos.	1913-1970 1951-1970 1957-1970	Suiza...	Comisión Geotécnica Suiza.	1934-1970	Rocas industriales-Sustancias útiles. Planos de ordenación-Estudios nacionales.	1960-1970 1963-1970
Hungría, Polonia y Bulgaria...	Normas del COMECON.	1961-1970	Italia...	Instituto de Geología Aplicada a la Ingeniería de la Universidad de Bari.	1920-1970 1960-1970	Planos constructivos-Estudios específicos. Planos de selección-Estudios regionales.	1964-1970 1965-1970
Yugoslavia...	Normas del COMECON para la realización de mapas útiles a la ingeniería y construcción. Academia de Geología de Praga.	1929-1970 1947-1970 1959-1970 1967-1970	Israel...		19...	Planos para la construcción-Estudios urbanos. Planos de recopilación.	1964-1970 1965-1970
Francia...	BREG. Laboratoire de Ponts et Chaussées.	1945-1970 1963-1970 1967-1970	Estados Unidos.	U. S. Geological Survey (Nación). Servicios de Geología dentro de cada Estado. Departamentos especiales para el desarrollo urbano dentro de cada ciudad.	1949-1970 1952-1970 1958-1970	Planos de selección-Estudios regionales dentro de cada Estado. Técnicas de realización. Planos constructivos-Estudios urbanísticos.	1961-1970 1965-1970 1970
		1965-1970 1969-1970	Canadá...	Geological Survey of Canadá.	1961-1970	Planos de selección-Estudios regionales.	1961-1970
		1961-1970	Inglaterra		1965-1970	Planos de construcción-Obras civiles.	1965-1970
		1965-1970 1969-1970	Australia.		1970	Correlación de la geotécnica y la economía. Planos de ordenación nacional.	1970
		1969-1970	Sudáfrica.		1961-1970	Normas para el aprovechamiento del subsuelo.	1961-1970
		1970	Brasil...		1963-1970	Planos para la construcción-Redes viales.	1963-1970
		1970	Argentina		1969-1970	Planos de selección-Estudios regionales.	1969-1970

MAPAS GEOTECNICOS. SINTESIS MUNDIAL

PAISES	Nombre de los mapas	Escala	Utilidad			PAISES	Nombre de los mapas	Escalas	Utilidad		
Checoslovaquia.	Sinóptico.	1/500.000 1/100.000	Planes territoriales	Construcciones		Yugoslavia..... Polonia...	De clasificación de rocas. Sinópticos. De detalle. Generales. Especiales.	1/500.000 1/100.000 1/25.000	Estudios de desarrollo nacional. Estudios de desarrollo regional. Estudio de zonas específicas.		
				Unidades urbanas	Zonas industriales					Vías de comunicación	Sistemas hidráulicos
				Estudio territorial del país y sus regiones. Planes estatales de distribución del agua. Estudio global del aprovechamiento de los ríos.						Estudio de las inversiones	Planes previos
Rusia....	Básico.	1/50.000 1/25.000	Proyectos locales para cada región.	Estudio de las inversiones		Estados Unidos.	Regionales. Explicativos. Particulares.	1/126.720 1/63.380 1/24.000	Agrupa mapas explicativos por regiones, provincias o municipios. Predicción de fenómenos, naturales o artificiales, con gran economía y rapidez. Atacan problemas específicos: Mapas de taludes; mapas de materiales para la construcción; mapas de características de cimentación; mapas de formaciones superficiales y substrato, y mapas de profundidad de acuíferos. Selección de zonas: zonas de recreo; zonas aptas para la industria, etc.		
				Planes de edificaciones	Planes reducidos					Planes previos	
Rusia....	Detallado.	1/10.000 1/500	Plan general de desarrollo y planes detallados para cada comunidad.	Planes reducidos		Francia...	De exploración. De reconocimiento. De detalle.	1/500.000 1/100.000 1/50.000 1/10.000 1/5.000 1/500	Para grandes conjuntos-Anteproyectos: oleoductos, autopistas y líneas férreas. Establecimiento de criterios de zonahdad. Áreas muy reducidas: Proyectos.		
				Planes de edificaciones	Planes reducidos						
				Planes de ejecución-Diseño de cada estructura.							
Rusia....	Geotécnicos generales. De clasificación geotécnica. Geotécnicos especiales.	1/2.500.000 1/1.000.000 1/500.000 1/200.000 1/50.000 1/25.000 1/10.000 1/500	Planes de ejecución-Diseño de cada estructura.	Planes de edificaciones		Israel.....	De recopilación de datos.		Para planificación urbana-Condiciones geotécnicas. Como documento que recopila todos los datos (geológicos, hidrogeológicos y geotécnicos) existentes. Como suministrador de datos recién obtenidos.		
				Planes de edificaciones	Planes reducidos						
				Planes de ejecución-Diseño de cada estructura.							

MAPA GEOTECNICO NACIONAL: DIVISION

TIPOS DE MAPAS	Escala	Aplicación	PLANIFICACION		UTILIDAD			CONSTRUCCION
			Nacional	Regional	Local	Unidades urbanas	Zonas industriales	
Generales	1/200.000	Nacional Regional	Estudio territorial del país Plan estatal de distribución de agua	Estudios territoriales en cada región	Proyectos locales	Planes previos Expansión urbana Unidades de descongestión rural	Planes previos Promoción de zonas para la implantación de industria	Planes previos Aprovechamiento de un río (integral) Recursos de aguas subterráneas
Básicos	1/25.000	Regional Provincial Urbano	Estudios de desarrollo	Proyectos regionales	Proyectos locales	Planes previos Expansión urbana Unidades de descongestión rural	Planes previos Promoción de zonas para la implantación de industria	Planes previos Aprovechamiento de un río (integral) Recursos de aguas subterráneas
Selectivos	1/5.000	Estudios selectivos en áreas de desarrollo	Estudios de desarrollo	Planes locales de desarrollo Planes comunales de desarrollo	Proyectos locales	Planes previos Expansión urbana Unidades de descongestión rural	Planes reducidos Industria ligera Industria pesada Polos de promoción	Planes reducidos Viabilidad de la red viaria Presas Cerradas Vasos
Específicos	1/2.000	Estudios específicos en zonas selectivas	Estudios de desarrollo	Estudios de desarrollo	Proyectos locales	Planes previos Expansión urbana Unidades de descongestión rural	Planes reducidos Industria ligera Industria pesada Polos de promoción	Planes reducidos Viabilidad de la red viaria Presas Cerradas Vasos

cas, cuál fue su origen y los principales accidentes tectónicos. En el mismo mapa aparece también la red hidrográfica y se representan 125 curvas de nivel.

Un cuadro facilita el empleo del mapa geológico como guía para materiales de construcción. Este cuadro indica el posible uso de los materiales que constituyen las formaciones separadas en el mapa geológico, señalando su facilidad de extracción y otras características.

Con el mismo mapa como base, se indican también las condiciones de excavación y cimentación de las formaciones superficiales. Se indica en este cuadro la litología, drenaje, permeabilidad, facilidad de excavación y características de cimentación de las formaciones separadas en el mapa geológico.

Los problemas derivados de las aguas superficiales, se exponen en un nuevo cuadro; de cada formación, separada en el mapa geológico, se señala la permeabilidad, pendientes, condiciones de escurrimiento, problemas de control de inundaciones, drenaje y canalizaciones.

Por último, otro cuadro permite el empleo del mapa geológico como guía para los problemas de utilización de suelos, indicándose muy someramente las potencias de las distintas formaciones, su granulometría, uniformidad, alternancias, etc.

En la URSS, por último, la realización de los mapas geotécnicos generales se efectúa al mismo tiempo que la de los mapas geológicos y a su misma escala: generalmente 1:200.000, 1:500.000 ó 1:1.000.000, según la importancia económica de la región y el conocimiento de su geología. Ya se ha realizado un mapa geotécnico de toda la URSS, por M. V. Churinov a escala 1:2.500.000. Es un mapa general en el que se ven las regiones, subregiones, distritos y subdistritos.

En resumen, después de la Segunda Guerra Mundial, fue cuando los mapas geotécnicos experimentaron un verdadero auge al emplearse para planificación regional por países, como Rusia, Checoslovaquia, Alemania y Estados Unidos. En la década que va de 1955 a 1965 el uso de la cartografía geotécnica se generaliza en casi toda Europa, Estados Unidos y Canadá con fines constructivos y urbanísticos y se convierte en herramienta usual de los Organismos de Planificación del Territorio bien con carácter nacional, bien con carácter regional en los países de organización administrativa federal.

Los Gobiernos son conscientes que, dado el avance de la Geología económica y de la Geoestadística

unido a las nuevas ciencias de la mecánica de los suelos y la mecánica de las rocas, la Geotecnia es un arma eficaz al servicio del desarrollo de los pueblos y prestan atención a la sistematización y normalización de estos mapas.

Es, por consecuencia, en los cinco últimos años y debido a la generalización del uso de las computadoras cuando la cartografía geotécnica entra en su fase de expansión más avanzada, llegándose en los dos últimos años a su aplicación en la valoración de los terrenos para diversos usos y aplicaciones.

BIBLIOGRAFIA

- BARRES, BOS, GOUNON, PETER: *Carte Geotéchnique de la région de Creil*. B. R. G. M., enero 1969.
- BJERRUN L.: *En geotekniker ser pa byplanen*. Norges Geotekniske Institutt Publikasjon, n. 6, 1954.
- DEBAILLE, G., GHISTE, S.: *Influencia de los factores geológicos sobre las propiedades mecánicas de los suelos para cimentación*. Congreso Geológico Internacional Checoslovaquia, 1968.
- DEBROVOLNY, SOHNOD: *Aplicaciones de la geología al urbanismo, el ejemplo de la zona rural de Anchorange*. Congreso Geológico Internacional. Checoslovaquia, 1968.
- DREYFUS, M., MATIN, J.: *Remarques sur les cartes géotechniques*, Sols-Soils, n. 20, 1968.
- FOOKES, P. G.: *Geotechnical Mapping of soils and sedimentary rock for engineering purposes with examples of practice from the Mangla dam project*. Géotechnique, Vol. XIX, n. 1, 1969.
- GAZEL, J., PETER, A.: *Essais de cartographie géotechnique*. Annales de mines, Diciembre 1969.
- GOLODKOUSKAYA, GOLOMENSII, POPOV, CHURINOV: *Levantamientos geotécnicos en la U.R.S.S.* Congreso Geológico Internacional. Checoslovaquia, 1968.
- PETERSMANN, H., KÜHN, H.: *Schrifttum über Bodenmechanik III*. 1962.
- PETERSMANN, H., KÜHN, H.: *Schrifttum über Bodenmechanik IV*. 1965.
- QUERVAIN y HOJANNER: *Carte géotechnique de la Suisse*, 1:200.000. Commission Géotechnique Suisse. 1964.
- RADBRUCH, D.: *Geotecnia en los planes de urbanización construcción en los EE.UU.* Congreso Geológico Internacional. Checoslovaquia, 1968.
- SERGEEV, ZOLOTASEV: *Geotecnia en las condiciones de plan económico de la URSS*. Congreso Geológico Internacional de Checoslovaquia, 1968.
- ZARUBA, Q.: *La influencia de la geología en el desarrollo de la ciudad de Praga*. Congreso Geológico Internacional. Checoslovaquia, 1968.

Recibido: 20-II-73

INFORMACION

Noticias

GEOLOGIA

BALANCE DE LA "OPERACION MANTO TERRESTRE".

Todas las manifestaciones de vitalidad de nuestro planeta —orogenismo, descensos y ascensos de la corteza, grandes terremotos, etc.— tienen su origen último en el manto; es decir, en el recubrimiento del núcleo terrestre, que comienza a unos 30-50 kilómetros de profundidad, para llegar, aproximadamente, a los 3.000 kilómetros, correspondiéndole el 82 por 100, más o menos, del volumen total de nuestro planeta. Por esta razón se acometió hace ocho años un gran proyecto internacional geocientífico, con la finalidad de estudiar con más detalle el manto terrestre y sus conexiones con la corteza.

Uno de los resultados más interesantes de la actividad fue la explicación de la estructura de la capa de transición entre el manto y la corteza terrestre, esa "discontinuidad de Mohorovicic", que en 1910 fue descubierta por el geofísico yugoslavo Mohorovicic. La estructura podría convertir a este límite inferior de la corteza terrestre en una especie de "embrague" entre el manto y la corteza, el cual transforma los procesos cinéticos del "motor" de la Tierra en los movimientos tectónicos típicos de la corteza; es decir, plegamientos y fracturas.

Con la ayuda de métodos sísmicos de refracción y reflexión ha conseguido el profesor Rudolf Meissner, de la Universidad de Kiel, demostrar que la discontinuidad de Mohorovicic no es una capa límite simple, sino más bien una zona de transición de varios kilómetros de potencia. Mediante programas de medición en la zona prealpina evidencia que esa capa de transición no es homogénea, sino que está integrada por una alternancia de capas finas o estratos lenticulares de rocas de distinta conductibilidad sonora. Es muy posible que estas rocas lenticulares, que pueden llegar a tener una potencia de 80 a 150 metros, se hallen en un estado de semifusión. Se cree que, por dentro de esta zona límite, el manto terrestre está integrado por peridotita y la corteza, quizá por grabros. En Ivrea, en los Alpes meridionales, hay un yacimiento rocoso procedente de una especie de "astilla" elevada procedente de la zona de transición entre la corteza y el manto que contienen esas rocas y también presenta una estructura lamelar.

Tiene interés grande el descubrimiento de la estructura lamelar, ya que merced a ella podrían transformarse los movimientos verticales de la parte superior del manto en los horizontales de la corteza.

NUEVA EDICION DEL MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA, E. 1:1.000.000

Agotada la 5.^a edición en dos Hojas de este Mapa y dada su gran demanda, el IGME editará en breve —posiblemente para antes del próximo junio— la 6.^a edición de este Mapa. Esta nueva edición se hará en una sola Hoja y su calidad de impresión será muy superior a la de la agotada.

El IGME, a través de su División de Geología, está haciendo una total revisión de la Cartografía Nacional a E. 1:1.000.000, trabajo que se presentará en el próximo Congreso Geológico Mundial de Australia y que posteriormente se plasmará en lo que será la 7.^a edición del Mapa Geológico de España, E. 1:1.000.000.

ECO DEL PLAN MAGNA EN EL EXTRANJERO

En la línea de elogios del Proyecto MAGNA que se reciben del extranjero (Von Gaetner, Presidente de la Carta Geológica de Europa; Duhan, Presidente de la A. I. de C. G.), ha aparecido en la revista italiana "Geología Técnica" un artículo del Dr. G. Cestari del Servicio Geológico de Italia, sobre dicho Proyecto, recalándose la cuidadosa y avanzada planificación del MAGNA así como su envergadura y proyección sobre la economía del país.

