

La Serie Universitaria de la Fundación Juan March presenta resúmenes, realizados por el propio autor, de algunos estudios e investigaciones llevados a cabo por los becarios de la Fundación y aprobados por los Asesores Secretarios de los distintos Departamentos.

El texto íntegro de las Memorias correspondientes se encuentra en la Biblioteca de la Fundación (Castelló, 77. Madrid-6).

La lista completa de los trabajos aprobados se presenta, en forma de fichas, en los Cuadernos Bibliográficos que publica la Fundación Juan March.

Los trabajos publicados en Serie Universitaria abarcan las siguientes especialidades:
Arquitectura y Urbanismo; Artes Plásticas;
Biología; Ciencias Agrarias; Ciencias Sociales;
Comunicación Social; Derecho; Economía; Filosofía;
Física; Geología; Historia; Ingeniería;
Literatura y Filología; Matemáticas; Medicina,
Farmacia y Veterinaria; Música; Química; Teología.
A ellas corresponden los colores de la cubierta.

Edición no venal de 200 ejemplares que se reparte gratuitamente a investigadores, Bibliotecas y Centros especializados de toda España.

Fundación Juan March



FJM-Uni 202-Fer
Vulcanismo permo-carbonífero en
Fernández de la Cruz, Marina Nav
1031763



Biblioteca FJM

Fundación Juan March (Madrid)

202 - Vulcanismo permo-carbonífero en la Cordillera Ibérica (Rama Occidental) / Marina Navidad Fernández de la Cruz

SERIE UNIVERSITARIA



Fundación Juan March

Marina Navidad Fernández de la Cruz

Vulcanismo permo-carbonífero en
la Cordillera Ibérica.

(Rama Occidental)

FJM
Uni.
202
Nav
202

Fundación Juan March
Serie Universitaria



202

Marina Navidad Fernández de la Cruz

Vulcanismo permo-carbonífero en la Cordillera Ibérica.

(Rama Occidental)



Fundación Juan March
Castelló, 77. Teléf. 435 42 40
Madrid-6

Fundación Juan March (Madrid)

*Este trabajo fue realizado con una Beca de la
Convocatoria de España, 1980, individual
Departamento de GEOLOGIA*

*Centro de trabajo: Departamento de Petrología de la
Facultad de Geología.
Universidad Complutense. Madrid.*

Los textos publicados en esta Serie Universitaria son elaborados por los propios autores e impresos por reproducción fotostática.

Depósito Legal: M-9203-1983

I.S.B.N.: 84-7075-268-5

Impresión: Ediciones Peninsular. Tomelloso, 37. Madrid-26

I N D I C E

	<u>Página</u>
RESUMEN	5
INTRODUCCION	7
I. EL BLOQUE MERIDIONAL	8
I.1. El vulcanismo Permo-Carbonífero “Macizo de Albarracín”	8
I.1.1. Situación, características geológicas y antecedentes	8
I.1.2. Características de los afloramientos	10
I.1.3. Caracteres petrológicos	14
I.1.4. Caracteres geoquímicos	17
II. EL BLOQUE SEPTENTRIONAL	21
II.1. Manifestaciones volcánicas Permo-Carboníferas “Zona de El Bosque y Sierra Menera”	21
II.1.1. Zona de El Bosque	21
II.1.1.1. Situación y antecedentes	23
II.1.1.2. Características de los afloramientos	23
II.1.1.3. Caracteres petrológicos	24
II.1.1.4. Caracteres geoquímicos	25
II.1.2. Sierra Menera: “Ojos Negros”	32
II.1.2.1. Situación y antecedentes	32
II.1.2.2. Características de los afloramientos	33
II.1.2.3. Caracteres petrológicos	34
II.1.2.4. Caracteres geoquímicos	35
II.2. Manifestaciones volcánicas del Pérmico Inferior “Autuniense”	36
II.2.1. Sierra del Aragoncillo	36
II.2.1.1. Situación y antecedentes	36
II.2.1.2. Características de los afloramientos	37
II.2.1.3. Caracteres petrológicos	40
II.2.1.4. Caracteres geoquímicos	41
II.2.2. Afloramiento de Torre La Hija	41
II.2.2.1. Situación, caracteres generales y antecedentes	41
II.2.2.2. Caracteres petrológicos	42
II.2.2.3. Caracteres geoquímicos	43

	<u>Página</u>
III. LA ZONA DE INTERFERENCIA CON EL SISTEMA CENTRAL O MARGEN IBERICO	43
III.1. El vulcanismo Permo-Carbonífero (Estefaniense-Autuniense)	44
III.1.1. El Sector de Atienza	44
III.1.1.1. Situación, caracteres generales y antecedentes	44
III.1.1.2. Caracteres geoquímicos	45
III.1.2. Sector de Cardeñosa	45
III.1.2.1. Situación y antecedentes	45
III.1.2.2. Caracteres petrológicos	46
III.2. Manifestaciones volcánicas del Pérmico Inferior (Autuniense)	46
III.2.1. Sector de Palmaces	46
III.2.1.1. Situación y antecedentes	46
III.2.1.2. Caracteres petrográficos	47
IV. PROCESOS DE ALTERACION	48
V. SINTESIS PETROGENETICA Y ESQUEMA EVOLUTIVO DEL VULCANISMO DURANTE EL PERMICO	49
V.1. El vulcanismo Permo-Carbonífero	49
V.2. El vulcanismo sincrónico con el Pérmico Inferior (“Intra-Autuniense”)	56
V.3. Conclusiones	57
VI. BIBLIOGRAFIA	59

RESUMEN

Dentro de la rama occidental de la Cordillera Ibérica se desarrolla un volcanismo cuya secuencia de materiales está formada por andesitas, dacitas y riolitas. Se acompaña de abundante material fragmentario y explosivo (cineritas y lapillis). Dichos materiales conforman en general coladas si bien, se encuentran estructuras de tipo domático, pitones y diques subvolcánicos.

En su distribución espacial aparecen dos focos importantes que se localizan en ambos extremos de esta rama (Albarracín al E y Atienza al W). El resto de las emisiones se encuentran regularmente repartidas dentro del sector central (Zona de Molina de Aragón y El Bosque).

Desde el punto de vista geotectónico, las manifestaciones de carácter más básico se localizan en las zonas de mayor complejidad tectónica asociadas a importantes desgarres; se relacionan pues con la etapa de fracturación Post-Estefaniense. Las emisiones más ácidas (riodacitas, dellénitas y riolitas) se localizan preferentemente en las cuencas subsidentes (zonas de El Bosque y Aragoncillo) junto con sedimentos volcanoclasticos, estando relacionados con la etapa de graben que se desarrolla durante el Pérmico Inferior.

Geoquímicamente todos estos materiales constituyen una secuencia de tipo calcoalcalino rica en potasio emplazada postorogénicamente y genéticamente relacionada con un periodo de stress tensional.

ABSTRACT

A volcanism formed by a sequence of andesites, dacites and riolites is formed in the western branch of the Iberian Chain. It is accompanied by abundant fragmentary and explosive material --- (tuffs and pyroclastic rocks). Lava flows domes-pitons structures, and subvolcanic filons are the most common structures formed by - these materials.

There are two important focus according to their spacial distribucion situated in both extremities of this branch (Albarra-cin in the E and Atienza in the W). The rest of the volcanism appe read regulary distributed in the central part of the branch (Moli-na de Aragón and El Bosque zones).

From the geotectonic point of view, the more basic manifes tations are localised in the more complex tectonic regions and - they are associated with importants decrochements. They are rela- ted to the Post-Stephaniense fracturing stage. The more acidic vol canism (riodacitic, dellenic and riolitic) are mainly situated - into the subsident bassins (El Bosque and Aragoncillo zones) asso- ciated with volcanoclastic sediments, and it is associated with - the graben period developed during the Lower Permian.

From the geochemical point of view all these materials -- form a calcoalcaline secuencia rich in potassium it was post-oroge- nally emplaced and genetically related to a stress tensional stage.

INTRODUCCION

La rama occidental de la Cordillera Ibérica también denominada "Rama Castellana" se extiende ininterrumpidamente con una dirección NW-SE desde el extremo más occidental que limita con el Sistema Central (Sierra de Ayllón - Sector de Pálmaces de Jadraque) hasta el extremo oriental enclavado en el sector levantino (Fig. 1).

Desde el punto de vista geotectónico forma parte de un aulacógeno (ALVARO et al. 1.978) y se encuentra subdividida en diferentes bloques o cuencas subsidentes por grandes desgarres tardihercínicos. La configuración de dichas cuencas condiciona por consiguiente la sedimentación postpaleozoica, y esto, unido al comienzo de un nuevo ciclo sedimentario cuando todavía no ha finalizado el anterior periodo orogénico, confiere a la sedimentación pérmica una problemática que hasta la actualidad no se ha resuelto (VIRGILI et al. 1.976).