PRINCIPALES ACTIVIDADES EN CARTOGRAFIA GEOLOGICA DEL IGME DURANTE 1972

En cartografía geológica el aumento de actividad ha sido muy importante. Se inició la segunda serie del Mapa Geológico Nacional, a escala 1:50.000, y se completó el Mapa de Síntesis Geológica, 1:200.000, de España, cuya publicación también ha quedado finalizada.

Se han realizado en el año 83 hojas del Mapa Geológico 1:50.000 (MAGNA), de acuerdo con la programación establecida en el Plan Nacional de Minería. Las

hojas se imprimirán y se pondrán al alcance del público a lo largo del año 1973. Actualmente están en imprenta una veintena.

Independientemente de la impresión de mapas, se ha iniciado el Banco de datos Geológicos y la Litoteca.

El primero es un almacenamiento en ordenador de los datos geológicos más interesantes, obtenidos durante el trabajo cartográfico, para ser empleados en estudios futuros y constituye un complemento de la propia cartografía.

La Litoteca almacenará las muestras obtenidas en los trabajos, en forma ordenada y apta para ser consultada en el futuro, para cualquier aclaración o estudio complementario preciso. Se nutrirá, fundamentalmente, con las muestras extraídas en el proyecto MAGNA (15.000 en este año) y con las procedentes de otros estudios de investigación minera, geotecnia, etc.

MINERIA

SE EDITA LA PRIMERA HOJA Y MEMORIA DEL MAPA METALOGENETICO DE ESPAÑA, E. 1:200.000

Ha quedado finalizada la labor de edición de la Hoja y Memoria núm. 25, FIGUERAS, del Mapa Metalogenético de España, E. 1:200.000, y que puede adquirirse al precio de 400 pesetas ejemplar.

El Instituto Geológico y Minero de España editará unas cuarenta Hojas y Memorias de este Mapa, durante el presente año. La edición completa constará de 93 Hojas y Memorias y quedará finalizada a últimos del año 1974 o principios de 1975.

INCO DESCUBRE DEPOSITOS DE NIQUEL EN INDONESIA

La P. T. International Nickel Indonesia, una subsidiaria de The International Nickel Co. of Canada, Ltd. (Inco) se propone desarrollar, a un costo de unos 200 millones de dólares, los yacimientos lateríticos de níquel que descubrió en la región Soroako de la isla Sulawesi de Indonesia. Contaba gastar 15 millones de dólares en este proyecto para fines de 1971. Los trabajos iniciales consistirán en construir una planta para producir unos 22 millones de kilogramos de níquel por año en forma de mata. La producción comenzará para el año 1975. La compañía ha invitado a empresas japonesas para que participen en el proyecto.

COMPLEJO MINERO EN LA ARGENTINA

El Banco Interamericano en Washington anunció recientemente haber aprobado un préstamo por valor de

32 millones de dólares como participación en la construcción de un complejo industrial en la Argentina meridional para la extracción y elaboración de 3,5 millones de toneladas de mineral de hierro por año.

La prestataria es la Empresa Hierro Patagónica de Sierra Grande, S.A.M. (HIPASAM), un ente oficial creado en 1969 en vista de la realización del Plan Nacional del Hierro y Acero de la Argentina.

La HIPASAM ejecutará el proyecto a un costo de 125 millones de dólares. El 25,6 por 100 de esta suma será cubierto por el préstamo del Banco, 21,6 por 100 por créditos de los abastecedores extranjeros, 12,8 por 100 por créditos locales y el restante 40 por 100 por la misma HIPASAM.

CHINA: TIENE EL 80 POR 100 DE LAS RESERVAS DE TUNGSTENO

Muchos países europeos han hecho contratos con China para el suministro de tungsteno, según indica Alfred C. Wu, vicepresidente de Wah Chan Smelting & Refining Co. of America, Inc. Según Wu, China dispone de dos millones de toneladas métricas de este mineral, o sea, el 80 por 100 de los suministros mundiales conocidos. Cree el señor Wu que pronto habrá escasez de tungsteno en los países occidentales, los cuales tendrán que recurrir a la China. La escasez podría hacerse crítica en menos de cinco años, pues no han sido halladas nuevas fuentes de mineral en los países occidentales.

LIGNITOS DE CERCEDA

La cuenca en estudio está situada en los términos municipales de Cerceda, Gulleredo, Laracha y Corral, de la provincia de La Coruña, y forma un valle de 3.500 metros por 500 metros, aproximadamente, y cuyo eje mayor tiene dirección N-NO, quedando centrado por los pueblos de BROZO, FERREIRA, QUINTAN y SANROMAN DE ENCROBAS.

Los estudios micropaleontológicos realizados sólo han revelado la presencia de esporas, por lo que lo único que puede afirmarse es que se trata de una cuenca profunda (más de 310 metros) pliocena cubierta de un cuaternario muy débil, situada en el contacto de granitos de dos miccas de grano grueso, con esquistos biotíticos paleozoicos.

Aunque la investigación prosigue, los datos que los sondeos (tanto eléctricos como mecánicos) realizados han aportado, permiten establecer, en principio, que es un depósito irregular en sentido longitudinal—debido a dos fallas que lo cortan transversalmente—pero bastante uniforme en sentido transversal.

Posiblemente conste de un manto único de lignitos, con recubrimiento poco importante (25 metros como máximo) de arenas y arcillas, o su mezcla, descansando sobre un substrato de arenas, caolines y arcillas, o su mezcla, que se apoya sobre el basamento granítico o esquistoso. El

manto lignífero presenta una potencia muy variable, llegando a superar en algunos puntos los 300 metros.

En el lignito pueden distinguirse las variedades de Pardo común, Xiloide y Piropisita, esta última en preponderante proporción, lo que justifica el alto poder calorífico y la proporción de materias volátiles que los caracteriza.

Además de 93 sondeos eléctricos verticales de profundidad aproximada de 250 metros, y situados sobre una retícula de 100×100 metros, que han permitido definir el basamento, se han realizado, hasta el momento, 52 sondeos mecánicos con una longitud total sondeada de 3.356 metros, delimitando así, en parte, el contorno de la cuenca productiva, quedando por conocer, entre el 25 y el 40 por 100 del área.

Los sondeos positivos han sido 38, que han cortado, en total, 350 metros de cobertura y 1.750 metros de lignito.

El volumen de influencia de cada sondeo es un paralelepípedo de base rectangular de 100×200 metros, correspondiendo la dimensión mayor a la dirección del eje de la cuenca, y altura la potencia cortada en cada uno de ellos.

Teniendo en cuenta que la humedad media al extraer el testigo es del 53 por 100 (con máximo del 60 por 100 y mínimo del 47 por 100), las cifras dadas anteriormente permiten establecer:

El volumen de estériles a mover para poner al descubierto el manto lignífero detectado hasta hoy es de 7.000.000 metros cúbicos, y el volumen de lignitos cubicado de 35.000.000 metros cúbicos, que supone un tonelaje aproximado de 27.000.000 toneladas de un lignito de las siguientes características medias, basadas en 46 muestras analizadas:

H₂O al extraer el testigo, 53 por 100 (Máximo, 60 por 100, Mínimo, 47 por 100).

Sobre muestra seca al aire durante ocho días:

H₂O, 26 por 100 (Máximo, 31 por 100; Mínimo, 10 por 100).

Materias volátiles, 36 por 100 (Máximo, 41 por 100; Mínimo, 31 por 100).

C. fijo, 28,8 por 100 (Máximo, 31 por 100; Mínimo, 13 por 100).

S, 2,46 por 100 (Máximo, 3,85 por 100; Mínimo, 1,90 por 100).

Cenizas, 16 por 100 (Máximo, 34 por 100; Mínimo, 5,18 por 100).

H. elemental, 4,21 por 100 (Máximo, 5,12 por 100; Mínimo, 2,18 por 100).

Calorías superior (ASTM. D-2015), 4.613 Kcal/kg. (Máximo, 5.540; Mínimo, 2.940).

Calorías inferior (ASTM. D-2015), 4.167 Kcal/kg. (Máximo, 5.220; Mínimo, 2.760).

Punto de reblandecimiento de cenizas, mínimo, 1.100 °C.

Punto de fusión de cenizas, mínimo, 1.190 °C.

S. en cenizas (SO₂), media, 13,56 por 100.

(Máximo, 21,78 por 100; Mínimo, 0,52 por 100).

AGUAS SUBTERRANEAS

PROYECTO DEL GUADALQUIVIR

Para antes del próximo verano se espera tener finalizado la edición de las dos Hojas, en E. 1:200.000, de la Cuenca del Guadalquivir. Ambos Hojas, correspondientes al alto y bajo Guadalquivir, aparecerán acompañadas de una Memoria explicativa, haciéndose esta edición dentro de la colección "Memorias del IGME". Como se sabe este proyecto fue realizado por el IGME en colaboración con la FAO.

GEOTECNIA

PRINCIPALES ACTIVIDADES EN LA CARTOGRAFIA GEOTECNICA DEL IGME DURANTE 1972

La cartografía geotécnica comienza en el Instituto este año. Se realiza en varias escalas, dando preferencia a la cartografía 1:200.000 útil para la planificación de grandes obras de ingeniería, iniciándose también, aunque con menor intensidad, a escalas de más detalle.

Del mapa geotécnico general E. 1:200.00 se confeccionaron en el año 21 hojas, de las 87 de que consta la publicación completa.

El mapa determina las características geotécnicas, morfológicas, hidrogeológicas y litológicas de los suelos. Constituye una infraestructura geotécnica muy útil para la planificación global del territorio.

Se han editado ya cinco hojas y el resto quedará publicado dentro del primer semestre de 1973.

De los mapas geotécnicos básicos se han confeccionado cuatro a lo largo del año, comprendiendo parte de los Polos de Desarrollo de Oviedo, Villagarcía y Campo de Gibraltar.

El fin de esta cartografía es determinar las condiciones constructivas de los suelos.

A escala 1:5.000 y por encargo de la Gerencia de Urbanización (Ministerio de la Vivienda) se han estudiado dos polígonos industriales y urbanos.

ENERGIA

URSS: GRANDES CENTRALES ENERGETICAS

La Unión Soviética ha aprobado planes para la construcción de cuatro gigantescas centrales térmicas a carbón, cada una con una capacidad generadora de 4 millones de kW. La primera central deberá entrar en funciones en 1976. Las cuatro estarán agrupadas alrededor de las minas de carbón a cielo abierto en el distrito Ekibastuz en el Nordeste de Kazakhsan. Desde allí, una línea de transmisión capaz de llevar los voltajes altos de 1.500 kV se extenderá por 43.000 kilómetros al Oeste has-

ta Gryazi, donde quedará enlazada a la red de distribución.

Los yacimientos carboníferos de Ekibastuz rinden actualmente unos 25 millones de toneladas por año. Esta producción será aumentada hasta 46 millones de toneladas para 1975, y hasta 80 millones para 1980.

RESERVAS ENERGETICAS NO UTILIZADAS.

Además de los combustibles fósiles, de los que no se podrá prescindir en un futuro próximo, la energía nuclear es la única que ofrece actualmente posibilidades suficientes de cubrir en todo el mundo las necesidades futuras de energía.

El aprovechamiento del enorme potencial de la energía solar requiere todavía trabajos muy intensos de investigación y desarrollo. No se puede admitir un aprovechamiento rentable, ya que los elevados gastos de inversión y entretenimiento, la dependencia del tiempo (nubes) y la alternancia día/noche son obstáculos difícilmente salvables. Investigadores norteamericanos trabajan actualmente en una técnica de filtración de la luz y de acumulación de la energía en una mezcla de sales fundidas, para conseguir así una generación ininterrumpida de energía. La generación en los satélites con células solares de extensión grande y la transmisión de la energía a la Tierra por medio de microondas son problemas que se estudian dentro del marco de un programa de la NASA.

La energía hidráulica no es utilizada en todo el mundo más que en un 8,5 por 100 (en Europa: 57 por 100; en el Extremo Oriente, 48, y en Norteamérica, 23). Las reservas mayores de energía hidráulica están en las zonas subdesarrolladas. Su puesta en explotación requería una industrialización de las mismas. La energía de las mareas sólo se puede aprovechar en muy pocas zonas costeras. Algo parecido puede decirse de la energía geotérmica.

HIDROCARBUROS

ACUERDO SOBRE LA EXPLOTACION DE YACIMIENTOS PETROLIFEROS

Las compañías petroleras occidentales y los países productores de petróleo del Golfo Pérsico han firmado un acuerdo, siendo una de sus cláusulas que los países productores puedan adquirir progresivamente una participación del 51 por 100 en la explotación de su subsuelo. También se prevé que cada Estado del Golfo debe negociar acuerdos separados con las compañías petroleras que trabajen en su territorio para aplicar las estipulaciones globales. No se harán públicas las demás condiciones del acuerdo hasta que no se lleven a efecto las formalidades pendientes.

PUERTO PARA GAS SUBTERRANEO EN ARGELIA

El mayor puerto del mundo para gas subterráneo se ha construido a unos 450 kilómetros al este de Argel, en Skidda. La construcción la ha realizado una firma de Essen, con la cooperación de una empresa francesa y otra española. Con dos largos muelles y un punto de amarre, se posibilita la carga de gas líquido a dos buques simultáneamente, cada uno de cien mil toneladas de capacidad, o a cinco buques de 30.000/50.000 toneladas.

PETROLEO Y GAS NATURAL EN SAJALIN

Las autoridades soviéticas estudian la posibilidad de vender a Japón una parte del petróleo y gas natural procedente de los yacimientos recientemente descubiertos en la zona sur de la isla de Sajalín (distante 37 kilómetros de Japón y 220 kilómetros de la URSS).

ACUERDO ENTRE LAS COMPAÑIAS PETROLIFERAS Y LOS PAISES PRODUCTORES DEL GOLFO PERSICO

Los países del Golfo Pérsico productores de petróleo han obtenido un aumento inmediato del 5 por 100 en su participación en las concesiones petrolíferas, en virtud del acuerdo firmado recientemente por las compañías petroleras occidentales; la participación anterior, que era del 20 por 100, ha pasado a ser del 25 por 100. El acuerdo fue firmado en Nueva York después de nueve meses de negociaciones, y una de las principales previsiones es una cláusula según la cual el porcentaje de los intereses de los países signatarios (Arabia Saudita, Qatar, Irak, Kuwait y Abu-Dhabi) serán aumentados gradualmente hasta alcanzar un nivel máximo del 51 por 100 en las actuales concesiones de las compañías, en el año 1985.

MINERALURGIA

RESUMEN DE LA EVOLUCION SIDERURGICA EN 1972

UNESID (Unión de Empresas Siderúrgicas) ha facilitado un resumen de la evolución siderúrgica en 1972. Del mismo, destaca en primer lugar el fuerte aumento de la producción, cuya cifra estimada, en base a datos provisionales de noviembre y diciembre, asciende en 1972 a 9,52 millones de toneladas, con un aumento del 18,6 por 100 sobre 1971. Ha seguido así el acelerado ritmo de des-

arrollo iniciado en 1964, año en el que la producción de acero fue sólo de 3,15 millones de toneladas, para pasar a 5,98 millones en 1969, a 7,39 millones en 1970 y a 8,03 millones en 1971.