Las manifestaciones volcánicas presentes a lo largo de toda esta rama occidental son muy abundantes, siendo en sus extremos occidental (Sector de Atienza) y oriental (Mzo. de Albarracín) donde alcanzan el mayor desarrollo y preferentemente en las proximidades a los desgarres de mayor importancia (VEGAS, 1.975; GONZALEZ LODEIRO, 1.980; IGME, 1.980; ALVARO et al. 1.978). Dentro de estas áreas se localizan las emisiones de carácter más básico (basaltos, andesitas), mientras que en los sectores más alejados (Sector Central: zonas de El Bosque y Aragoncillo), los materiales evolucionan hacia tipos más ácidos (tobas riódacíticas y riolitas) siendo principalmente emisiones de proyección aérea que se mezclan con material sedimentario.

Son muchos los autores que señalan la presencia de niveles volcánicos en diferentes puntos de la Cordillera Ibérica (VERNEUIL 1.853; PALACIOS, 1.897; CASTELL, 1.980; SCHROEDER, 1.930; KINDELAN y RANZ, 1.918; RIBA, 1.959; SACHER, 1.966; HERRANZ, 1.968; MELENDEZ 1.971; RAMOS, 1.977, 1.979; RAMOS et al. 1.976; SOPEÑA et al. 1974 Sin embargo, es en la última década cuando se comienza a dedicar una especial atención a estas rocas mediante estudios petrológicos y paleomagnéticos más detallados (SCHÄFER, 1.959; VAN DER VOO, 1.967, 1.968, 1.969; MARFIL y PEREZ GONZALEZ, 1.973; GABALDON y PE-

ÑA, 1.973; PEÑA y MARFIL, 1.975; PEÑA et al. 1.979; PERNI, 1.980; ANCOCHEA et al. 1.980; HERNANDO et al. 1.980; HERNAN et al. 1.981; SENCHORDI, E. 1.981).

Dentro de este trabajo se aborda el estudio petrológico y geoquímico de los afloramientos mejor localizados dentro de la rama occidental de la Cordillera Ibérica. Se ha subdividido ésta en tres Sectores (Meridional, Septentrional y Margen Ibérico) según la división geoestructural establecida por el IGME (1.980) y en función de los diferentes caracteres petrogenéticos encontrados. A cada uno de ellos nos referimos por separado, para finalizar en una síntesis regional que permita establecer el esquema evolutivo para el periodo posthercínico-prealpino y su posible modelo geotectónico.

I. EL BLOQUE MERIDIONAL

Se extiende al sur de la "línea Hespérica" definida por ALVARO et al (1.978), encontrándose limitado al norte por la fractura de El Tremedal (Fig. 1). Se caracteriza desde el punto de vista estratigráfico por la ausencia de Pérmico sedimentario y desde el punto de vista tectónico por representar un bloque elevado durante este periodo (Memoria IGME, 1.978).

I.1. El volcanismo Permo-Carbonífero "Macizo de Albarracín"

I.1.1. Situación, características geológicas generales y antecedentes.- Comprende los afloramientos volcánicos situados en el Macizo de El Tremedal (Noguera, Bronchales y Orea (Fig.1) y geográficamente se localiza entre Orihuela del Tremedal y el Alto de Tramacastilla. Estructuralmente los materiales paleozoicos y postpaleozoicos que afloran en este macizo, conforman amplias estructuras que se orientan en dirección NNW-SSE y estratigráficamente, todos los afloramientos volcánicos anteriormente señalados, afloran en clara discordancia entre los materiales paleozoicos y triásicos, por lo que su atribución al Pérmico resulta problemática.

Desde el punto de vista petrológico, los afloramientos vol-

cánicos de este sector son, junto con los del sector de Atienza, los más representativos. Sin embargo, en la actualidad no existe ningún estudio petrológico específico, ya que tan solo se cuenta con referencias muy antiguas de algunos de ellos. Así, VERNEUIL (1.853) señala por vez primera rocas eruptivas en el área de Nogue^{ra} y algo más tarde, ya a principios de siglo, KINDELAN y RANZ (1.918) citan la presencia de pórfidos en el Macizo de El Tremedal (Bronchales y Tramacastilla) a los que posteriormente vuelven a referirse BENITO y PEÑA (1.933) en un estudio más completo de este sector. Años más tarde, surge con RIBA (1.959) un estudio muy completo de este área, no habiendo sido superado en la actualidad por ningún otro. Por lo que se refiere al volcanismo, este autor distingue en su cartografía geológica los afloramientos más significativos diferenciando entre pitones (afloramiento de Noguera) y coladas, y señalando al mismo tiempo su naturaleza. El estudio de las relaciones de estos materiales efusivos con el resto de las series supra e infrayacentes, le lleva a precisar la edad pretriásica y postorogénica de las erupciones, correlacionándolas con las intrusiones de la parte central y occidental de la Meseta.

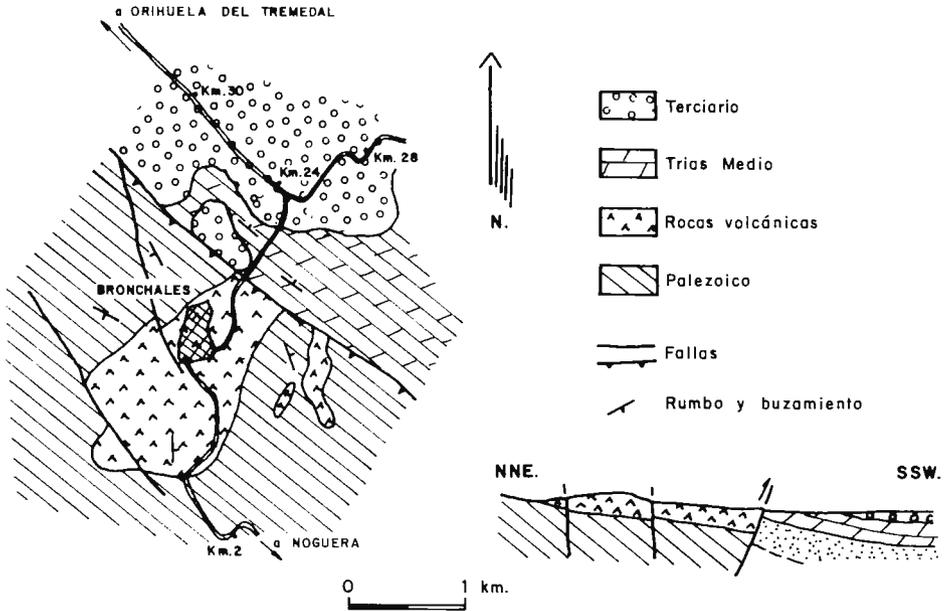
I.1.2.- Características de los afloramientos.- Los afloramientos de rocas volcánicas de este sector se distribuyen a lo largo de un semicírculo localizándose dos de ellos "Bronchales" y "Orea" dentro de la Hoja 540 MTN 1:50.000 (2° 3' 20" - 2° 6' 25" y 4° 31' 12" - 40° 30' 10", 1° 57' 45" - 1° 56' 20" y 40° 32' 20" - 40° 31' 50", respectivamente) y situándose ambos en las proximidades a la localidad que les dá el nombre. El tercero de ellos "Noguera" se localiza al sur de los anteriores, dentro de la Hoja 565 1:50.000 MTN.

Todos ellos se encuentran formados por materiales de tipo intermedio - ácido, andesítico-dacíticos y riolíticos si bien, cuando forman coladas (Bronchales y Orea) aparecen mezclados con abundante material fragmentario: tobas y brechas.

Por su disposición se han distinguido coladas y estructuras mayores de tipo "pitón".

Coladas.- En el afloramiento de Bronchales (Fig. 2) los materiales que forman la colada reposan directamente sobre el zócalo paleozoico

co, sin embargo, su relación con el Trías es por fractura. Hacia la base de la colada aparecen niveles felsíticos de carácter riolítico que se mezclan con brechas fragmentarias muy transformadas por productos deutéricos.