Las importaciones de productos siderúrgicos en 1972 han sido de 1.528.000 toneladas en acero equivalente, con un incremento del 31,9 por 100 sobre las registradas en 1971. Las exportaciones, con 1.852.000 toneladas en acero equivalente, superan en un 56,1 por 100 a las del año anterior.

El consumo aparente de acero en 1972 se estima, con carácter provisional, en 9,5 millones de toneladas, lo que representa un crecimiento del 20,8 por 100 respecto al de 1971.

ESPECTACULAR DESARROLLO Y CONSOLIDACION DE LAS EXPORTACIONES DE PRODUCTOS SIDERURGICOS

Según informa UNESID (Unión de Empresas Siderúrgicas), y en base a los datos finales de la Dirección General de Aduanas, las exportaciones de productos siderúrgicos en 1972 han ascendido a 1.852.000 toneladas en acero equivalente. Ello supone que las empresas siderúrgicas españolas han colocado en los mercados exteriores el 19,5 por 100 de su producción.

Paralelamente, la corriente importadora de productos siderúrgicos ha experimentado un aumento respecto a 1971, alcanzando la cifra de 1.528.000 toneladas en acero equivalente, lo que supone el 16 por 100 aproximadamente del consumo aparente de acero del país.

El saldo en tonelaje ha sido en 1972 favorable a la exportación en 324.000 toneladas, tras haber logrado un práctico equilibrio en 1971.

La información facilitada por UNESID pone de manifiesto la magnitud del logro exportador del sector siderúrgico, como se deduce de la evolución experimentada por sus exportaciones en acero equivalente en los últimos cinco años:

	Toneladas
1968	139.000
1969	200.000
1970	330.000
1971	1.186.000
1972	1.852.000

GEOFISICA

GEOPHYSICAL SURVEYS.

Ha aparecido en los Países Bajos, en septiembre de 1972, el primer número de la revista "Geophysical Surveys", la cual se editará anualmente.

Será una revista internacional de geofísica y sus artículos tratarán los temas siguientes: geodesia, sismología, meteorología, geomagnetismo, paleomagnetismo, oceanografía, petrología, hidrología y tectónica física.

JOURNAL OF PHYSICS OF THE EARTH

El Bulletin of the Earthquake Research Institute de Japón suspendió su publicación en el año 1971 y era una de las publicaciones de mayor prestigio en el mundo sobre investigación de terremotos, con tal motivo la Editorial de la Universidad de Tokio, ha decidido editar la publicación titulada "Journal of Physics of the Earth". En ella se recapitularán las investigaciones sobre terremotos y estudios relevantes de geodesia, sismología, gravimetría, geoquímica, vulcanología, física tectónica, geotermia, geomagnetismo, etc., por lo que en realidad va a seguir con unas directrices parecidas a las de la revista desaparecida. La publicación será trimestral.

SISMOLOGIA

LA PREVISION DE LOS TERREMOTOS

Nuestro planeta se ve sacudido anualmente por unos 50.000 movimientos sísmicos. Las causas de estos terremotos, de los que por regla general dos de ellos alcanzan la intensidad de ocho a nueve, como fue el caso en Managua en diciembre de 1972, son conocidas en principio. Hasta ahora no existe posibilidad alguna de predecir los grandes movimientos sísmicos o, con una intervención en las zonas en peligro de sufrir un terremoto, evitarlos.

Más de un 90 por 100 de los terremotos que sacuden la tierra anualmente son de naturaleza tectónica. En ocasiones, el equilibrio de tensiones no se produce de una vez, sino en sacudidas paulatinas. Tal conjunto de sacudidas, que alcanzaron la magnitud 8,6, destruyó el 18 de abril de 1906 la ciudad californiana de San Francisco.

Hace tiempo se llevan a cabo experimentos a escala grande para predecir los movimientos sísmicos y para tratar de evitarlos. Por medio del bombeo de inmensas cantidades de agua en profundas perforaciones se confía en evitar considerables diferencias de tensión. En este caso, el agua tiene la función de una especie de compensado hidráulico, con lo que los movimientos tectónicos se producen moderada y equilibradamente en las zonas en peligro.

En general, las ciencias se encuentran todavía en el umbral en que comienzan a comprender la dinámica del planeta en que vivimos. Fenómenos tan importantes para la forma de la corteza terrestre como la formación de las montañas, de las fosas y las modificaciones de los zócalos continentales comienzan a ser parte de los conceptos generalmente conocidos.

EL TERREMOTO DE MANAGUA

La catástrofe en Managua, el 23 de diciembre pasado, se debió a causas semejantes a las que asolaron Agadir, Skopje y Tachkent: un terremoto plano de no mucha intensidad, pero que debido a que el epicentro se hallaba directamente bajo la ciudad, tuvo consecuencias desastrosas. No existe ni una sola estación sísmica de importancia en la región del terremoto de centro América —las más cercanas se hallan en San Salvador y en México— con lo que no es posible el cálculo exacto de la profundidad del epicentro sísmico.

La intensidad se calcula en 6,5 de la escala Richter-Gutenberg, con lo que el movimiento sísmico de Managua no tuvo proporciones desastrosas.

Teniendo en cuenta la reducida energía sísmica registrada, hay que suponer, ante la extraordinaria desolación causada, que el epicentro del terremoto se hallaba muy cercano a la ciudad y a muy poca profundidad, aunque esto no puede ser probado con ayuda de los sismógrafos. En las fotografías aéreas puede constatarse que quedaron derruidos los edificios más diversos, grandes y pequeños, altos y bajos, tanto de las barriadas residenciales como iglesias, rascacielos y torres.

Los movimientos sísmicos con el epicentro a profundidad media (entre 70 y 300 kilómetros) son típicos para la región centroamericana en la que se encuentra Managua. Estos movimientos se producen en o bajo las zonas raíces de los numerosos volcanes del cinturón sísmico correspondiente. Por ello no era de esperar un terremoto semejante en el mismo Managua, ya que tales movimientos suelen producirse predominantemente en la región costera.

Es muy posible que la proyección urbanística de la ciudad de Managua sea culpable en parte de la catástrofe, porque no tuvo en cuenta la posibilidad de movimientos semejantes.

REUNIONES CIENTIFICAS

150 ANIVERSARIO DE LA S. G. DE B.

Con motivo del 150 aniversario de la fundación de la Société Générale de Belgique se celebrará una exposición técnico-científica en el Salón Heysel, junto al Atomium, bajo el título "Entreprise agent de Progrès".

Esta exposición coincidirá con el Symposium de la Benelux Metallurgie sobre tratamiento de chatarras, por lo que los asistentes al symposium podrán aprovechar la ocasión para visitar esta exposición.

El Centro Belga de Información del Cobre ha organizado una visita dirigida que tendrá lugar el 18 de octubre y estará dedicada principalmente a la sección de los metales no férricos.

XII REUNION CIENTIFICA DEL GRUPO ESPECTROQUIMICO

Durante los días 6 y 7 de diciembre se ha celebrado en Madrid la XII Reunión Científica del Grupo Espectroquímico. Hubo dos conferencias: La del profesor Milazzo, de Roma, sobre el cátodo hueco, como fuente luminosa en el análisis espectral de emisión y la del doctor ingeniero Caeymaex, de Eindhoven, sobre el Proceso de datos espectrales en metalurgia.

Durante estos dos días se presentaron 19 comunicaciones científicas que versaron principalmente sobre análisis de aguas, minerales y productos mineralúrgicos.

SEMINARIO TEORICO-PRACTICO.

"INTRODUCCION A LAS MODERNAS TECNICAS DE MEDIDAS ANALOGICAS".

Entre los días 22 al 26 del mes de enero ha tenido lugar en Madrid, un seminario que, con el título arriba mencionado, que ha versado sobre los modernos equipos electrónicos de medida de magnitudes mecánicas.

El programa, reducido, del curso ha sido el siguiente: 1, Introducción a los sistemas de Instrumentación (generalidades, objeto de los sistemas de medida, configuración básica). 2, Extensometría I (bandas extensométricas, criterios para su elección y montajes). 3, Extensometría II (circuitos de medida, tipos de montaje, calibración). 4, Extensometría III (interpretación de medidas, círculo de Mohr de esfuerzos y deformaciones, empleo de bandas uniaxiales y de rosetas de dos y tres dirección). 5, Sistemas I (Transductores, clasificación, resistivos, piezoeléctricos, inductivos, potenciométricos...). 6, Sistemas II (Módulos de acondicionamiento, módulos de conexionado, amplificadores). 7, Sistemas III (Registadores y visualizadores, registradores galvanométricos ultravioletas, ídem de cinta magnética, osciloscopios). 8, Sistemas IV (Configuración del sistema de medida como conjunto. Diversas realizaciones con casos prácticos). 9, Iniciación al tratamiento de la información (Clasificación de señales, función de densidad de probabilidad, autocorrelación, correlación cruzada, analizadores de Fourier, módulos de funciones analógicas).

IV CURSO DE ANALISIS POR DIFRACCION Y FLUORESCENCIA DE RAYOS X

Organizado por el Instituto de Edafología y Biología Vegetal y el Instituto de Química Inorgánica, pertenecientes ambos al Consejo Superior de Investigaciones Científicas, y patrocinado por Philips Ibérica, se celebrará en Madrid, entre los días 20 y 23 de marzo, el IV Curso de Análisis por Difracción y Fluorescencia de Rayos X.

Este curso viene a ser una continuación de los celebrados en años anteriores en el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial, que estuvo especialmente dirigido al análisis metalúrgico, así como en la Universidad de Verano de Vigo y en el citado Instituto de Edafología.

Aunque al contenido de este IV Curso se le ha dado un carácter general, en sus programa se ha incluido la difracción por rayos X, como complemento indispensable de las modernas técnicas analíticas, así como temas específicos de gran interés y actualidad, dados los considerables progresos que en los últimos años han experimentado las citadas técnicas.

Las conferencias y clases prácticas tendrán lugar en el Instituto de Edafología y Biología Vegetal, C. S. I. C., a cargo de importantes especialistas en el campo del análisis por rayos X.

VIII CONGRESO MUNDIAL DE MINERIA.

Del 3 al 8 de noviembre de 1974 se celebrará en Lima (Perú) el VIII Congreso Mundial de Minería

El lema adoptado fue "Prognosis del Desarrollo de la Minería hasta el año 2000".

Las Secciones se organizarán de la manera siguiente:

- 1.ª Situación actual de las materias primas en el mundo (yacimientos, reservas, distribución, demanda).
- 2.ª Prognosis de las reservas de materias primas (métodos de prognosis, terminología de la prognosis, cálculos de las reservas de materias primas mundiales en el año 2000).
- 3.ª Programa de avances técnicos: a) En Ingeniería minera, b) en Tecnología minera, c) en Economía minera.
- 4.ª Prognosis de los índices básicos: a) Consumo de trabajo, b) consumo de energía, c) consumo de materiales.
- 5.ª Futurología en la preservación del ambiente.
- 6.ª Conferencias en "mesa redonda" (minas del futuro, formación de ingenieros de minas en el año 2000).

SYMPOSIUM INTERNACIONAL DE VOLCANOLOGIA.

Organizado por la Asociación Internacional de Volcanología y Química del Interior de la Tierra, de la Unión Geodésica y Geofísica Internacional, se celebrará en el mes de septiembre de 1974, en Santiago de Chile, un Symposium Internacional sobre Volcanología.

El tema elegido para este symposium es: "Problemas Volcanológicos Andinos y Antárticos en su Contexto Circumpacífico".

Los ocho puntos de que constará son los siguientes: 1, Neovolcanismo, volcanismo postmiocénico de tipo sural, central e ignimbrítico. 2, Paleovolcanismos orogénicos. 3, Relación del volcanismo circumpacífico con las áreas intraoceánicas e intracontinentales adyacentes y comparación con otras regiones. 4, Petrología, mineralogía y geoquímica de las rocas volcánicas. 5, Relación entre génesis de las rocas volcánicas circumpacíficas andesíticas y el medio tectónico. 6, Características físicas y geofísicas de la actividad volcánica. 7, Aspectos económicos del volcanismo (mineralización y geotermia). 8, Aplicación y resultados de los métodos radiométricos, isotópicos y paleomagnéticos en rocas volcánicas.

Antes y después del Congreso se celebraron excursiones, con los recorridos: Arica - Nevados de Payachata - Antofagasta - Chuquicamata - Géiseres del Tatio - Mineral de Hierro del Laco - Volcán Antuco - Sierra Velluda - Isla de Pascua - Aérea a los volcanes activos.

REUNION PLENARIA DE LA COMISION NACIONAL DE GEOLOGIA

Entre los asuntos tratados en la reunión plenaria de la Comisión Nacional de Geología, celebrada el día 11 de diciembre de 1972, figuran:

1. Invitación a la Subcomisión de la Carta Geológica de Europa de la Comisión de la Carta Geológica del Mundo, para realizar una reunión de trabajo por el Sur de la Península Ibérica y Norte de Africa, en el mes de septiembre de 1973.

2. Actos preparatorios para la V Reunión Científica de la Comisión de Historia de las Ciencias Geológicas, que tendrá lugar en el mes de julio de 1974 en Madrid.

3. Invitación a la Comisión de la Carta Geológica del Mundo para que en el año 1976, se celebre la reunión de trabajo de la Carta Geológica de Europa, en Madrid, por representar un considerable gasto los desplazamientos para su celebración en Australia.

4. Constitución de una Comisión para preparar la aportación española al XXV Congreso Geológico Internacional de Australia, que tendrá lugar en 1976.

5. Confirmación por parte de Argentina de que está en preparación el II Congreso Hispano Luso Americano de Geología Económica, que se celebrará en el año 1974.

6. Información del II Congreso Latinoamericano de Geología que tendrá lugar en Venezuela en el mes de septiembre de 1973.

7. Situación en que se encuentra la preparación del XIII Coloquio de Micropaleontología, a celebrarse en el mes de septiembre de 1973 iniciándose en Barcelona y terminando en Madrid.

8. Conformidad cinco peticiones de trabajo por parte de extranjeros en investigaciones geológicas en la Península Ibérica y Baleares.

REUNION DE DIRECTORES DE LOS SERVICIOS GEOLOGICOS DE EUROPA OCCIDENTAL

En Hannover (República Federal Alemana) tuvo lugar durante el pasado mes de noviembre una reunión a la que asistieron los Directores de los Servicios Geológicos de la Europa Occidental.

Por España asistieron los señores Izaguirre Rimmel y Alvarado Arrillaga, Director y Jefe de la División de Geología, respectivamente, del Instituto Geológico y Minero de España.

En dicha reunión se hizo especial hincapié en los grandes beneficios que se derivan de una estrecha colabora-

ción y del conocimiento de las actividades mutuas entre los distintos Centros Geológicos.