MACIZO DE BRONCHALES

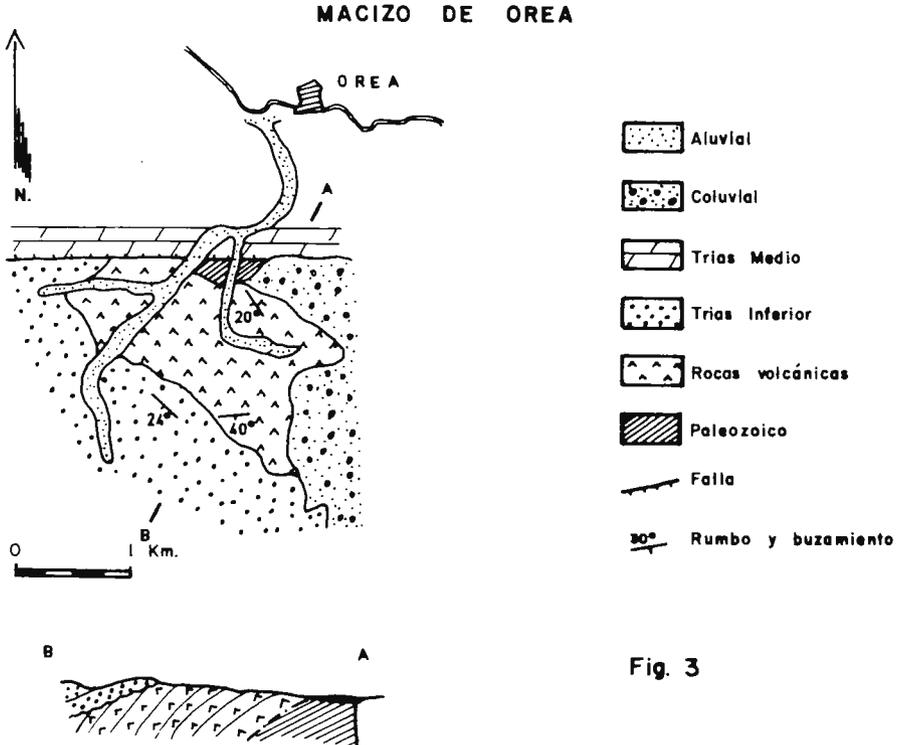
Fig. 2

En un corte realizado desde la base al techo de la colada aparecen:

Muro:.- Cuarcitas con intercalaciones de pizarras.- Riolitas de tonos blanco-rosados. Presentan texturas porfídicas y fenocristales de feldespatos y cuarzo.- Brechas angulosas con fragmentos de pizarra y cuarcita empastados en un cemento ferruginoso. Potencia total aproximada de este tramo basal: 4 m. Por encima encontramos:.- Tramo masivo compuesto por dacitas de color gris oscuro y textura afanítica.- Hacia el techo aparecen nuevamente materiales fragmentarios en niveles formados por tobas, brechas y cenizas con piroclastos. Potencia total aproximada: 10-15 m.

En Orea (Fig. 3) los materiales que constituyen la colada no presentan base visible. Sin embargo, el techo del conjunto vol-

cánico aparece fosilizado por Bundsandstein, observándose una discordancia muy clara (Fig. 3).



Dentro de este macizo es mayor la proporción de material fragmentario de tipo tobáceo y cuarcítico con restos de plantas fosilizadas. El corte general del afloramiento es el siguiente:

Base: Cubierta por aluvión.- Tobas dacíticas de color gris verdoso.- Dacitas masivas de textura porfídica y fenocristales de biotita, feldespato y cuarzo. Potencia horizontal: 20 m.- Intercalación de piroclastos de tipo cuarcítico. Potencia horizontal 15 m.- Aglomerado tobáceo dacítico de color rojizo con enclaves.- Cuarcitas y niveles de rocas volcanoclásticas intercalados con restos de plantas, presentando laminación paralela y granoselección. Potencia aproximada del conjunto: 400 m. Recubriendo el conjunto lávico aparece en discordancia el conglomerado basal del Bundsandstein.

Estructuras mayores.- Estructuras de caracter monolítico tipo "píton", son las que constituyen el afloramiento de Noguera. Son porfidos masivos de naturaleza dacítica que afloran con una potencia de unos 80-100 m. de altura (Fig. 4).

MACIZO DE NOGUERA

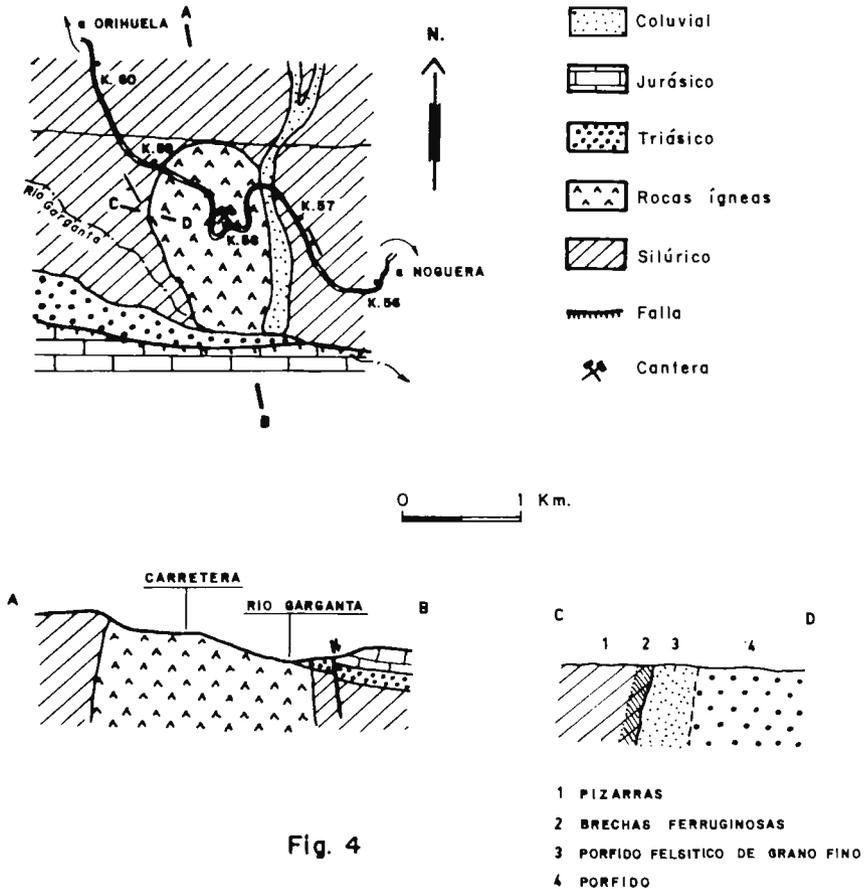


Fig. 4

En un corte realizado de un lado a otro de la estructura se observa: - Contacto con materiales paleozoicos. Son pizarras brechíferas

fuertemente impregnadas de hierro. Existen pequeñas calicatas con restos de explotación mineral.- Aureola de contacto: formada por una facies fina de borde muy felsítica. Potencia aproximada: 30 m. - Zona central: Pórfido dacítico en el que destacan fenocristales de cuarzo, feldespato, clinopiroxeno (augita), biotita. Presentan color verdoso e incluyen abundantes enclaves con estructura porfídica y microgranuda.- De nuevo el contacto con los materiales paleozoicos. En esta otra parte del edificio no aparecen las facies finas de borde y tampoco existen mineralizaciones en las pizarras paleozoicas.

I.1.3.- Caracteres petrológicos.- Excepto el afloramiento de Nogueira que aparece constituido exclusivamente por daciandesitas masivas, los otros dos afloramientos (Bronchaes y Orea) presentan junto con dacitas masivas abundante material fragmentario. En todos ellos existen abundantes enclaves de carácter ígneo y metamórfico.

Daciandesitas.- Presentan una textura hipocristalina porfídica esferulítica. Su matriz se encuentra parcial o totalmente desvitrificada en esferulitos reemplazados por cuarzo criptocristalino. Están formadas por $Pl + FK + Clpx + Anf + Bt \pm Q$ y como accesorios se encuentran Zr, Ap y frecuentemente granate. Minerales secundarios procedentes de la alteración de los fenocristales: Cl, Ru sa-genítico, Cc, FK, Pl, Tc y sericita. Las plagioclasas muy abundantes, conservan en la mayoría de los casos un zonado relicto y anubarrado característico; a menudo se presentan formando agregados en sinnesis, están maclados según leyes Ab, K y su composición es An_{30} . Incluyen biotita, apatito y opacos.

Respecto a los ferromagnesianos, el clinopiroxeno casi siempre frecuente, es augita pseudomorfizada por clorita y calcita y el anfíbol es una hornblenda con zonado y maclado relictos; se encuentra intercrecido con biotita y aparece transformado a biotita verde, feldespato potásico y opacos. Los cristales de biotita aparecen a menudo kinkados y transformados a biotita verde y rutilo sa-geníticos. Los fenocristales de cuarzo aunque siempre presentes son poco abundantes, presentan las características de los cuarzos volcánicos y en ellos las vacuolas aparecen rellenas por vidrio o

por clorita esferulítica.