Se trató muy especialmente del intercambio de ideas en el centro de la Informática Geológica y a este respecto se quedó en celebrar durante la primera quincena del próximo mes de abril una reunión de especialistas de los distintos centros, en la sede del Servicio Geológico de la Gran Bretaña. Asimismo, se acordó celebrar en ese país la siguiente reunión de Directores en el próximo otoño.

REUNION DEL COMITE DE RECURSOS NATURALES DE LAS NACIONES UNIDAS

En Nueva Delhi y entre los días 6 al 17 del mes de febrero se celebró el III Período de Sesiones del referido Comité, inaugurado por el Secretario General de las Naciones Unidas Dr. K. Walgheim y altos representantes del Gobierno de la India. La delegación española estuvo presidida por el Sr. Gálvez Cañero del Instituto Geológico y Minero de España y formado además por el Sr. Melgar (Director Técnico de ENADINSA) y el Sr. Román (INI).

Tomaron parte 53 naciones y organizaciones internacionales con más de 172 asistentes.

CONTAMINACION

WATER, AIR AND SOIL POLLUTION.

En los Países Bajos ha aparecido, en noviembre de 1971, una revista internacional sobre la contaminación del ambiente, titulada "Water, Air and Soil Pollution".

CHEMOSPHERE

Se trata de una revista científica nueva, editada en la Gran Bretaña por la Pergamon Press, Headington Hill Hall, cuyo primer número apareció en enero de 1972.

Esta revista publicará artículos sobre el ambiente y dará cuenta de las investigaciones que se realicen relacionadas en el tema sobre química, física y biología. Destacará la valoración de los cambios de la atmósfera, del agua y de la tierra en relación con los vegetales, animales y el hombre. Contendrá artículos de hombres de ciencia que en diversos países se interesan por la seguridad y la conservación de la humanidad y de la biosfera.

MAPA DE VULNERABILIDAD EN LA CONTAMINACION DE LOS ACUIFEROS

Se ha finalizado la edición del Mapa Nacional de Vulnerabilidad a la Contaminación de los Acuíferos, a Escala 1:1.000.000, y quedará a disposición del público a

partir del día 15 del próximo mes de marzo, al precio de 300 pesetas ejemplar.

La realización de este Mapa es debida, en su totalidad, a la División de Aguas Subterráneas del IGME.

ECONOMIA

LA EXPORTACION DE BRILLANTES EN ISRAEL

Según medios competentes, se espera superar este año la cifra de 350 millones de dólares en la exportación de brillantes, la mayor fuente de divisas del país después del turismo. Se compran diamantes en bruto en Africa del Sur, o indirectamente en la Unión Soviética; posteriormente son pulidos y tallados. El mercado más importante es Estados Unidos, seguido de Japón.

OPOSICIONES, CONCURSOS Y CONVOCATORIAS

CONVOCATORIA "AYUDAS M. AGUILAR"

El Consejo de Administración de Aguilar, S. A., de Ediciones, hace pública la convocatoria de las "Ayudas Manuel Aguilar" correspondientes al bienio 1973-1974, de conformidad con el acuerdo adoptado en 15 de junio de 1966 por la Junta General Ordinaria de Accionistas de la Sociedad, en virtud del cual, y con el propósito de honrar y perpetuar la memoria de su fundador, don Manuel Aguilar, se acordó dedicar parte de los beneficios sociales al fomento de la investigación en los países de lengua española.

Aguilar, S. A., de Ediciones, asigna una cantidad global de dos millones de pesetas como dotación al fondo de "Ayudas Manuel Aguilar".

Dicha cantidad se distribuirá en un máximo de cinco Ayudas, reservándose al Jurado la facultad de determinar el número de las mismas y la cuantía de cada una de ellas, de acuerdo con los méritos absolutos y relativos de las propuestas formuladas.

Las propuestas de investigación cursadas por los solicitantes de las Ayudas versarán sobre temas de su libre elección, siempre que se relacionen directamente con alguna de las disciplinas o grupos de disciplinas que se han seleccionado para la presente convocatoria, y que son las siguientes: Ciencias Químicas, Ciencias Aplicadas (Tecnología), Ciencias Matemáticas y Físicas, Medicina y Veterinaria.

Para mayor información de los interesados pueden pedir las bases de esta convocatoria a Aguilar, S. A., de Ediciones (calle Juan Bravo, 38, Madrid-6, España).

APARATOS DE LABORATORIO

NUEVO ESPECTROFOTOMETRO DIGITAL PARA ULTRAVIOLETA

La firma Pye-Unicam ha desarrollado recientemente un nuevo espectrofotómetro de ultravioleta, denominado SP 1700, que presenta los resultados en forma digital sobre un indicador luminoso.

El cuadro indicador de este nuevo instrumento compuesto por cuatro cifras de gran tamaño, elimina los errores de lectura que pueden cometerse al comprobar los datos resultantes de los análisis cuantitativos. Las medidas de absorción aparecen con dos o tres cifras decimales, según se desee, mientras que en las de concentración el operador puede seleccionar la posición de la coma decimal. Otras características de este indicador son: posibilidad de retener cualquier resultado con sólo accionar un pulsador; indicación de exceso de absorción y salida en forma digital en código binario para conexión a un impresor o a un ordenador.

La precisión y la reproducibilidad fotométrica equivale a $\pm 1\%$ de la absorción indicada o 0,002 unidades de absorción (el mayor de estos valores). La precisión en longitudes de onda es superior a 5 mm en toda gama.

El espectrofotómetro SP 1700 es un instrumento de doble haz, monocromador de rejilla de difracción Ebert, y posibilidades de funcionamiento en la gama de 190-850 nm con detector especial sensible al rojo. El instrumento está fabricado con circuitos electrónicos enchufables, provistos de puntos para medidas y componentes de estado sólido.

El SP 1700 puede funcionar con programación automática mediante el empleo del regulador de programas SP 1805. Cabe conseguir un funcionamiento totalmente automático si se usa el cambiador de muestras SP 40 y un registrador AR 25 con once velocidades de gráfico y sincronización de longitudes de onda, controlado en todas sus funciones por el propio espectrofotómetro.

VARIOS

CAMBIO DE NOMBRE DE LA STANDARD OIL (Esso)

La importante empresa petrolífera Standard Oil Company (New Jersey), ha cambiado su nombre, desde el pasado 1.º de noviembre de 1972, por el de Exxon Corporation.

LOS DIAMANTES COMO SEMICONDUCTORES

Investigaciones realizadas en el Reino Unido sobre la propiedad, conocida desde hace veinte años, de que los

diamantes actúen eventualmente como semiconductores, han puesto en evidencia que aquella es debida a las impurezas de boro incluidas en ellos.

MATERIAS PRIMAS

Una comisión científica, formada por miembros del Consejo Nacional de Investigaciones de la Academia de Ciencias de Estados Unidos, ha recomendado al Gobierno americano la adopción de medidas para limitar el crecimiento de la población y restringir el consumo de recursos naturales. En un informe elaborado por dicha Comisión, se censura a la Comisión Nacional de Materias Primas por desconocer el factor de la demanda en la crisis creciente de la oferta y la demanda de energía y materias primas. La postura de la Comisión coincide con las de los informes del "club de Roma" y de la Comisión británica sobre la "supervivencia", publicadas en enero último. Asegura la Comisión americana que el país depende cada vez más del extranjero en lo referente a sus materias primas, subrayando que un acrecentamiento de esta dependencia va acompañado de amenazas de conflictos; tras indicar las medidas que considera apropiadas, indica que, si no son adoptadas, dentro de unos decenios se irá registrando un desgaste progresivo de las industrias americanas de transformación de metales y minerales, un crecimiento del colonialismo económico, fricciones internacionales, una deteriorización constante de la balanza comercial y una pérdida de prestigio del país.

LA INFORMATICA EN LA FERIA INTERNACIONAL DE BARCELONA

La empresa japonesa Fujitsu, primer fabricante nipón de ordenadores, hará la presentación de sus computadoras, por primera vez en España, en la próxima edición de la Feria Internacional de Barcelona, participando en el grupo de informática del Sector Automat-73, en el certamen de junio.

EL GRUPO DE COMPONENTES DE OLEODINAMICA, NEUMATICA Y MECANICA DE AUTOMAT-73

Bajo la presidencia de don Francisco Simó Prats se ha reunido en la Feria Internacional de Barcelona el Subcomité del grupo de componentes oleodinámicos, neumáticos y mecánica para la automatización industrial del Sector AUTOMAT-73. Forman parte de este Subcomité don Joaquín Beltri y don Juan Guerandiain, conocidas personalidades de este grupo industrial, así como los representantes de las revistas especializadas "Fluidos" y "Regulación" y "Mando Automático". Se pretende con ello dar

cohesión y potenciar este grupo, complemento indispensable de la industria de máquinas-herramientas. De ahí que, mientras el grupo de informática de Automat-73 se encontrará ubicado en el Palacio de la Metalúrgica junto a las máquinas-herramientas del Sector de Metalmecánica, que presentará asimismo equipos de soldaduras, tratamiento de superficies, maquinaria de caucho y plástico y para trabajar la madera.

La parte de componentes oleodinámicos y neumáticos

presentará neumática, hidráulica, componentes lógicos y fluidos, tratamientos de aire comprimido, compresores, sorprendoras y bombas de vacío, juntas, empaquetadoras y guarniciones, recordaje, tuberías y accesorios y aceites de transmisión. La parte de componentes mecánicos incluirá reductores, multiplicadores y variadores de velocidad, vibradores, y aparatos de alimentación continua, rodamientos y cojinetes, cadenas, acoplamientos, embragues y limitadores, lubricación, refrigeración y accesorios.

Estadística y Economía

PRODUCTOS	1971 Diciembre	1972 Enero	1972 Abril	1972 Diciembre
ALUMINIO				
Nueva York (Centavos por libra) ...	29,—	29,—	29,—	25,—
Londres (Libras por Tm.) ...	261,80	261,80	261,80	—
C I N C				
Nueva York (Centavos por libra) ...	17,85	17,85	18/19	18,—
Londres (Libras por Tm.) ...	58/65	58/65	60/70	32/33
C O B R E				
Nueva York (Centavos por libra) ...	46,—	49,50	52,75	50/51
Londres (Libras por Tm.) ...	395/403	411/412	412,—	442,—
E S T A Ñ O				
Nueva York (Centavos por libra) ...	175,—	172,—	184,50	181,50
MERCURIO				
Nueva York (\$ el frasco de 34,5 kg.) ...	266,—	238,—	170/185	225,—
Londres (Libras por frasco de 34,5 kg.) ...	93/95	80/83	60/63	244/250
P L O M O				
Nueva York (Centavos por libra) ...	14,50	14,50	14,50/15,50	15/16
Londres (Libras por Tm.) ...	132,50	136,—	169,—	109,50
VOLFRAMIO				
Londres (Libras por Tm.) ...	19,75/21,50	16/17,50	15,50/16,50	16/18

Información legislativa

PERMISOS DE INVESTIGACION Y CONCESIONES DE EXPLOTACION

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
288	21462	1-XII-72	Ind.	CORRECCION de erratas de la Orden de 24-X-72, por la que se levanta la suspensión del derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación para toda clase de sustancias minerales, exceptuados los radiactivos, carbón e hidrocarburos, en el perímetro denominado "Subsector V, área I", comprendido en las provincias de Orense y Zamora.
289	21552	2-XII-72	Ind.	RESOLUCION publicando caducidad de concesión de explotación minera citada, Delegación Provincial de Málaga.
289	21551	2-XII-72	Ind.	RESOLUCION publicando caducidad de permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Burgos.
289	21552	2-XII-72	Ind.	RESOLUCION publicando caducidad de permiso de investigación minera, Delegación Provincial de Málaga.
289	21552	2-XII-72	Ind.	RESOLUCIONES publicando cancelación de permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Oviedo.
289	21552	2-XII-72	Ind.	RESOLUCIONES publicando caducidad de permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Oviedo.
289	21553	2-XII-72	Ind.	RESOLUCION publicando caducidad de permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Valencia.
289	21553	2-XII-72	Ind.	RESOLUCION publicando caducidad de permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Zamora.
289	21553	2-XII-72	Ind.	RESOLUCION publicando cancelación de permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Zaragoza.
289	21550	2-XII-72	Ind.	CORRECCION de errores de la Orden de 24-X-72 por la que se levanta la suspensión del derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación para toda clase de sustancias minerales, exceptuados radiactivos, carbón e hidrocarburos, en el perímetro denominado "Subsectores VIII y IX, área I" (Salamanca).
299	22311	14-XII-72	Ind.	RESOLUCION publicando otorgamiento de permisos de investigación minera, Delegación Provincial de León.
299	22311	14-XII-72	Ind.	RESOLUCION publicando caducidad permiso de investigación minera, Delegación Provincial de Zamora.
301	22498	16-XII-72	Ind.	RESOLUCION publicando caducidad de permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Almería.
301	22498	16-XII-72	Ind.	RESOLUCION publicando caducidad de permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Avila.
301	22498	16-XII-72	Ind.	RESOLUCION publicando cancelación de permiso de investigación minera, Delegación Provincial de Ciudad Real.
301	22499	16-XII-72	Ind.	RESOLUCION publicando otorgamiento de permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Sevilla.
301	22499	16-XII-72	Ind.	RESOLUCION publicando cancelación de permiso de investigación minera, Delegación Provincial de Zaragoza.
302	22580	18-XII-72	Ind.	RESOLUCION publicando otorgamiento de permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Badajoz.
303	22653	19-XII-72	Ind.	RESOLUCION publicando caducidad de permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Granada.