Dacitas.- Constituyen los niveles más masivos de las coladas que conforman los afloramientos de Orea y Bronchales. Son de textura hipocristalina porfídica esferulítica, estando los esferulitos reemplazados por clorita o por un agregado feldespático-micáceo.

Están formadas por fenocristales de Pl (An_{22-27}) \pm FK + Anf + Bt + Q \pm Clpx, siendo este último mineral muy escaso en el afloramiento de Orea y prácticamente ausente en el de Bronchales, el cuarzo es en ambos abundante; como accesorios: Ap, Zr, Gr y opacos y como secundarios producto de la transformación de los primeros: Cc, Ab, Cl, Ru sa-genético y opacos. Todos los minerales presentan las características texturales propias de las rocas volcánicas, ha biendo sufrido un proceso de transformación tan intenso que aparecen casi totalmente pseudomorfizados por los minerales secundarios.

Riolitas.- Aparecen bien representadas en el afloramiento de Orea, mezcladas con material fragmentario en Bronchales, estando ausentes en el de Noguera. Presentan una textura hipocristalina porfídica vitrea con desvitrificación incipiente a un agregado micáceo criptocristalino de alta birrefringencia. Dentro del vidrio son frecuentes las flamas de tipo ignimbrítico, vacuolas aplastadas y pliegues de flujo en cascada. Son frecuentes los fenocristales de cuarzo, plagioclasa y biotita.

Estos materiales masivos que componen las coladas de los afloramientos de Orea y Bronchales se encuentran íntimamente asociados a abundante material fragmentario (tobas, brechas y cenizas con piroclastos) que se dispone tanto en la base como en techo de la colada, si bien, en el afloramiento de Orea, los materiales más finos de tipo tobáceo aparecen interestratificados y mezclados con sedimentos englobando abundantes restos de plantas.

Tobas dacíticas.- Su textura es porfiroclástica y están formadas por fragmentos de dacita y vidrio, con formas angulosas, planares y subsféricas, dispuestos junto con fenocristales de composición variada (Q riolítico, Pl ácida y FK silicificado) en niveles de diferente tamaño de grano (granoclasificación).

Tobas cineríticas.- Están constituidas por fragmentos de distinta naturaleza y fenocristales de Q, Pl, Clpx, Anf, Gr, todo ello empastado en una matriz formada por un agregado granuliforme de Q + Ab + Cl + sericita, en el que las micas (mica blanca) aparecen orientadas rodeando los fragmentos que pueden ser de: dacita, aglomerado (Bt + Op en matriz plagioclásica), microgranudos (Q + Ab + FK) y pizarrosos. En algunas de estas rocas se observa una granoclasificación y texturas de lapilli acreccional.

Brechas fragmentarias.- Quedan restringidas al afloramiento de Bronchales, donde limitan el contacto entre la colada y el metamórfico encajante. Están formadas por fragmentos angulosos soldados de tipo deutérico (Q + Ab + Anf (cumingtonita) + turmal) y fragmentos dacíticos todos ellos cementados por un mosaico de cuarzo con extinción ondulante que engloba anfíbol radial y opacos. En ocasiones, aparece una facies constituida exclusivamente por un mosaico de albita sobre el que destacan cuarzos riolíticos con bordes granofídicos mica blanca y turmalina muy abundante, se han denominado "albititas" y se consideran originadas exclusivamente por procesos de origen deutérico. Son frecuentes también dentro de estas facies de borde, los diques discordantes formados por anfíbol y cuarzo deutéricos.

Enclaves.- Atendiendo a su composición y procedencia se subdividen en cogenéticos: a) microgranudos de tipo tonalítico; b) dacíticos; y xenolíticos, representantes de las rocas metamórficas encajantes (pizarra, cuarcita).

a) Microgranudos.- Aparecen incluidos en las daciandesitas del pitón de Noguera y presentan una composición más básica que aquellas. Texturalmente son acumulados de plagioclasa idiomorfa zonada con una matriz esferulítica de plagioclasa y clorita que engloba además pseudomorfos de Cl, FK y Cc procedentes de la transformación de antiguos anfíboles y biotitas. Sus plagioclasas son de composición más cálcica (An_{35-40}) que las que componen la roca caja y a menudo aparecen como fenocristales mayores destacando del resto de los componentes minerales.

Estos enclaves presentan un contacto neto con la roca que

los engloba y no se han observado alrededor de ellos aureolas de diferente composición y textura. Se interpretan pues (ver apartado de geoquímica, análisis n° 7) como acumulados de tipo tonalítico.

b) Dacíticos.— Aparecen incluidos en los niveles dacíticos y riolíticos que forman las coladas del afloramiento de Orea. La composición y textura es análoga a la anteriormente descrita para la roca encajante.

Pizarras y cuarcitas.— Son xenolitos procedentes de las rocas metamórficas encajantes que aparecen englobados en todos los materiales. El contacto entre éstos y la roca volcánica es neto y en ellos, se observa una esquistosidad muy marcada análoga a la que afecta con carácter regional al resto de los materiales paleozoicos.

1.1.4.- Caracteres geoquímicos.— En el Cuadro I figuran 10 análisis químicos de rocas procedentes de los tres afloramientos estudiados. Los números del 1 al 6 corresponden a dacitas; el número 2 a un enclave de dacita en cinerita del afloramiento de Orea; el n° 7 representa a un enclave de composición más básica del macizo de Noguera. Los términos más ácidos riolíticos están representados por los n^{os} 8, 9 y 10, correspondientes al macizo de Bronchales.

A la vista de los análisis químicos se deduce:

1.- Los materiales dacíticos del sector de Albarracín se caracterizan desde el punto de vista geoquímico por valores del SiO_2 entre 62% y 66% y álcalis entre 4% y 5%, siendo en general el $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 1. Presentan asimismo contenidos bajos en CaO (1 y 2%) y algo elevados en MgO (4-4% por término medio); se observan sin embargo grandes variaciones respecto a los álcalis, SiO_2 y MgO preferentemente en los materiales que conforman las coladas.

2.- Tanto las dacitas que conforman coladas (anal. números 1, 3) como las daciandesitas del pitón de Noguera (anal. 4, 5, 6) presentan composiciones análogas y semejantes a la de las medias deducidas para términos dacíticos-riolíticos de secuencias calcoalcalinas (LE MAITRE, 1.976). Existen, sin embargo, con respecto a éstos un notable descenso en CaO o en Na_2O que se pone de manifiesto al com-

C U A D R O I

	MACIZO DE ALBARRACIN									
	4	5	6	7	8	9	10			
SiO ₂	62.30	66.50	69.64	63.01	67.84	63.60	52.42	76.60	69.20	72.07
Al ₂ O ₃	16.29	14.93	17.82	17.50	16.86	16.50	19.02	13.79	17.84	14.85
Fe ₂ O ₃ ⁺	3.26	3.76	2.40	3.51	3.61	3.50	6.58	1.57	2.21	2.83
MnO	0.03	0.01	0.02	0.02	0.06	0.02	0.05	0.01	Tr	Tr
MgO	6.86	5.46	1.40	3.08	3.92	4.06	7.84	1.40	1.54	1.25
CaO	0.28	0.42	0.14	2.24	1.54	1.68	1.54	0.14	Tr	0.83
Na ₂ O	0.90	2.30	Tr	3.14	3.30	2.92	2.40	Tr	Tr	0.77
K ₂ O	3.80	1.40	2.22	2.70	3.15	3.04	2.82	3.56	4.16	3.17
TiO ₂	0.38	0.40	0.42	0.53	0.55	0.55	0.81	0.07	0.42	0.20
P ₂ O ₅	0.04	0.03	2.64	0.06	0.05	0.05	0.05	0.22	0.09	Tr
H ₂ O	5.43	4.26	3.20	3.72	2.72	3.72	6.26	2.01	4.04	3.37
Total	99.57	99.47	99.90	99.54	99.60	99.64	99.79	99.37	99.50	99.34
Ba	500	347	57	255	200	287	417	101	106	54
Ce	44	43	112	52	57	47	42	47	77	51
Cu	47	114	192	53	58	86	17	68	132	107
Nb	15	18	20	15	16	19	16	23	16	12
Ni	35	96	32	27	97	26	14	29	17	262
Rb	117	81	150	155	133	158	188	236	257	153
Sr	110	120	908	344	345	202	87	91	75	196
Y	20	20	21	15	17	15	14	14	15	20
Zn	37	108	63	131	109	224	259	38	29	64
Zr	112	176	214	179	183	177	160	118	280	103
K/Rb	269	143	123	144	196	159	124	125	134	172

CUADRO I

1. Dacita. Albarracín (Macizo de Orea, 71597).
2. Enclave dacítico Albarracín (Macizo de Bronchales, 71638)
3. Dacita. Albarracín (Macizo de Bronchales, 71638).
4. Dacita. Albarracín (Macizo de Noguera, 71612).
5. Dacita. Albarracín (Macizo de Noguera, 71607).
6. Dacita. Albarracín (Macizo de Noguera, 71607).
7. Enclave tonalítico. Albarracín (Macizo de Noguera, 71601)
8. Riolita. Albarracín (Macizo de Bronchales, 71630).
9. Riolita. Albarracín (Macizo de Bronchales, 71623).
10. Riolita. Albarracín (Macizo de Bronchales, 71620).