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
304	22762	20-XII-72	Ind.	RESOLUCION publicando caducidad de concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de León.
305	22827	21-XII-72	Ind.	RESOLUCION publicando otorgamiento de concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de Valencia.
305	22826	21-XII-72	Ind.	RESOLUCION publicando cancelación de permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Lugo.
308	23015	25-XII-72	Ind.	RESOLUCION publicando otorgamiento del permiso de investigación minera citado, Dirección General de Minas.
308	23015	25-XII-72	Ind.	RESOLUCION otorgando permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Córdoba.
308	23015	25-XII-72	Ind.	RESOLUCION otorgando permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Granada.
308	23015	25-XII-72	Ind.	RESOLUCION publicando caducidad de permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Lugo.
308	23015	25-XII-72	Ind.	RESOLUCION publicando otorgamiento de permiso de investigación Delegación Provincial de Málaga.
309	23060	26-XII-72	Ind.	RESOLUCION publicando otorgamiento de concesión de explotación minera, Delegación Provincial de Oviedo.
310	23109	27-XII-72	Ind.	RESOLUCION publicando otorgamiento de permiso de investigación minera, Delegación Provincial de Castellón.
312	23238	29-XII-72	Ind.	RESOLUCION publicando caducidad de concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de Ciudad Real.
4	190	4-I-73	Ind.	RESOLUCION publicando caducidad de concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de Sevilla.
6	342	6-I-73	Ind.	CORRECCION de errores de la Orden de 7 de octubre de 1972 por la que se levanta la suspensión del derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación para minerales de cobre en el perímetro denominado "Subsector IV, área I", comprendido en las provincias de Lérida y Huesca.
8	446	9-I-73	Ind.	RESOLUCION publicando otorgamiento de permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Avila.
8	446	9-I-73	Ind.	RESOLUCION publicando otorgamiento de permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Burgos.
10	588	11-I-73	Ind.	RESOLUCION publicando otorgamiento de permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Córdoba.
11	643	12-I-73	Ind.	RESOLUCION publicando cancelación de permiso de investigación minera, Delegación Provincial de Burgos.
11	644	12-I-73	Ind.	RESOLUCION publicando otorgamiento de permiso de investigación minera, Delegación Provincial de Salamanca.
17	1039	19-I-73	Ind.	RESOLUCION publicando caducidad de permiso de investigación minera, Delegación Provincial de Oviedo.
18	1116	20-I-73	Ind.	RESOLUCION publicando caducidad de permiso de investigación minera, Delegación Provincial de Valencia.
18	1116	20-I-73	Ind.	RESOLUCION publicando otorgamiento de permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Sevilla.
19	1200	22-I-73	Ind.	RESOLUCION publicando caducidad permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Ciudad Real.
19	1200	22-I-73	Ind.	RESOLUCION publicando caducidad permiso de investigación minera, Delegación Provincial de Granada.

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
19	1201	22-I-73	Ind.	RESOLUCION publicando caducidad permiso de investigación minera, Delegación Provincial de Guipúzcoa.
19	1201	22-I-73	Ind.	RESOLUCION publicando caducidad permiso de investigación minera, Delegación Provincial de Oviedo.
19	1201	22-I-73	Ind.	RESOLUCION publicando caducidad permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Sevilla.
19	1201	22-I-73	Ind.	RESOLUCION publicando caducidad permiso de investigación minera, Delegación Provincial de Valencia.
21	1338	24-I-73	Ind.	RESOLUCION publicando otorgamiento de permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Murcia.
22	1423	25-I-73	Ind.	RESOLUCION publicando caducidad de concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de Almería.
22	1424	25-I-73	Ind.	RESOLUCION publicando caducidad de concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de Avila.
22	1424	25-I-73	Ind.	RESOLUCION publicando otorgamiento de permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Cáceres.
23	1502	26-I-73	Ind.	RESOLUCION publicando caducidad permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Ciudad Real.
23	1502	26-I-73	Ind.	RESOLUCION publicando cancelación de solicitud de permiso de investigación, Delegación Provincial de León.
24	1566	27-I-73	Ind.	RESOLUCION publicando otorgamiento de concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de Alicante.
24	1567	27-I-73	Ind.	RESOLUCION publicando cancelación de permiso de investigación minera, Delegación Provincial de Vizcaya.
28	1861	1-II-73	Ind.	RESOLUCION publicando cancelación de permiso de investigación minera, Delegación Provincial de Salamanca.
HIDROCARBUROS				
305	22825	21-XII-72	Ind.	ORDEN aprobando el convenio de colaboración y operaciones entre ENPASA-ENPENSA-CIEPSA y APEX para el permiso de investigación "Bureba".
26	1715	30-I-73	Ind.	DECRETO adjudicando permiso de investigación de hidrocarburos a don Laureano Miró Ferres en la zona I (Península).
RESERVAS				
300	22396	15-XII-72	Ind.	ORDEN autorizando la reserva provisional a favor del Estado para toda clase de sustancias minerales, exceptuados los radiactivos e hidrocarburos fluidos, en una zona denominada "Sierra de la Demanda", comprendida en las provincias de Burgos, Logroño y Soria.
300	22397	15-XII-72	Ind.	ORDEN autorizando la reserva provisional a favor del Estado de toda clase de sustancias minerales, excepto radiactivos e hidrocarburos fluidos, en la zona denominada "Sierra Menera", comprendida en las provincias de Guadalajara y Teruel.
6	342	6-I-73	Ind.	ORDEN autorizando la reserva provisional a favor del Estado para investigación de toda clase de sustancias minerales, exceptuados los hidrocarburos fluidos, en el perímetro denominado "Meirama", comprendido en la provincia de La Coruña.

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
11	641	12-I-73	Ind.	ORDEN estableciendo la reserva provisional a favor del Estado para toda clase de sustancias minerales, exceptuados los radiactivos e hidrocarburos fluidos, en una zona denominada "Riaza", comprendida en las provincias de Segovia, Guadalajara y Soria.
23	1501	26-I-73	Ind.	ORDEN prorrogando la reserva provisional a favor del Estado para investigación de toda clase de sustancias minerales excluidos los radiactivos, carbón e hidrocarburos, con reducción de superficie y la denominación de "Zona Hiendelaencina-Cerro del Otero", comprendida en la provincia de Guadalajara.
23	1501	26-I-73	Ind.	ORDEN levantando la reserva provisional a favor del Estado en la "Zona Sur", de las provincias de Murcia y Almería, con excepción de la parte denominada "Zona 2.ª", para la que se dispone prórroga.
VARIOS				
287	21342	30-XI-72	O. P.	RESOLUCION otorgando a la Comunidad de Aguas Lucky continuación perforación de una galería que le fue autorizada en terrenos de particulares en el lugar conocido por Hoya de los Cardos, en término municipal de Santiago del Teide (Santa Cruz de Tenerife).
287	21343	30-XI-72	O. P.	RESOLUCION publicando autorización para ejecutar en el monte de propios de Icod de los Vinos (Santa Cruz de Tenerife) la continuación de una galería para alumbramiento de aguas subterráneas.
291	21731	5-XII-72	O. P.	RESOLUCION autorizando al Ayuntamiento de San Vicente dels Horts (Barcelona), aprovechar aguas subálveas del río Llobregat y riera de Torrellas, en su término municipal, para abastecimiento.
2	72	2-I-73	O. P.	RESOLUCION autorizando a don Antonio Siñol Torras para aprovechar aguas subálveas del torrente Riu d'Agost, en término municipal de Torre de Claramunt (Barcelona), con destino a riegos.
2	73	2-I-73	O. P.	RESOLUCION concediendo a don Adrián Pasarell Díaz y don Florencio Traveset Ribera autorización para aprovechar aguas subálveas del torrente Montrabat, en término municipal de Lloret de Mar (Gerona), con destino a riegos y abastecimiento de una urbanización.
11	642	12-I-73	Ind.	RESOLUCION aprobando el proyecto de disposición general de la IV Planta Siderúrgica Integral y se autorizan las instalaciones correspondientes a la primera fase de la laminación en frío.
17	1034	19-I-73	O. P.	RESOLUCION publicando autorización otorgada a don Eulalio Aumonio García García para ejecutar labores de alumbramiento de aguas subterráneas en el Barranco de Santiago, en término municipal de Valverde (Santa Cruz de Tenerife).
28	1860	1-II-73	Ind.	RESOLUCION publicando la declaración de minero-medicinal de las aguas del manantial citado, Delegación Provincial de Guipúzcoa.

Notas bibliográficas

GEOLOGIA

G. BROGNON: *Geologia da plataforma continental de Angola*. Estudos, Notas e Trabalhos do S. F. M. Vol. XXI, fascs. 3-4, págs. 131-146, septiembre 1971.

Presenta algunas informaciones sobre la geología del litoral angolano, que suponen relacionadas con la deriva continental, y referentes a la estratigrafía costera y sus depósitos salíferos, y a la petrografía del zócalo y a la actividad volcánica en esa zona.

Formula una hipótesis de trabajo que tiende a explicar natural y lógicamente la existencia de fosas supra e infra-salíferas y según el autor se da una orientación nueva y generalizada para la investigación de nuevos yacimientos de petróleo en Angola.—L. DE A.

C. GOUDER DE BEURAGARD, P. LEPLAT, P. MASSON, J. J. MENNING, P. G. OVERLAU y H. PIERARD: *Estudo sedimentológico e geoquímico do quifangondo do Campo de Quenguela Borte bacia do Cuanza (Angola)*. Estudos, Notas e Trabalhos do S. F. M. Vol. XXI, fascs. 3-4, páginas 165-200, septiembre 1971.

Apoyados en argumentos sedimentológicos y paleontológicos de las estructuras sedimentarias observadas en el estudio detallado de los testigos y diagráfias de los pozos QN21 y QN28 del Campos de Quenguela Norte proponen los autores un modelo de sedimentación que explica la geometría de los cuerpos sedimentarios, reduciendo al mínimo el papel de las fallas en la interpretación.

Un estudio geoquímico de las posibles rocas revela una maduración deficiente de las Margas Negras debida a la falta de hundimiento asociado a una relación arcilla/kerógeno poco favorable.—L. DE A.

MAX M. J. MEIJER: *Breve estudio da biostratigrafia planctonica do oligoceno-mioceno da bacia do Cuanza Angola (Africa Occidental)*. Estudos, Notas e Trabalhos do S. F. M. Vol. XXI, fascs. 3-4, págs. 147-164, septiembre 1971.

Un estudio bioestratigráfico de más de una decena de sondeos en la fosa miocena, en la parte NW de la cuenca de Cuanza, así como algunos sondeos en las estructuras exteriores de la fosa, permiten poner en evidencia la existencia de 9 biozonas planctónicas en Angola, con una secuencia oligocénica-miocénica.

Ha hecho el estudio casi exclusivamente a partir de observaciones de restos de perforación. Fue necesario establecer los límites entre las zonas con base en la última

presencia de una asociación, o de una especie, o que se opone a la primera aparición en el sentido geológico normalmente utilizado en la bioestratigrafía internacional. De esto resulta que las unidades bioestratigráficas aquí propuestas se encuentran algunas veces en posición deslozada relativamente como la división internacional en biozonas.

Destaca la importancia de los resultados obtenidos, en contraste de que en Angola, una gran mayoría de las especies planctónicas se suceden en un orden análogo al establecido en otras localidades, lo que permitirá presentar en el futuro, una división más precisa en biozonas, que para esta parte del Continente Africano muestre claramente tales diferencias a semejanzas con una bioestratigrafía internacional.—L. DE A.

ARMANDO F. LEANZA: *Geología regional argentina*. Academia Nacional de Ciencias. Córdoba, 1972.

Para celebrar el centenario de la fundación de la Academia Nacional de Ciencias Argentina, creada en 1869, se recopilaron en 1969 una serie de trabajos que forman un verdadero compendio de la geología de Argentina. Los títulos de los trabajos y sus autores, figuran a continuación:

Sierras Pampeanas de Córdoba y San Luis, por Carlos E. Gordillo y Andrés N. Lencinas. Sierras Pampeanas de Tucumán, Catamarca, La Rioja y San Juan, por Roberto Caminos. Sierras Pampeanas del Norte de Córdoba, por Hugo N. Lucero. Puna, por Juan Carlos M. Turner. Cordillera Oriental, por Juan Carlos M. Turner. Sistema del Famatina, por Enrique de Alba. Sierras Subandinas y Chaco Salteño, por Alberto Mingramm y Aniello Russo. Subsuelo de la Mesopotamia y Regiones Adyacentes, por Eduardo L. Padula. Precordillera de la Rioja, San Juan y Mendoza, por Guillermo Furque. Bloque de San Rafael, por Pedro Criado Roque. Cinturón Móvil Mendocino Pampeano, por Pedro Criado Roque. Cordillera Frontal, por Roberto Caminos. Cordillera Principal, por Marcelo R. Irigoyen. Tandilia, por Eduardo Holmber. Sierras Australes de Buenos Aires, por Horacio J. Harrington. Cuenca del Salado, por Osvaldo I. Braccacini. Cuenca del Colorado, por Juvenal J. Zambrano. Neuquen, por José H. Digregorio. Cuenca Triásica de Ischigualasto Villa Unión, por Pedro N. Stipanovic y José F. Bonaparte. Cuenca Triásica de Barreal, por Pedro N. Stipanovic. Cuenca de San Luis, por Miguel A. Flores y Pedro Criado Roque. Macizo de Somun Cura, por Pedro N. Stipanovic y Eduardo J. Methol. Región Extraandina de Chubut y Norte de Santa Cruz, por Pedro J. Lesta y Roberto Ferello. Andes Patagónicos Septentrionales, por Raúl N. Dessanti. Andes Patagónicos

Australes, por Armando F. Leanza, Patagonia Austral Extra Andina, por Aniello Russo y Miguel A. Flores. Cuenca de Nirihuau Norquinco Cushamen, por Luis Cazau. Cordillera Fueguina, por Angel V. Borrello, Islas Malvinas, por Angel V. Borrello. Antártida Argentina, por Roberto Caminos. Ciclos Metalogénicos de la Argentina, por Victorio Angelelli y Juan C. Fernández Lima.

La obra consta de 870 páginas, acompañada de una amplia bibliografía sobre geología argentina, así como de un índice alfabético.—L. DE A.

A. HERNÁNDEZ-PACHECO: *Nota previa sobre el complejo basal de la Isla de la Palma* (Canarias). Estudios Geológicos. Vol. XXVII, págs. 255-265, junio 1971.

El núcleo más antiguo de La Palma (Canarias) o "complejo basal" aflora en el fondo de La Caldera de Taburiente, en el centro de la mitad N. de la isla. Al igual que los similares de La Gomera y Fuerteventura, está constituido por una formación muy heterogénea atravesada por complejos filonianos de desarrollo enorme y de composiciones y edades muy diversas. Este complejo basal está separado de las restantes formaciones de la isla por una marcada discordancia erosiva.

Los nuevos datos sobre esta formación permiten distinguir en ella cuatro unidades: 1. Un conjunto de rocas granudas, fundamentalmente gabros y gabros alcalinos, 2. Una formación de rocas sálicas de tipo traquítico sienítico, 3. Una serie de emisiones submarinas de oceánitas, basaltos doleríticos y lavas feldespáticas muy metasomatizadas, 4. Aglomerados volcánicos poligénicos, predominantemente basálticos.

El conjunto está afectado por tres episodios o etapas de intrusiones filonianas que alcanzan un desarrollo enorme. La primera y más antigua afecta a las tres unidades inferiores antes citadas. Una segunda serie de intrusiones afecta a estas tres y a los aglomerados. Una tercera y última serie de intrusiones afecta a la totalidad del complejo basal. Representan en parte conductos de emisión de las series fisurales miocenas que se apoyan en discordancia erosiva sobre aquél, formando las paredes del circo de La Caldera.

Las rocas granudas (en especial los tipos alcalinos) tienen caracteres subvolcánicos y podrían significar las raíces de emisiones premiocenas ya erosionadas que formaron la isla primitiva. Las lavas almohadilladas representan emisiones relacionadas con episodios del primitivo volcanismo submarino que formó el núcleo de la isla. Algunos episodios posteriores, también submarinos, están relacionados con movimientos ya más recientes de emersión y hundimiento de la isla. La formación de aglomerados volcánicos son restos de emisiones posiblemente relacionadas con series basálticas fisurales anteriores a las de la pared de La Caldera, en gran parte erosionadas pero aún reconocibles en la zona central y N de la isla.

Estos caracteres indican, aun dentro de su semejanza,

algunos aspectos distintos con respecto a los complejos basales de las otras islas citadas y, por otra parte, coincidencias marcadas con los núcleos de algunas de las islas del archipiélago de Cabo Verde.—L. DE A.

V. SÁNCHEZ CELA: *Estudio geológico del Triás del borde Prebético* (Linares-Alcaraz). Estudios Geológicos. Volumen XXVII, págs. 213-238, junio 1971.

En este estudio estratigráfico-petroológico de los materiales triásicos prebéticos, se establece fundamentalmente el carácter germánico de la formación y define por criterios estratigráficos-petroológicos el Buntsandstein, Muschelkalk y Keuper. Define los ambientes sedimentarios y estudia petroológica-sedimentológicamente los diferentes materiales que los componen.

El Buntsandstein está representado por facies detríticas; el Muschelkalk por facies detríticas y calco-dolomíticas generalmente fosilíferas, y el Keuper por facies evaporíticas, con intercalaciones en la base de facies detríticas muy someras. Los caracteres sedimentológicos de los materiales detríticos nos indican que fueron transportados en gran parte por el viento y depositados en cuencas someras salobres, aisladas del mar bajo un ambiente de características desérticas. Descarta el transporte por las aguas continentales fluviales y la sedimentación en cuencas marinas abiertas.

Las diferencias estructurales existentes entre la parte occidental y oriental de este borde prebético fueron originadas por las intrusiones graníticas terciarias, las cuales afectaron y levantaron a los materiales de la parte occidental, y por la tectónica de deslizamientos, cobijaduras y fallas debidas a empujes de origen bético con efecto en los materiales de la parte oriental.—L. DE A.

A. CENDRERO UCEDA: *Estudio geológico y petroológico del complejo basal de la isla de La Gomera* (Canarias). Estudios Geológicos. Vol. XXVII, págs. 3-73, marzo 1971.

Existen en la isla de La Gomera dos unidades grandes claramente diferenciadas: el complejo basal, y las series volcánicas posteriores. Establece el autor una sucesión estratigráfica y cronológica detallada para la isla, y estudia la petrología, mineralogía y quimismo de las rocas basales.

Los materiales del complejo basal son rocas plutónicas básicas, volcánicas y sedimentarias atravesadas por un enjambre de diques densísimos que representa del 60 al 80 por 100 del volumen total.

Las rocas del complejo plutónico están atravesadas por intrusiones posteriores de rocas alcalinas, con la producción en aquéllos, de efectos metasomáticos de alcalinización.

Interpreta las rocas plutónicas básicas bandeadas como formadas por sedimentación gravitatoria de cristales en

un magma básico perturbado por corrientes de convección. El emplazamiento de estos materiales tuvo lugar en varias etapas y no en un episodio único.

El complejo plutónico pudo originarse durante la formación de una zona de rift en el borde del atlántico, representando dicho complejo los diferenciados, muy poco evolucionados, de la parte superior del manto o de la parte inferior de la corteza, descubiertos al separarse los bloques continentales. Las rocas de la serie submarina cubrieron dichos materiales con posterioridad.

Apoyan la idea anterior los caracteres del enjambre de diques que atraviesa el complejo basal, así como los rasgos geofísicos de la zona. Dichos caracteres ponen de manifiesto que el complejo basal representa, muy probablemente, el substrato de una antigua zona de rift cuya actividad se continúa de forma muy atenuada. Este rift es aproximadamente paralelo al borde continental y probablemente se formó en relación con el origen de la cuenca atlántica.

El enjambre de diques representa las raíces de importantes erupciones que debieron tener lugar durante la formación de dicho rift. Los productos superficiales de dichas erupciones fueron completamente destruidos durante el período de erosión representado por la discordancia que separa al complejo basal de las series posteriores.

La primera actividad volcánica posterior al largo período de erosión mencionado fue de carácter sálico y consistió en erupciones de cúmulos domos que se imbricaron entre sí. Los distintos tipos de rocas presentes en esta serie pudieran haberse formado por contaminaciones de un magma fonolítico por xenolitos basálticos.

Estas erupciones sálicas fueron seguidas de un período de erosión, después del cual se produjeron varios ciclos de actividad efusiva y explosiva basáltica, interrumpidos con períodos de erosión. Intercaladas con estas emisiones basálticas se originaron algunas erupciones de domos traquíticos y fonolíticos.—L. DE A.

JOAQUÍN ARMENGOT y CARLOS MARTÍNEZ DÍAZ: *El carbonífero al sur del batolito de los Pedroches*. Revista Española de Micropaleontología. Vol. XXX, págs. 211-213, diciembre 1972.

Describe la situación de los yacimientos del Carbonífero inferior ricos en microfauna, situados en la provincia de Córdoba, así como los principales rasgos estructurales de esta unidad cronológica. Al mismo tiempo citan la microfauna encontrada en ellos y que ha servido para su datación.

PROF. DR. P. SCHMIDT-THOMÉ: *Lehrbuch der Allgemeinen Geologie*. Band II: Tektonik: Institut der Technischen Universität für Geologie, München, 1972. XIX, 579 Seiten, 299 Einzelabbildungen. Format: 15,5×24 cm. Ganzleinen, ISBN, 3-432-01792.

PROF. DR. P. SCHMIDT-THOMÉ: *Tratado de Geología General*. Tomo II, Tectónica. Instituto Geológico de la Universidad Técnica de Munich (Alemania), 1972. XIX, págs. 579, 299 grabados. Tamaño: 15,5×24 cm. En tela. ISBN 3-432-01792.

La presente obra es el tomo segundo del Tratado de Geología General (Lehrbuch der Allgemein en Geologie) que por diversas circunstancias estaba por hacer, años después de que se hallaran en el comercio los tomos primero y tercero.

Para no perder el enlace con los ya publicados, el tomo de Tectónica continúa la numeración de sus capítulos, si bien señalando al lado de cada uno de éstos el número propio correspondiente. Son cinco los capítulos de este tomo. El primer capítulo, que es el 18 de la obra general, se destina al estudio de las formas principales de la deformación de la corteza terrestre y de las de dimensiones pequeñas pero perceptibles. Ambos grupos, tan diferentes aparentemente, tanto por su magnitud como por su dinamismo comprenden el primero la epirogénesis y el segundo la tectogénesis u orogénesis. En el segundo capítulo (=19 de la obra general) se trata de algunas estructuras principales como resultante de la acción de una determinada fuerza y de la deformación del substrato rocoso por ella producida. Luego se interpreta el efecto producido desde el punto de vista mecánico. El capítulo tercero (=20 general) trata de fenómenos de larga duración, que llevan a tipos de gran complicación tectónica: a las orogénesis y estructuras de mantos de corrimiento. El capítulo cuarto (=21 general), en cambio, se ocupa de tipos de la corteza terrestre de carácter no orogénico, tanto de la corteza terrestre emergida, es decir de la "tierra firme" como de la sumergida bajo los océanos. Por último, en el capítulo quinto (=22 general) se establecen las relaciones que existen entre las estructuras corticales y el planeta considerado en su totalidad. En este último capítulo es exponen las diferentes hipótesis geotectónicas con la debida amplitud, que permiten comprender la génesis y proceso de formación de las cadenas orogénicas y de los fondos oceánicos.

Se reconoce el contraste que existe en la documentación obtenida desde que se empieza a escribir la obra hasta considerarla por terminada. A veces ha sido necesario renunciar a incorporar a la bibliografía obras de interés grande, si bien no deja de incluirse su cita en lugares adecuados.

Este prólogo se termina agradeciendo el autor la ayuda prestada por cuantos han aportado su colaboración.

Índice (resumido). Prólogo. Introducción. Historia de la Tectónica.

Capítulo 18. Formas principales de las deformaciones corticales. Epirogénesis geanticlinales, geosinclinales, anteklises y sineklises, transgresiones y regresiones, morfología y deformaciones de gran extensión de la corteza terrestre emergida, causas posibles de las deformaciones corticales.

Tectogénesis (estructuras tectónicas, pliegues, fallas: sus clases, pizarrosidad, diaclasas, grietas, filones, fosas, horsts, galerías de fallas). Mantos tectónicos, mantos cizallantes, mantos autóctonos.

Formas superficiales como expresión de las deformaciones de las rocas. Diagramas tectónicos.

Capítulo 19. Solidez y deformación de las rocas (Heterogeneidad, anisotropía, resistencia a la presión, a la tracción, al cizallamiento).

Deformación de las rocas, tensiones. Elasticidad, fluidez, plasticidad, fracturación, fluidificación.

Deformación de las rocas debidas a movimientos parciales. Cizallamiento, sus clases. Apizarramiento transversal. Plegamiento, sus tipos. Abollones y flexuras. Diaclasas. Fallas.

Tectónica inarmónica. Tectónica de pisos. Tectónica salina. Tectónica magmática.

Capítulo 20. La evolución de los movimientos corticales en el tiempo y en el espacio.

1. Determinación del tiempo en que tienen lugar los fenómenos tectónicos por métodos geocronológicos. Discordancias como señales geocronológicas. Concordancias. Concordancias en estructuras sedimentarias. 2. División de la historia geológica según los fenómenos tectónicos. 3. Epirogénesis, tectogénesis y orogénesis. 4. El orógeno en el tiempo y en el espacio. El período geosinclinal. El período orogénico. Ciclo orogénico-magmático. El orógeno después de su ciclo genético.

Capítulo 21. Tipos de estructura de la corteza terrestre 1: Orógenos, sus tipos. Cordilleras caledónicas y variscas (hercinianas). Cordilleras alpidicas. Los Alpes. El arco de Gibraltar. Los Pirineos. El Himalaya. Las cordilleras andinas. 2: las cadenas jurásicas como tipo de transición. 3: Tipos de corteza terrestre no orogénica. Estructuras en bloques fallados. Tectónica sajona en Europa. Zonas de grandes fracturas y fosas tectónicas. El Mar Rojo. Fosas africanas. Lineamientos (geosuturas). El escudo báltico. Angara (Siberia). El escudo canadiense. Australia. Antártida. 4: tipos de corteza terrestre de los fondos oceánicos en la zona de transición a la tierra emergida. La región nerítica. El talud continental. Guirnalda insulares. Fosas oceánicas lineales. 5: Tipos de corteza terrestre de las fosas oceánicas. Lineamientos oceánicos. Las crestas de las profundidades oceánicas medias y otros relieves submarinos.

Capítulo 22. La Corteza terrestre y el interior del planeta; Geotectónica. 1. La corteza terrestre (Corteza terrestre emergida; corteza terrestre submarina). 2. El manto terrestre y el núcleo planetario. 3. Geotectónica. Tectonofera. Relaciones entre Geotectónica y Magma. 4. Hipótesis geotectónicas: teoría de la contracción cortical; teoría de las pulsaciones telúricas; teoría de las oscilaciones; teoría de las undaciones; teoría de las corrientes subcorticales; teoría de los desplazamientos de los continentes; teoría de la expansión planetaria. Observación final.

Índice de autores.

Índice de lugares y materias citadas.—J. G. DE LL.

GEOLOGIA APLICADA

A. A. SOARES DE ANDRADE: *Sobre a geologia e metalogenia da regio de Valpaços-Vilarandelo-Sonim (Tras-os-Montes) V as miniralizações volframíticas.* Estudos, Notas e Trabalhos do S. F. M. Vol. XXI, fascs. 1-2, págs. 87-100, septiembre 1971.

Describe rápidamente los índices volframíticos de la región de Valpaços-Vilarandelo-Sonim (Tras-os-Montes). Los datos de laboratorio y sobre todo, los de campo son compatibles con una hipótesis de un origen por removilización herciniana (granitización) de preconcentrados probablemente silúricos. Llama igualmente la atención en el interés de la asociación Sb-W-Hg en la metalogénesis transmontana.—L. DE A.

F. GOMES DA SILVA: *Sobre a geologia e metalogenia da regio de Valpaços-Vilarandelo-Sonim (Tras-os-Montes) IV petroquímica.* Estudos, Notas e Trabalhos do S. F. M. Vol. XXI, fascs. 1-2, págs. 81-86, septiembre 1971.

Generaliza consideraciones sobre la petroquímica de las formaciones de la región de Valpaços-Vilarandelo-Sonim (Tras-os-Montes).

Efectúa análisis químicos con técnicas de absorción atómica.

Establece los números de Niggli y normas CIPW de algunas rocas graníticas y metamórficas.—L. DE A.

J. M. FARINHA RAMOS, F. GOMES DA SILVA, J. S. MAGALHAES, C. A. REGENCIO MACEDO, A. A. SOARES DE ANDRADE, M. B. SOUSA y L. E. NABAIS CONDE: *Sobre a geologia e metalogenia da regio de Valpaços-Vilarandelo-Sonim (Tras-os-Montes) I Considerações Gerais.* Estudos, Notas e Trabalhos do S. F. M. Vol. XXI, fascs. 1-2, págs. 7-18, septiembre 1971.

En la región estudiada afloran principalmente granitos hercinianos intruidos en metasedimentos de edad probablemente silúrica.

Los autores hacen una exposición general sobre los aspectos geológico, petrológico, químico y metalogénico que son discutidos detalladamente en trabajos anexos.—L. DE A.

REGENCIO MACEDO, C. A. FARINHA RAMOS y J. M.: *Sobre a geologia e metalogenia da regio de Valpaços-Vilarandelo-Sonim (Tras-os-Montes) II petrografia e petrologia das rochas eruptivas.* Estudos, Notas e Trabalhos do S. F. M. Vol. XXI, fascs. 1-2, págs. 19-54, septiembre 1971.

Individualizan y describen macroscópicamente y microscópicamente 8 tipos de granitos agrupados en 2 series:

una calco-alcalina comprendiendo los granitos de Rebordelo (sintectónico) y Aguas Frias (post tectónico) éste aflorando fuera del área en estudio, y otra alcalina comprendiendo los granitos de Alvarelos y Valle de Gouvinhas (sintectónicos) y Valpaços, Aplogranito, Sa y Cerdeira (post-tectónicos).

Hacen una tentativa de comparación con las unidades que afloran en Galicia.

Por comparación con los resultados obtenidos experimentalmente y conocidos en la literatura, llegan a conclusión de que los granitos del área en estudio fueron intruidos en condiciones epizonales, con excepción para el granito de Rebordelo, cuyas condiciones de intrusión podrían haber sido epi-mesozonales.—L. DE A.