**ESQUEMA GEOLOGICO DE LA HOYA DE LA
GALLINA (Zona de El Bosque)
(SEGUN RAMOS RUIZ, 1979)**

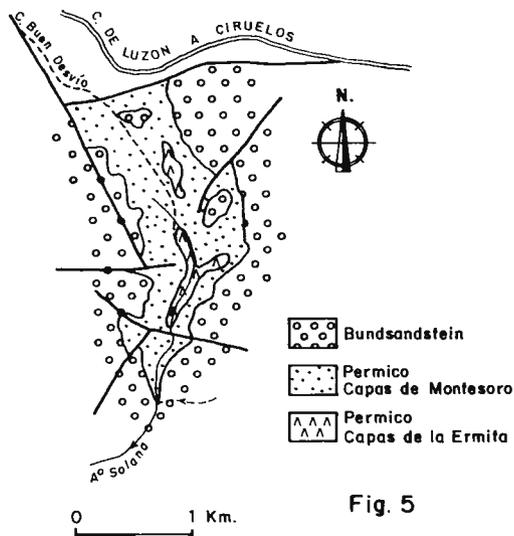


Fig. 5

parar la medida analítica deducida a partir de las rocas analizadas (Cuadros III y IV) con la que da LE MAITRE (1.976) en secuencias de rocas volcánicas frescas.

Comparando asimismo los tipos dacianandesíticos del pitón de Noguera con las medias deducidas por ECKHARDT (1.979) para volcánitas pérmicas de suites calcoalcalinas centroeuropeas, se observan en estas valores de SiO_2 , MgO , CaO y alcalis intermedios entre dacitas y andesitas; los tipos dacíticos procedentes de las coladas de Orea y Bronchales se diferencian sin embargo por los valores anormalmente elevados de MgO y bajos de CaO y alcalis.

3.- Los procesos de silicificación y dolomitización evidenciados en las rocas estudiadas mediante el análisis petrográfico, tienen respuesta clara desde el punto de vista geoquímico ya que se observa en los análisis números 2, 3, un enriquecimiento en sílice y un fuerte aumento del contenido en MgO en los números 1 y 2. Asimismo, el empobrecimiento en alcalis (sobre todo en Na_2O) que presentan algunas de las rocas estudiadas (números 1, 2, 3) origina un aumento del contenido en alúmina que se traduce en la presencia de corindón normativo en todas ellas ($5\% < c > 10\%$).

4.- Esta alteración es más fuerte en los materiales que conforman las coladas (análisis números 1, 2, 3) de los afloramientos de Orea y Bronchales.

5.- Respecto a los elementos menores se observan valores análogos de Rb y Zr respecto a los de dacitas (Rb 45 ppm y Zr 400 ppm) presentando fuerte movilidad el Sr (muy inferior a 460-435 ppm) y Ba. Si se observa el diagrama Rb - K_2O (Fig. 12) se aprecia sin embargo una correlación positiva entre ambos elementos, de donde se deduce un comportamiento similar de ambos durante los procesos de alteración sufridos por estas rocas. Comparando estos contenidos con los que arrojan las dacitas-andesitas centroeuropeas (ECKHARDT, 1.980) se observa que las dacianandesitas del pitón de Noguera presentan contenidos análogos de Ca, Nb, Rb, Zn y Zr, siendo en algunas rocas anormalmente alto el Ni, Sr, Cu y generalmente bajo el Y y Ce.

Los materiales riolíticos, son análogos en general a los centroeuropeos respecto a los elementos mayores, y muy similares a

los del Rotliegendes (ECKHARDT, 1.979) (con excepción de los alcalis y consiguiente exceso de alúmina). Sin embargo no existe ninguna anomalía respecto a los elementos menores, ya que estos presentan altos contenidos en Cu y Ni y muy bajos de Ca y Zr (análogos a los de tipos andesíticos).

6.- Los enclaves (N° 7) incluidos en las daciandesitas del pitón de Noguera (Números 4, 5, 6) presentan respecto a estas, un contenido menor en SiO_2 y alcalis, siendo en ellos mayor la proporción de Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO y TiO_2 ; ello se traduce desde el punto de vista mineralógico por un contenido mayor en ferromagnesianos. Paralelamente se observan contenidos inferiores en Cu, Ni y Sr y más elevados en Zn y Ba.

II. EL BLOQUE SEPTENTRIONAL

Se extiende al norte de la "Linea Hespérica" definida desde el punto de vista geotectónico por ALVARO et al. (1.978), comprendiendo las áreas de Maranchón, Molina y de Taravilla, que se caracterizan por la presencia de Pérmico sedimentario (Fig. 1) (IGME, 1.980).

La primera de ellas, se sitúa al norte y comprende los afloramientos volcánicos de la Sierra del Aragoncillo representantes de un Autuniense palinologicamente datado (RAMOS et al., 1.976) y de Sierra Menera; al sur de esta y separado por la falla de Terzaga, se encuentra la "zona de Taravilla" que abarca los afloramientos de la zona de El Bosque (Luzón, Mazarete y Sta. Maria del Espino) atribuidos, por analogía de facies con los de la Sierra del Aragoncillo, bien a un Autuniense (RAMOS, 1.979) o a un Estefaniense (SCHROEDER, 1.930), Estefaniense-Autuniense (MARFIL y PEREZ GONZALEZ, 1.973; PEÑA et al. 1.979).

II.1. Manifestaciones volcánicas Permo-Carboníferas. "Zona de El Bosque y Sierra Menera".

II.1.1. Zona de El Bosque: Luzón, Mazarete y Sta. María del Espino

ESQUEMA GEOLOGICO DE LA ZONA DE EL BOSQUE

(MODIFICADO DE RAMOS RUIZ, 1979)