M. B. SOUSA: *Sobre a geologia e metalogenia da regio de Valpaços-Vilarandelo-Sonim (Tras-os-Montes) III petrografia e petrologia das rochas metamórficas modificadas pelos plutonitos pos-tectonicos del Valpaços e de Sá.* Estudos, Notas e Trabalhos do S. F. M. Vol. XXI, fascs. 1-2, págs. 55-80, septiembre 1971.

Presenta en este trabajo el estudio mineralógico y petrológico de la acción del metamorfismo termal, originado por los plutones de Valpaços y de Sá. Define una zonabilidad y simultáneamente se da cuenta de que el metamorfismo presente en la región fue polifásico. Concede especial importancia al estudio petrográfico de las asociaciones mineralógicas encontradas en diversas zonas. Establece una relación cronológica entre la deformación y crecimiento de los minerales de metamorfismo, y hace una tentativa de correlación con algunos autores. Los datos observados y el examen de algunos diagramas experimentales, función de P-T, le permiten concluir que los granitos de Valpaço y de Sá corresponden a intrusiones epi-zonales.—L. DE A.

MARIE - JOSÉ PAVILLÓN: *Paleogeographies, volcanismes, structures, mineralisations plombo-zincifères et heritages dans l'est des cordillères Betiques (Zones internes).* Tesis de la Universidad de París para el acto de Colación del Grado de Doctor celebrado en 7 de diciembre de 1972.

Esta obra consta de 624 páginas más un apéndice con interesantes aportaciones cartográficas.

Está dividida en tres partes, que son:

Primera parte: Datos cronológicos, y cuenta con los siguientes capítulos; I. El sustrato, II. La serie transgresiva, III. Los terrenos mesozoicos, IV. Del Mioceno al Cuaternario.

Segunda parte: Se refiere a Análisis geológico y fitológico, sector por sector continuando con los capítulos: V. La ventana discordante en la región al Este de Portman, VI. La cobertura triásica de Cartagena al Cabo de

Palos, VII. El manto piritoso de los Blancos, VIII. El manto de greenalita en la región del Sancti-Spiritus, IX. El Manto piritoso plegado en la región de Brunita-Gloria San José, X. La cuenca sedimentaria del Llano, XI. La planicie de la Unión, XII. El Trias entre Peñas Blancas y Cabo Tiñoso, XIII. Borde Norte-Este de la Sierra de lo Alto y sus estructuras, XIV. Borde Sur-Oeste de la Sierra de lo Alto. Sus caracteres de flexión, XV. Perín, El Cañar, Cortijo del Bosque-Zona de unión, XVI. Morfología y volcanismo de la cuenta de Mazarrón, XVII. Reservas de los Algezares y Sierra de las Moreras, XVIII. La transgresión Triásica de la ventana del Amir y la Región del Ramonete.

La tercera parte es la de las conclusiones contiene los siguientes capítulos: XIX. Los puntos claves, XX. El estilo tectónico, XXI. Volcanismo y manifestaciones hidrotermales, XXII. Erosión, paleomorfología y transgresión, XXIII. Génesis metalogénica, Líneas volcánicas y sedimentarias, XXIV. Bosquejo de una carta metalogénica, sus aplicaciones.

Completan la obra una lista de referencias bibliográficas.—L. DE A.

MARIE-JOSÉ PAVILLÓN: *Evolution des phenomenes volcaniques dans l'est des cordillères Betiques (zones internes).* Geologie Appliquée Université Paris VI, pág. 54, 1972.

Según la autora, cinco fases volcánicas importantes forman la historia geológica de esta región, que considera muy compleja. Las rocas básicas no admiten prácticamente diferenciación. Son de edades muy diferentes, no se parecen químicamente y se contraen a un límite de formaciones calco-alcalinas y alcalinas. Las rocas volcánicas post-tectónicas de edad pliocena, están corrientemente contaminadas por las rocas encajantes, la asimilación es incompleta si bien las rocas volcánicas brechíticas tienen composición química muy variable. Las coladas básicas metamórficas (¿de edad jurásica?) comparadas con las series volcánicas de las cadenas plegadas parecen ser próximas a las series ofiolíticas pero sólo ocupan, en estas series, una posición media entre grabos y prasinitas. Son de origen más rico en sílice.

La intervención del volcanismo de diferentes épocas, en la región de Cartagena-Mazarrón, conducen a la autora a planear un estudio que puede seguir las etapas evolutivas en el cuadro regional, considerando las variaciones químicas de un magma productivo por metasomatismo hidrotermal con y sin aportes, comparándolo con las coladas básicas u ofiolitas. Este ensayo integra las rocas volcánicas en la historia geológica de una región compleja. Consideramos que los análisis sobre 19 muestras, no son suficientes para establecer conclusiones estadísticas geoquímicas.

Ciertos elementos químicos especialmente Plomo, Hierro, Cinc y contenidos en los estratos son movilizados y desplazados por el volcanismo. Se trata sin duda de metasomas, siliciosos con las Keratofiras del carbonífero infe-

rior, ferruginosas con las doleritas del mioceno inferior, o bien de formaciones de filones mineralizados como con las riolitas basálticas pliocenas. Los balances químicos, en el caso de las doleritas, muestran un aporte considerable de Fe y de Ti, este último migrando más lejos, menor cantidad de Si, Pb, Zn y S, y una pérdida muy importante de Ca y ligera de Mg, así como de migraciones de poca amplitud desde las doleritas hacia las rocas encajantes, fuera de la zona metasomática. Por otra parte, el estudio petrográfico y químico de la alteración deutérica de las doleritas conducen a distinguir tres etapas sucesivas con un comportamiento diferente de K según la composición química primitiva de la roca.—L. DE A.

GEOFISICA

J. PINTO PEIXOTO y L. A. MENDES VICTOR: *A analyse espectral aplicada a geofísica*. Estudos, Notas e Trabalhos do S. F. M. Vol. XXI, fascs. 1-2, págs. 101-130, septiembre 1971.

Presentan los principios que rigen la aplicación del análisis espectral a los problemas de Geofísica. En particular muestran que el análisis espectral de los sismogramas, son informaciones que conducen al mejor conocimiento de la estructura interna de la tierra. La respuesta de la Tierra a una excitación y a un proceso casual que tiene un espectro no-blanco constituye una características del proceso. Es posible filtrar un mensaje que traduzca las propiedades de la estructura geológica de la región. Presentan los autores algunos ejemplos de estas aplicaciones.—L. DE A.

PALEONTOLOGIA

O. DUCASSE: *Les ostracodes de la coupe de campo (provincia Huesca, Espagne)*. Revista Española de Micropaleontología. Vol. XXX, págs. 273-289, diciembre 1972.

El estudio de los Ostracodos de la sección de Campo le ha permitido al autor establecer 5 biozonas y precisar sus características paleoecológicas y estratigráficas.

Publica un cuadro donde puede apreciarse la relación existente entre las cinco biozonas y la litología, la interpretación de las facies sedimentarias y las zonaciones y dataciones basadas en el estudio de los foraminíferos.—L. DE A.

LUKAS HOTTINGER y GEORG KRUSAT: *Un foraminifere nouveau intermédiaire entre opertorbitolites et somalina de L'Iurdién Pyreneen*. Revista Española de Micropaleontología. Vol. XXX, págs. 249-271, diciembre 1972.

El Oportorbitolites intermedius n. sp. caracteriza la parte superior del Iurdiense pirenaico. Posee canales laterales entre las laminillas que cubren la superficie lateral de la concha discoidal. Estos canales representan una primera etapa de la génesis de las camaritas laterales de Somalina y según los autores ofrecen un argumento morfológico para conservar el taxón genérico Oportorbitolites.—L. DE A.

FRANZ ALLEMANN y ROLF SCHROEDER: *Spiriconulus perconigi n. gen. n. sp. a Vew middle jurassic foraminifer of Oman and Spain*. Revista Española de Micropaleontología. Vol. XXX, págs. 199-209, diciembre 1972.

Describe el género nuevo de foraminíferos, Spiroconulus, representado por el genotipo S. perconigi n. sp. procedente de dos regiones muy distantes: Norte del Oman y Sur de España.

En ambos casos el género nuevo está asociado con "Dyctioconus" cayeuxi Lucas, forma encontrada hasta el momento solamente en rocas carbonatada jurásicas de ambiente marino de aguas someras del Jurásico superior? Dogger, en Africa del Norte, Sur de Europa y Medio Oriente.

FRANÇOISE MAGNIEZ: *Spiroplectamminoides, nouveau genre des foraminifères des formations parauroniennes cantabriques (Espagne)*. Revista Española de Micropaleontología. Vol. XXX, págs. 179-198, diciembre 1972.

Describe un género nuevo de Foraminíferos aglutinantes, Spiroplectamminoides, y de tres nuevas especies, S. productus, S. angulosus, S. gracilis, recogidos en formaciones calcáreo-margosas con Orbitolinas, para-uronienses de la Cordillera cantábrica. Estudia la morfología externa y la estructura interna.—L. DE A.

HEINZ KOZUR y OTTO J. SIMON: *Contribution to the triassic microfauna and stratigraphy of the betc zone (southern Spain)*. Revista Española de Micropaleontología. Vol. XXX, págs. 143-158, diciembre 1972.

Dan a conocer por primera vez escleritos de Holoturias, bastante bien conservados, de sucesiones de rocas triásicas epimetamórficas, fuertemente tectonizadas. Describen nueve nuevas especies y subespecies. Así como la estratigrafía y tectónica de las regiones en las cuales se encontraron las rocas con Holoturias. Llamen la atención sobre el hecho de que la microfauna triásica puede ser muy valiosa para establecer una estratigrafía de detalle, también en sucesiones de rocas epimetamórficas.—L. DE A.

J. MARTÍNEZ GALLEGU: *Bioestratigrafía de la zona de globorotalia pseudomenardii (base del paleoceno superior) en el sector de Alamedilla (provincia de Granada)*. Revista Española de Micropaleontología. Volumen XXX, págs. 131-141, diciembre 1972.

Cerca de Alamedilla estudió un corte correspondiente a la base del Paleoceno superior (zona de Globorotalia pseudomenardii. Dicho corte se encuentra representado bajo la facies de "capas roja". Junto a Globorotalia pseudomenardii ha determinado 10 especies de globorotalia, 1 de Globigerina y otra de Subbotina.

Discute la distribución vertical de las siguientes especies: Globo rotalia praecursoria, Globorotalia uncinata, Globorotalia mckannai, Globorotalia aequa y Globorotalia marginodendata.—L. DE A.

PETER MARKS: *Late cretaceous planktonic foraminifera from prebetic tectonic elements near Jaén (southern Spain)*. Revista Española de Micropaleontología. Volumen XXX, págs. 99-123, diciembre 1972.

En dos localidades cerca de Jaén (España meridional) se encontraron faunas ricas de foraminíferos planctónicos del Cretáceo terminal. Estudia por separado las dos localidades y describe la fauna del Maastrichtense terminal de Le Lendinez. Más de veinte especies de Globotruncánidos y Planomalínidos, y más de quince especies de Heterohelícidos permiten reconocer la existencia de las zonas A. mayoroensis y de G. gansseri.—L. DE A.

JOSÉ RAMÍREZ DEL POZO: *Algunos datos sobre la estratigrafía y micropaleontología del aptense y albense al oeste de Santander*. Revista Española de Micropaleontología. Vol. XXX, págs. 59-97, diciembre 1972.

Estudia la microfauna (Foraminíferos y Ostracodos) de cuatro series estratigráficas, dos de ellas comprenden a todo el conjunto del Aptense y Albense y otros dos incluyen solamente al Albense. De acuerdo con la microfauna se pueden distinguir tres zonas mayores y algunas otras menores o subzonas. Hace algunas indicaciones sobre las facies observadas y da dos cuadros con la distribución vertical de los principales microfósiles determinados que reproduce fotográficamente, igual que las microfacies más características.—L. DE A.

SEBASTIÁN CALZADA BADÍA: *Torinosuella sp. y coprulus sp. en el valanginiense y hauteriviense de Garraf*. Revista Española de Micropaleontología. Vol. XXX, págs. 51-58, diciembre 1972.

La edad estratigráfica de las series basales del macizo de Garraf (Barcelona) fue tema de discusión. Nuevos hallazgos micropaleontológicos indican que la serie abar-

ca desde el Jurásico superior al Hauteriviense medio. Da un resumen histórico del género Torinosuella Maync. 1959, y describe Torinosuella sp. del Valanginiense-Hauteriviense de Garraf. Por vez primera cita el género Coprulus, en forma de coprolitos libres, en el macizo de Garraf.—L. DE A.

FRITZ H. CRAMER: *Acritarchs from the upper middle cambrian oville formation of León, northwestern Spain*. Revista Española de Micropaleontología. Vol. XXX, págs. 39-50, diciembre 1972.

En la formación de Oville (Cámbrico medio superior) que aflora en la provincia de León (España), se encontró una asociación muy bien preservada de fitoplancton marino. Abundan nueve "taxa", cinco de ellos, inéditos aún, son descritos en este estudio; Multiplicisphaeridium lancarae, M. martae, M. raquelinae, Cymatiosphaera evillensis y Zonosphaeridium ovillensis. Evalúan los alcances cronestratigráficos de los oodios y de los diacrodios, y concluyen que ambos alcances deben limitarse al Tremadoc-Ordovícico superior y no al Cámbrico-Ordovícico superior.—L. DE A.

ENRICO PERCONIG: *Heterostegina Gómez Angulensis nueva especie del mioceno superior español y heterostegina complanata meneghini*. Revista Española de Micropaleontología. Vol. XXX, págs. 7-37, diciembre 1972.

Describe la nueva especie Heterostegina gomez-angulensis, procedente del Tortonense superior del borde meridional de la Meseta, donde se encuentran también algunas formas ornamentadas y carenadas de Heterosteginas, entre ellas Heterostegina complanata spiralis Papp y Küpper. Da una nueva diagnosis de Heterostegina complanata Meneghini, establecida sobre topotipos de la isla de Cerdeña, y observa las diferencias taxonómicas entre esta especie y H. gomez-angulensis. Considera las relaciones existentes en las mencionadas Heterosteginas entre el tamaño de la protoconcha; el número de cámaras operculinoides, el de cámaras principales y el de tabiques secundarios; el diámetro de la espiral en distintos momentos del crecimiento de los individuos y el correspondiente diámetro perpendicular. Llega también a la conclusión de que el grupo de Heterostegina complanata y el de Heterostegina costata pertenecen a líneas filogenéticas distintas y paralelas, y que el primero comprende formas más evolucionadas.—L. DE A.

FRANÇOISE MAGNIEZ y PIERRE RAT: *Les foraminifères des formations a spongiaires et tritaxia dans l'aptien-albien cantabrique (Espagne)*. Revista Española de Micropaleontología. Vol. XXX, págs. 159-178, diciembre 1972.