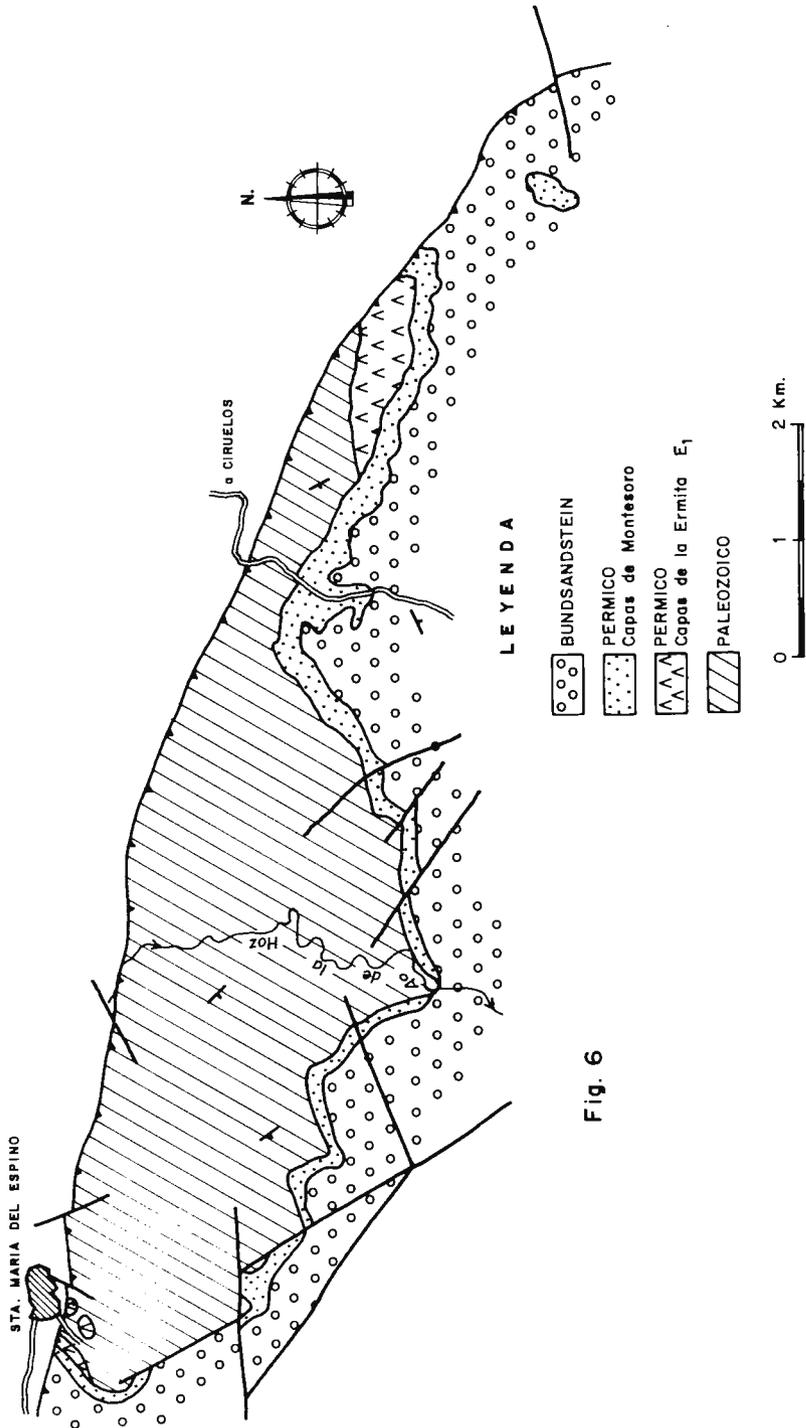


Fig. 6

II.1.1.1. Situación y antecedentes.- Situada en el sector centro-occidental de la Cordillera Ibérica, comprende los afloramientos de Luzón, Santa María del Espino y Mazarete (Fig. 1). El primero de ellos, corresponde al afloramiento más septentrional, si sitúa al SE de Luzón, en el barranco denominado "La Hoya de la Gallina" (Fig. 5) ($1^{\circ}25'50'' - 1^{\circ}26'10''$ y $40^{\circ}59'55'' - 41^{\circ}0'50''$, Hojas 462 y 488, 1:50.000 MTN). Los otros dos se sitúan en la zona de El Bosque propiamente dicha, la cual constituye un afloramiento alargado en dirección E-W, situado al Sur del anterior (Fig. 6) (coordenadas $40^{\circ}58'5'' - 2^{\circ}15'38''$ y $40^{\circ}57'30'' - 2^{\circ}13'5''$ de la Hoja 488, 1:50.000 MTN).

Las primeras referencias a esta zona se deben a SCHRÖEDER (1.930) que cita la presencia de pórfidos cuarcíferos entre las pizarras paleozoicas del sector de Luzón, datándolos como carboníferos. Posteriormente MARFIL y PEREZ GONZALEZ (1.973) señalan nuevamente la presencia de estas rocas en diferentes puntos del área indicando su naturaleza intrusiva (afloramiento de Mazarete), aunque a veces no vean sus relaciones claras, lo que les lleva a pensar en una procedencia efusiva (coladas de tobas riolíticas del afloramiento de Luzón).

Ultimamente RAMOS (1.979) realiza un estudio detallado de este sector señalando la presencia de pórfidos ácidos en Luzón y de coladas en Mazarete (Alto de la Calderilla). Por analogía con las series que encuentra más al E (Sierra de Aragoncillo) atribuye estas manifestaciones ígneas al Autuniense.

Posteriormente a estos trabajos también se encuentran representados estos afloramientos en la cartografía del IGME aunque aparecen como intercalaciones subvolcánicas entre materiales de edad Saxoniense.

II.1.1.2.- Características de los afloramientos.- Estratigráficamente, por debajo de las brechas de la base del Saxoniense y sobre las pizarras paleozoicas aparecen en todo este sector manifestaciones ígneas ácidas, bien como coladas o como diques intrusivos de carácter subvolcánico.

Las coladas constituyen los afloramientos de Luzón (Barranco Hoya de la Gallina) y de Mazarete (al Sur del ato de la Calderi

lla). El primero de ellos (Fig. 5) está formado por materiales dacítico-delleníticos y tobas riolíticas que presentan pliegues fluidales en cascada o en convolutes; en la base de la colada y en contacto con los materiales paleozoicos aparecen brechas fragmentarias que engloban fragmentos de cuarcita con fracturas rellenas por limolitas y hacia el techo, materiales volcanoclásticos muy bien estratificados. El segundo de los afloramientos (Mazarète) (Fig. 6) se encuentra formado por aglomerados de color verdoso de naturaleza andesítica-dacítica, engloban restos vegetales fosilizados y tobas riolíticas de color claro muy alteradas en la base. Su disposición estratificada parece indicar que se trata de una potente colada de espesor variable (18 m. aproximadamente) de unos puntos a otros.

Dentro de la misma zona y en un barranco situado al N de la Morra Alta afloran diques de pórfidos dacíticos con una dirección ($10^{\circ}/20^{\circ}\text{N}$) casi transversal a la esquistosidad de las pizarras paleozoicas (270°). Se encuentran fuertemente alterados a arcosas y presentan disyunción en bolos.

II.1.3. Caracteres Petrológicos.— Los diques de pórfidos dacíticos del área de Mazarete son tipos porfídicos microcristalinos con fenocristales de $\text{Pl} + \text{FK} + \text{Anf} + \text{Bt} \pm \text{Q}$; se encuentran corroídos, pseudomorfizados y reemplazados total o parcialmente por productos sericitico-micáceos y carbonatos. Los ferromagnesianos (Anf) aparecen en su mayoría reabsorbidos y transformados a opacos. La matriz se encuentra reemplazada por un agregado cuarzo-feldespático.

Al SE de este afloramiento y al NE del Alto de la Calderilla se localizan materiales algo más básicos; petrograficamente son dacandesitas y tobas fragmentarias de tipo dacítico, con piroclastos que se disponen en coladas estratificadas sobre materiales paleozoicos. Son de textura porfídica y su matriz de tipo esferulítico aparece recristalizada a un agregado criptocriptalino de albita parcialmente silicificado sobre la que destacan fenocristales de $\text{Pl} + \text{FK} + \text{Anf} + \text{Bt}$ y como accesorios Ap y Op . Todos los componentes se encuentran pseudomorfizados por productos secundarios: agregados sericitico-micáceos muy feldespáticos, carbonatos y cuarzo.

Al Norte de estos dos afloramientos en el sector de Luzón

(Barranco de La Hoya de la Gallina) aparecen coladas de materiales ácidos: tobas dacíticas e ignimbríticas, riolitas y tobas riolíticas. Son visibles en estos materiales, pliegues fluidales y texturas de tipo ignimbrítico; la alteración de los fenocristales y de la matriz a productos clorítico-epidóticos y ceolíticos parece indicar que se trata de procesos autometasomáticos más que de una alteración diagenética.

Petrográficamente los tipos dacítico-delleníticos son de textura porfídica microcristalina de tipo traquítico estando la matriz reemplazada por un agregado albitico que engloba microlitos de feldespatos silicificados orientados fluidamente. Como fenocristales aparecen: FK + Pl + Anf + Bt + Q. Todos ellos están reemplazados pseudomórficamente por productos arcilloso-micáceos y por cuarzo criptocristalino que evidencian los procesos de argillitización y silicificación.

Los tipos más ácidos están representados por riolitas y tobas ignimbríticas junto con brechas fragmentarias que se disponen en la base de la colada. Texturalmente son tipos porfídico-vitreos con marcada orientación fluidal. Engloban escasos fenocristales de feldespatos ceolitizados, cuarzos riolíticos y biotitas cloritizadas y silicificadas. La matriz vítrea aparece en algunos casos reemplazada por un agregado cuarzo-albitico criptocristalino parcialmente cloritizado; se observan en ella vacuolas rellenas de cuarzo, carbonatos y ceolitas. Los materiales fragmentarios engloban junto a los fenocristales de Q + Pl + Anfíbol, fragmentos de vidrio argillitizado con formas angulosas y piramidales con aspecto de "flamas", incluyen a veces cuarzos riolíticos, fragmentos de vidrio con desvitrificación esferulítica reemplazados por albita, fragmentos de "chert" y clastos de pizarra; presentan en algunos casos abundantes vacuolas rellenas de ceolitas.

II.1.1.4. Caracteres geoquímicos. - El sector de El Bosque presenta desde el punto de vista geoquímico un espectro de variación mayor que el resto de los sectores estudiados. Aparecen en él materiales de composición dacítica (Cuadro II - anál. números 13-14) y riolítica (n° 15-16), si bien mineralógicamente algunos de ellos responden a daciandesitas y dellenitas (n°^os 14-16).

CUADRO II
SECTOR CENTRAL

	11	12	B	13	14
SiO ₂	53.78	63.34	53.80	67.67	64.00
Al ₂ O ₃	17.55	15.83	13.91	13.06	15.56
Fe ₂ O ₃ ⁺	5.40	3.36	8.02	1.89	2.13
MnO	0.01	0.02	0.14	0.05	0.04
MgO	5.46	4.90	5.96	5.46	4.62
CaO	11.63	0.90	10.97	4.76	2.94
Na ₂ O	1.80	0.80	3.40	0.14	0.38
K ₂ O	0.48	3.84	1.64	0.26	4.90
TiO ₂	0.59	0.35	0.76	0.40	0.27
P ₂ O ₅	0.05	0.08	0.10	0.13	0.06
H ₂ O	3.87	6.16	1.90	6.15	4.75
Total	100.62	99.58	99.96	99.97	99.65
Ba	234	504		163	360
Ce	44	40		52	48
Cu	133	57		105	134
Nb	16	10		20	11
Ni	304	446		25	15
Rb	16	67		16	188
Sr	249	87		571	187
Y	24	20		22	14
Zn	133	34		39	47
Zr	152	131		180	193
K/Rb	249	475		135	216

11. Basalto de Ojos Negros (71583).

12. Traquiandesita de Ojos Negros (71573).

B. Basalto de Ojos Negros (DE LA PEÑA et al, 1.979).

13. Pórfido dacítico. El Bosque (Afloramamiento Mazarete EB-5).

14. Daciandesitas. El Bosque (Mazarete EB-5),

CUADRO II (continuación)

15	16	17	18	19	20
74.24	76.40	74.25	72.00	76.68	81.40
12.75	12.11	12.86	8.71	13.09	7.95
0.87	0.50	2.28	2.09	0.56	1.14
Tr	Tr	0.04	Tr	Tr	Tr
1.26	0.98	3.22	2.24	1.68	1.96
-	0.28	0.70	2.10	-	0.14
-	-	0.94	0.34	-	0.06
2.92	2.86	3.32	4.00	2.88	3.68
-	-	-	-	-	-
0.08	0.06	0.18	0.36	0.03	0.10
7.28	6.22	2.85	7.35	4.80	3.40
99.40	99.25	100.66	99.20	99.72	99.83
201	181	1788	331	116	196
35	43	110	42	45	42
75	62	55	88	109	116
21	15	2	2	28	22
33	39	26	29	28	28
184	162	129	144	163	172
192	183	148	94	96	76
14	14	14	14	15	20
50	100	36	35	24	24
103	100	123	130	129	100
132	146	213	230	147	178

-
15. Rioliña. El Bosque (Hoya dela Gallina, 71645).
 16. Riolita. El Bosque (Hoya de la Gallina, 71643).
 17. Canto de Dellenita. Torre La Hija (TH-5).
 18. Canto de Dellenita. Torre La Hija (TH 8).
 19. Cinerita. Aragoncillo (Rillo de Gallo E-5).
 20. Cinerita. Aragoncillo (Rillo de Gallo E-10).

CUADRO III

	A	B	C	D	E
SiO ₂	53.79	63.34	64.00	60.04	64.81
Al ₂ O ₃	15.73	15.83	15.56	17.19	16.65
Fe ₂ O ₃ ⁺	6.71	3.36	2.13	4.16	3.34
MnO	0.01	0.02	0.04	0.08	0.03
MgO	5.71	4.90	4.62	3.27	4.13
CaO	11.30	0.90	2.94	4.41	1.05
Na ₂ O	2.60	0.80	0.38	3.90	2.09
K ₂ O	1.06	3.84	4.90	2.33	2.72
TiO ₂	0.67	0.35	0.27	0.75	0.47
P ₂ O ₅	0.07	0.08	0.06	0.24	0.48
H ₂ O	2.88	6.16	4.75	2.78	3.75
Ba	234	504	360	695	274
Rb	16	67	188	80	132
Sr	249	87	187	454	338
K/Rb	249	475	216	238	171
Rb/Sr	0.06	0.77	1.00	0.18	0.39
Ni	304	446	15	168	46
Ce	452	94	208	53	59
Y	24	20	14	20	18
Zr	152	131	193	171	173
Nb	16	10	11	11	17
Cu	133	57	134	nd	92
Zn	133	34	47	nd	112

 A. Basaltos. Ojos Negros.

B. Traquiandesitas. Ojos Negros.

C. Andesitas. El Bosque.

D. Andesitas. Atienza.

E. Dacitas. Albarracín.

CUADRO III (continuación)

F	G	H	I	J
67.67	73.12	60.73	72.62	79.04
13.06	10.79	nd	15.49	10.52
1.89	2.18	"	2.20	0.85
0.05	0.02	"	Tr	Tr
5.46	2.73	"	1.40	1.82
4.76	1.40	"	0.32	0.07
0.14	0.64	"	0.26	0.03
0.26	3.66	3.02	3.63	3.28
0.40	-	0.72	0.23	Tr
0.13	0.21	nd	0.10	0.06
6.15	5.10	"	3.14	4.1
163	1059	790	87	156
16	136	123	215	167
671	121	545	121	86
135	223	241	285	163
0.03	1.12	0.22	1.77	1.94
25	27.5	17	103	28
252	93	53	58	114
22	14	20.5	16	17
180	126	184	187	114
20	2	17	17	25
105	71.5	nd	102	112
39	35.5	nd	44	24

 F. Dacitas. El Bosque.

G. Dacitas. Montesoro.

H. Dacitas. Atienza.

I. Riolitas. Albarracín.

J. Cineritas. Aragoncillo.

C U A D R O I V

MEDIDAS DE LE MAITRE, 1.976

	Basalto	Traquiandesita	Andesita	Dacita	Riodacita	Dellenita	Riolitas
SiO ₂	49.20	58.18	57.94	65.01	65.55	65.90	72.82
Al ₂ O ₃	15.74	16.70	17.02	15.91	15.04	14.76	13.27
Fe ₂ O ₃	3.79	3.26	3.27	2.43	2.13	1.53	1.48
FeO	7.13	3.21	4.04	2.30	2.03	1.62	1.11
MnO	0.20	0.16	0.14	0.09	0.09	0.07	0.06
MgO	6.73	2.57	3.33	1.78	2.09	1.14	0.39
CaO	9.47	4.96	6.79	4.32	3.62	3.05	1.14
Na ₂ O	2.91	4.35	3.48	3.79	3.67	2.71	3.55
K ₂ O	1.10	3.21	1.62	2.17	3.00	5.78	4.30
TiO ₂	1.84	1.08	0.87	0.58	0.60	0.66	0.28
P ₂ O ₅	0.35	0.41	0.21	0.15	0.25	0.46	0.07
H ₂ O	0.95	1.25	0.83	0.91	1.09	2.00	1.10

Geoquímicamente estos materiales se caracterizan por presentar: los tipos dacianandesíticos y dacíticos contenidos en SiO_2 algo superiores (64% y 67%) a las de medias deducidas para estas rocas (LE MAITRE, 1.976) (Cuadro III). Los contenidos en Na_2O son considerablemente más bajos (0,10 a 0,40) y existe por el contrario un enriquecimiento en MgO (5,46%) dentro de los pórfidos dacíticos y en K_2O (4,90%) en las coladas de dacianandesitas del alto de la Calderilla. Respecto a los materiales dellenítico-riolíticos del afloramiento de Luzón (Números 15, 16) se observan grandes anomalías geoquímicas que se traducen por un enriquecimiento en SiO_2 (74%-76%) y una fuerte emigración de los álcalis predominantemente del Na_2O (0%); existe sin embargo un ligero enriquecimiento en MgO permaneciendo más o menos constante el Al_2O_3 ($\approx 13\%$).

Respecto a los elementos menores se observan contenidos elevados en Ce, Ni y Zr y muy bajos en Sr. Hemos de señalar asimismo, que los contenidos encontrados en los materiales caracterizados desde el punto de vista mineralógico como dellenitas, se aproximan más a los de riodacitas que a los de aquellos (Cuadro III).

Así pues, a la vista de las medias analíticas deducidas a partir de los análisis de estas rocas (Cuadros II, III) se observa que tanto los pórfidos dacíticos de la Morra Alta como las coladas dedacianandesíticas del Alto de la Calderilla son geoquímicamente análogos y por comparación con medias de otras rocas (LE MAITRE, 1.976, Cuadro IV) podrían representar tipos dacíticos parcialmente silicificados, dolomitizados y potasificados. En relación con las coladas riolíticas del afloramiento de Luzón, sus análisis señalan que ha tenido lugar una fuerte emigración de álcalis preferentemente Na_2O y una ligera silicificación.

Comparando asimismo estas rocas con andesitas y dacitas procedentes del Rotliegendes europeo y con los de la suite pérmica centro-europea (ECKHARDT, 1.979, 80) se observa en éstas, respecto a los elementos mayores, valores muy anómalos de MgO y álcalis destacando también las proporciones de SiO_2 anormalmente elevadas con respecto a las de aquellas. En relación con los menores, destacan también los contenidos anormalmente bajos de Rb, Zn e Y, y elevados de Cu y Sr, este último tan solo en algunos de los tipos analizados (dacitas) de la Morra Alta.