Se distinguen las microfaunas de Foraminíferos recogidos en las formaciones negras calcáreo-detriticas, con es-

pículas de esponjas, del golfo cretácico vasco-cantábrico de las perteneciente a las plataformas urgonianas de la misma edad sobre todo por: a) La presencia de poblaciones de *Tritaxia pyramidata* que no manifiestan una selección debida a transporte por aguas y que contienen individuos de tamaño muy variable. b) La presencia de Foraminíferos plactónicos (*Hedbergella*, *Globigerina*), que indica que no se trataba de lagunas cerradas, sino que existían comunicaciones con el mar abierto. c) Dentro de los Foraminíferos bentónicos, la ausencia de los Orbitolínidos, la escasez y el pequeño tamaño de *Sabaudia*.

Adjunta láminas con los principales Foraminíferos extraídos.—L. DE A.

ERIC FOURCADE, LUIS JEREZ, TOMÁS RODRÍGUEZ y MICHEL JAFFREZO: *El jurásico terminal y el cretácico inferior de la Sierra de la Muela (provincia de Murcia). Consideraciones sobre las biozonas con foraminíferos del Albense-Aptense del sureste de España*. Revista Española de Micropaleontología. Vol. XXX, págs. 215-248, diciembre 1972.

Describen y comparan el Jurásico terminal y el Cretácico inferior entre dos series del Prebético interno de la región de Moratalla.

Discuten sobre la atribución estratigráfica de los Foraminíferos bentónicos de la Sierra de la Muela y de las inmediaciones de Benizar y de Otos, proporcionando nuevas precisiones sobre las biozonas de Foraminíferos del Aptense inferior del Sureste de España.

Adjuntan ilustraciones de los principales Foraminíferos y Algas, acompañando una breve descripción de estas últimas para facilitar su conocimiento y describen una forma nueva: *Cilindroporella benizarensis* n. sp.—L. DE A.

PETROLOGIA ESTRUCTURAL

WEISS, L. E.: *The Minor Structures of Deformed Rocks*. A Photographic Atlas. University of California, Berkeley, Calif. USA. 203 plates, VII, 431 pages. 1972. Berlín-Heidelberg-New York: Springer-Verlag. ISBN 3-540-05828-1.

WEISS, L. E.: *Las estructuras menores de las rocas deformadas*. Un atlas fotográfico, 203 láminas fotográficas. VII, pág. 431. 1972. Berlín-Heidelberg-New York: Springer-Verlag. ISBN 3-540-05828-1.

El autor de esta magnífica serie de preciosas fotografías, de perfecta reproducción, gracias a la finura del papel en que han sido impresas, es profesor de Geología de la Universidad de Berkeley, en la California norteamericana. Ha sido estudiante en la universidad inglesa de Birmin-

gham y Edinburgo de las que ha recibido su título de doctor. Interesado desde sus primeros tiempos en el estudio de las estructuras y composición de las rocas deformadas, cuenta ya en su haber la publicación de numerosas observaciones. Gracias al interés mostrado por el Dr. Springer para que se realizara la reproducción de sus fotografías del modo más perfecto posible, poseemos ahora una valiosa colección de documentos en donde hay que admirar lo mismo la elección de los temas que su exacta reproducción fotográfica y demuestra la pasión del autor tanto por su interés en los problemas geológicos que se le presentan en el terreno, como por su deseo de obtener la mayor exactitud posible en sus publicaciones.

Según nos dice el autor, la finalidad principal de esta obra es familiarizar a los geólogos con estas estructuras menores, que luego forman la base para una mejor interpretación de lo observado en el campo. El texto se ha reducido y los términos usados en la obra son los ya conocidos por todos los geólogos.

Todas las fotos publicadas están hechas por el autor, quien dice que aquéllas reflejan su propio interés en obtenerlas y no el de otros autores. Importante es leer que se han omitido por completo las fallas y diaclasas en estas fotografías aquí reproducidas. Se evita la descripción detallada de las estructuras presentadas, reduciendo su comentario lo más sucintamente posible. Tampoco hay un glosario sino que se emplea el uso de los términos corrientes conocidos por los geólogos.

Aunque el objetivo principal es ilustrar las estructuras menores resultantes de la deformación de las rocas, el autor trata de interpretarlas en sus estudios en el campo y en sus experimentos y consideraciones teóricas, incluyendo algunos comentarios que no oscurezcan la finalidad de las fotos.

Las dimensiones de las páginas y de las láminas es, aproximadamente, de 25,5 por 20 centímetros.

Para definir lo que es una estructura menor o estructura media podría emplearse también, según Weiss, el término "mesoscópico".

Si bien la deformación, en sentido estricto, es una parte del metaforfismo, ni todas las rocas deformadas son metamórficas ni tampoco todas las racos metamórficas están deformadas.

En la Introducción a la descripción de las láminas fotográficas, el autor manifiesta las grandes dificultades que todos encuentran en la precisa denominación de las estructuras menores de las rocas deformadas, o, que ha obligado a veces a renunciar al hallazgo de un criterio satisfactorio. Para demostrar tales dificultades, el autor señala (sin nombrarlo) un libro reciente en donde figuran más de doscientos términos para clasificar los pliegues.

Para evitar estas dificultades, el autor reúne las fotografías en grupos en donde se presentan las estructuras más corrientes, si bien antepone varias fotografías de ejemplos típicos que no figuran en estos grupos y en los

cuales se usan los conceptos de foliación, lineación, fisilidad, distensión, pizarrosidad o esquistosidad y otros.

Un segundo grupo comprende las "estructuras lineales", que abarcan las láminas 52 a 66. Son notables, en realidad todas las láminas, pero sobresalen las 72, 77, 80 y 90. Un tercer grupo (del 141 al 155 comprende los budinages) que en publicaciones más anteriores llamaba acordillamientos, en donde son bien notables las láminas 144 y 146. El grupo siguiente comprende las láminas en donde se ven fracturas y venas. En otro posterior se tratan las estructuras complejas.

Existen buenos ejemplos de fósiles laminados y estirados, como se ve en la lámina 183, donde están representados un *Olenus* y un *Asaphus*.

La obra se termina con una sucinta bibliografía y un índice de materias.—J. G. DE LL.

PETROQUIMICA

FAURE, G.: The Ohio State University Columbus, Ohio; POWELL, J. L.: Oberling College, Oberlin, Ohio. *Strontium Isotope Geology*. Minerals, Rocks and Inorganic Materials. Monographs series of Theoretical and Experimental Studies. Editors: Engelhardt, W. von; Hahn, T.; Roy, R.; Wyllie, P. J. Vol. 5. 51 figs.; IX, 188 pages, 1972. Springer-Verlag. ISBN 3-540-05784-6.

FAURE, G. y POWELL, J. L.: *Geología de los isótopos del estroncio*. Minerales, rocas y materiales inorgánicos. Series monográficas de estudios teóricos y experimentales. Editores: Engelhardt, etc. Volumen 5. 51 figuras, IX, 188 páginas, 1972. Springer-Verlag. Berlín, Nueva York.

Este pequeño volumen, de 24×15 cm. de tamaño, pertenece a la misma serie de la cual se han hecho ya reseñas en esta revista ("Hansen, E.: Strain Facies" y "Braitsch, O.: Salt Deposits, Their Origin and Composition") y tiene la misma finalidad: poner al día los problemas que se han ido realizando en estos últimos veinticinco años en materias que al principio eran simplemente descubrimientos que sólo parecían interesar al mineralogista y apenas al geólogo. Se ha tratado de establecer las relaciones de la geología de los isótopos como coadyuvantes en los problemas de las ciencias geológicas y siderales, estimulando así el interés de los geólogos en las nuevas aplicaciones de los isótopos del estroncio. Este elemento, que tiene una amplia dispersión en el universo es el resultado de la degradación radioactiva del rubidio. Tal propiedad puede ser utilizada para obtener datos respecto a la edad de las rocas en donde se encuentran estos elementos. Como la obra está destinada a los geólogos no especialistas en estas cuestiones, se ha procurado hacerles accesibles las nociones indispensables.

Este libro está dedicado a la memoria de Arthur Holmes al que tanto debemos por su reiterada insistencia en registrar cuantos datos se pudieran relacionar con la radioactividad aplicada a la edad de la tierra.

La obra comprende los siguientes capítulos:

I. *Geoquímica del rubidio y del estroncio*, que, a su vez, abarca los siguientes subcapítulos: 1 Introducción; 2 Rubidio, 3 Estroncio; 4 la relación rubidio/estroncio; sumario.

II *Mediciones y tiempo geológico* resultantes del método rubidio-estroncio.

Dividido en los siguientes subcapítulos: 1 Introducción 2 Descenso (Caída) de ^{87}Rb a ^{87}Sr ; 3 El semiperíodo de ^{87}Rb ; 4 la formación del ^{87}Sr radiogénico en rocas y minerales; 5 el método isocrono de datación; 6 un método de aproximación; 7 los métodos analíticos; 8 sumario.

III. *Aplicaciones de los isótopos del estroncio a la petrogénesis*.

1. Introducción; 2 Evolución del estroncio en la corteza terrestre y en el manto externo; 3 Aplicaciones a la petrología; 4 Sumario.

IV. *Rocas volcánicas*.

1. Introducción.
2. Los datos isotópicos del estroncio en las rocas volcánicas:
 - a) Comentario general. b) Rocas basálticas de las islas oceánicas. c) Basaltos del fondo oceánico. d) Andesitas de los arcos volcánicos. e) Doleritas antárticas y tasmánicas.
3. Variaciones en la relación inicial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ en las distintas provincias geológicas.
 - a) Islas oceánicas. b) Rocas volcánicas continentales.
4. Causas probables en la variación de la composición isotópica de rocas congenéticas.
5. Sumario.

V. *Rocas graníticas*.

1. Introducción.
2. El problema del granito.
3. El valor inicial observado, en las rocas graníticas, de la relación $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$.
4. Su interpretación y discusión.
 - a) Granitos con valor inicial dentro del campo basáltico. El plutón de Salisbury (Carolina del Norte).
 - b) Granitos con elevado valor inicial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$. El granito de Heemskirk (Tasmania occidental).
 - c) Granitos con valor inicial intermedio. La Isla de Skye. Los batolitos fenerozoicos de Norteamérica.
5. Sumario.

VI. *Rocas alcalinas y carbonatitas*.

1. Introducción.
2. Carbonatitas.

3. Rocas alcalinas. a) Rocas potásicas. b) Rocas sódicas. c) Comparación de rocas alcalinas entre América del Norte y África.
 4. Sumario.
- VII. *Rocas ultramáficas y afines.*
1. Introducción.
 2. Relaciones $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ de las rocas ultramáficas.
 - a) La asociación estratificada de gabro, norita y peridotita en macroinclusiones. Anortositas. b) La asociación alpina del tipo peridotita-serpentina, c) Rocas ultramáficas en rocas eruptivas diferenciadas e intrusiones menores. d) Kimberlitas. e) Nódulos ultramáficos.
- VIII. *Rocas sedimentarias y Océanos.*
1. Introducción.
 2. Carbonatos marinos y océanos.
 3. Evaporitas marinas.
 4. Datación de las rocas sedimentarias detríticas.
 5. Glauconita.
 6. Rocas carbonatadas no marinas.
 7. Sumario.
- IX. *Homogenización isotópica del estroncio en los sistemas abiertos.*
1. Introducción.
 2. Metamorfismo de contacto.
 3. Metamorfismo regional.
 4. Conducta en un sistema abierto de muestras de rocas totales.
 5. Meteorización química.
 6. Sumario.
- X. *Meteoritos.*
1. Introducción.
 2. Rubidio y estroncio en meteoritos litíticos.
 3. Le edad de los lititos y sideritos.
 4. La relación inicial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ de los lititos.
 5. Sumario.
- XI. *La Luna.*
1. Introducción.
 2. Basalto lunar.
 3. Relación inicial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$.
 4. Luny Rock I y muestra 12013.
 5. El suelo.
 6. Luna 16.
 7. Sumario.
- XII. *La evolución de la composición isotópica del estroncio terrestre.*
1. Introducción.
 2. Evolución del estroncio en el manto.
 3. Relación inicial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ del gabro y del basalto.
 4. El crecimiento de los continentes.
 5. Sumario.
- Apéndice (lista de valores de la relación $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ y de las edades—en millones de años—de África, Antártica, Asia, Australia y Tasmania, Canadá, Europa, América del Sur, Rusia, Estados Unidos).

La obra termina con una extensa bibliografía, índices de autores y de materias.—J. G. DE LL.

ESPELEOLOGÍA

JUAN MARÍA APELLÁNIZ: *Notas sobre las excavaciones en las cuevas sepulcrales de Albiztey y Arenaza II* (Vizcaya). Kóbie. Grupo Espeleológico Vizcaíno. Diputación de Vizcaya. Bol. 4, págs. 16-19. Bilbao, 1972.

Los enterramientos de la etapa primera fueron hechos en forma, que evitaba una pequeña caída de agua que hoy todavía subsiste. Por el contrario, en un momento determinado de la colocación de los enterramientos, se abandona esta ordenación y se colocan los cadáveres preferentemente en torno a la caída de agua, que para este momento estaba funcionando en todo su apogeo.

En este segundo período de la actividad funeraria, sorprende algunos datos de cierto interés arqueológico, como son, una punta de flecha foliácea de sílex y algunas formas de cerámica que pueden ser reconstruidas, como un vaso ovoideo de cuello corto casi recto y otro mayor con cuello un poco más alto y con verdugón liso de sección triangular.

Acompañando a los primigéneos enterramientos, sólo aparecen, fragmentos de cerámica decorada con barro plástico, que parece ser una de las decoraciones más antiguas, aunque no la primitiva, en el País vasco.—L. DE A.

E. NOLTE AXAMBURU: *Restos cerámicos de la cueva del Miesparo* (Orbaneja del Castillo, Burgos). Kobie. Grupo Espeleológico Vizcaíno. Diputación de Vizcaya. Bol. 4, págs. 25-26. Bilbao, 1972.

Es evidente que los restos de la cueva del Miesparo corresponden a un yacimiento prehistórico y todo hace sospechar que sea una cueva de tipo sepulcral como muchas de las que se conocen en dicha provincia y en la de Vizcaya.

Lo único que se puede concretar es que su edad pueda adscribirse a un Bronce I sin más precisión.—L. DE A.

E. NOLTE ARAMBURU: *Nota sobre nuevos yacimientos prehistóricos en cuevas de Vizcaya y otros hallazgos arqueológicos del norte de Burgos.* Kobie. Grupo Espeleológico Vizcaíno. Diputación de Vizcaya. Bol. 4, páginas 20-24. Bilbao, 1972.

El trabajo realizado por el autor es una continuación de la catalogación de yacimientos que había realizado hasta la cifra de 68.

En esta nueva aportación presenta de la provincia de Vizcaya la cueva núm. 69 Jentulkoba, la 70 Kobazulo y la 71 Eguzciolako Koba y de la provincia de Burgos, la cueva de las Gargantillas y la de Peña de Valdecastro.

Acompaña al trabajo 11 notas bibliográficas.—L. DE A.