II.1.2. Sierra Menera. "Ojos Negros".

II.1.2.1. Situación y antecedentes.- Comprende esta zona parte de tres unidades geográfico-geológicas bien definidas: El sector de Molina al W donde se encuentra representado el Pérmico de manera completa; el horst de Sierra Menera en el centro con ausencia de Pérmico Inferior y la fosa del Jalón al E enclavada ya dentro de la rama occidental de la Cordillera Ibérica. Así pues, el afloramiento de Ojos Negros se encuentra situado en las estribaciones de Sierra Menera (Teruel) dentro del sector oriental de la Hoja 515 MTN 1:50.000 (Fig. 1) entre las coordenadas $40^{\circ}44'50'' - 40^{\circ}45'20''$ y $2^{\circ}08'35'' - 2^{\circ}09'10''$).

Desde el punto de vista estructural corresponde a una zona muy fracturada y en ella, los materiales basálticos aparecen asociados a importantes fracturas.

Las primeras referencias a materiales volcánicos en este sector se deben a HERRANZ (1.969) el cual describe al Sur de El Pedregal coladas dacíticas y rocas piroclásticas sin precisar su edad. VILLENNA (1.971) cita dos pequeños afloramientos carboníferos en Sierra Menera constituidos por pórfidos dioríticos y cineritas. El IGME (1.971) en la Hoja 1:200.000 de Daroca, menciona la existencia de grauvacas, tobas y rocas piroclásticas atribuidas al Estefaniense.

Con DE LA PEÑA et al. (1.979) se citan por vez primera la existencia de materiales basálticos en esta zona. Estos autores a partir de un estudio petrológico y geoquímico detallado señalan el carácter toleítico de estas rocas y su procedencia a partir del manto superior relacionándolos con la última etapa de fracturación hercínica. En base a medidas del Kd en las plagioclasas señalan para ellos un intervalo de edad que abarca desde el Estefaniense al Autuniense. Posteriormente el IGME (1.979) en la hoja geológica n° 515 1:50.000 del Plan MAGNA pone de manifiesto mediante su cartografía los afloramientos de basaltos de este sector, situándolos en el Pérmico Inferior y precisando el carácter fisural de estas emisiones.

II.1.2.2.- Características de los afloramientos.- Los materiales basálticos de esta zona constituyen dos afloramientos muy próximos entre sí. El primero de ellos se localiza en el N del cerro de El Molar (Fig. 7), es el que ofrece mejores condiciones de observación

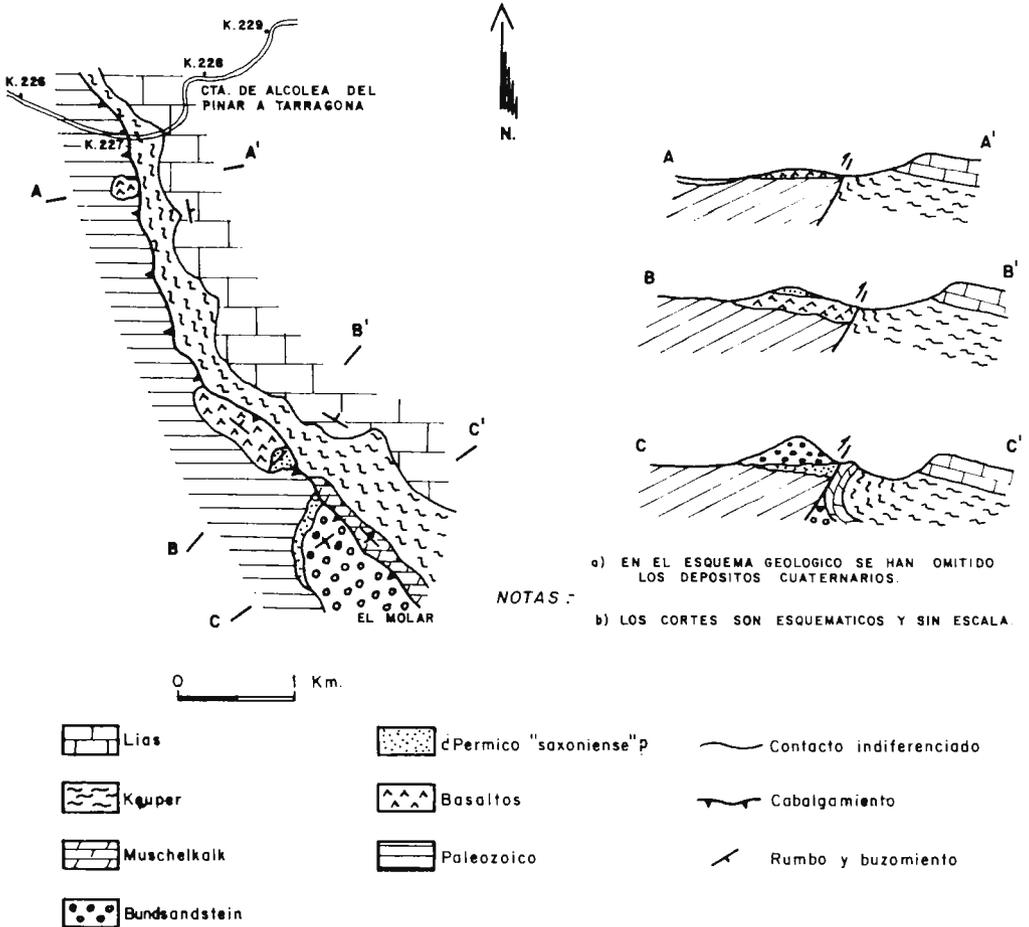


Fig. 7

Los basaltos se disponen conformando una colada sobre las pizarras del Silúrico. En la base de ésta aparecen basaltos de grano muy fino que presentan disyunción "columnar" y en "bolos", pueden observarse asimismo vesículas rellenas de carbonatos. En el centro de la colada aumenta el tamaño de grano así como el grado de alteración, comienzan a aparecer aglomerados de tipo tobáceo, de color verdoso, con abundantes vesículas atravesadas por diques de carbonatos. El techo de la colada está formado por tobas, brechas fragmentarias y niveles volcanoclásticos bien estratificados; se observan estructuras cordadas en los niveles tobáceos así como nódulos ferruginosos e impregnaciones en las grietas de las pizarras de la base. Por encima de los niveles volcanoclásticos y en discordancia con ellos aparecen argillitas ocreas y areniscas rojas de tipo margoso con abundantes cantos cuarcíticos que no presentan huellas de percusión; estos niveles son como los que caracterizan al Pérmico rojo (Montesoro) de todo este sector.

El segundo afloramiento aparece al E del A° de la Maragosa. Aquí los basaltos presentan una textura casi afanítica, forman una pequeña coladilla junto con materiales volcanoclásticos, aparecen muy alterados y cubiertos por un canturreal.

II.1.2.3.- Caracteres petrológicos.- Composicionalmente son basaltos plagioclásicos y traquiandesitas.

Los primeros presentan una textura holocristalina porfídica y predominantemente vacuolar hacia el techo de la colada. Composicionalmente están formados por $Pl + \underline{Clpx} + \underline{Olv}$ no encontrándose siempre presentes a la vez los dos últimos componentes. La plagioclase An_{48-57} presenta hábito rombooidal, maclas polisintéticas y zonado concéntrico; se encuentran corroídas y reemplazadas por carbonatos y por productos feldespató-micáceos; frecuentemente están silicificados. El clinopiroxeno es de tipo augita, se encuentra zonado y maclado en reloj de arena, incluye plagioclase y por lo general está uralitizado. El olivino transformado casi totalmente a serpentina es idiomorfo y de hábito rombooidal. La matriz microcristalina está formada por sericita + óxidos de Fe + carbonatos, siendo la serpentina la que rellena generalmente las vacuolas.

Las traquiandesitas presentan una textura holocristalina por-

fídica siendo la matriz traquítica afieltrada. Están compuestos por Pl + Clpx estando ausente por lo general el olivino. Se encuentran potasificadas y en su matriz microcristalina destacan pequeños microlitos fluidalmente orientados de feldespatos reemplazados totalmente por cuarzo. Como fenocristales destacan plagioclasas a veces en sinneusis y clinopiroxenos pseudomorfizados por un agregado de feldespato-micáceo fuertemente birrefringente.

Los niveles formados por rocas volcanoclásticas se presentan como un agregado criptocristalino casi isótropo de cuarzo, sericita y óxidos de Fe que empasta clastos de cuarzo anguloso y riolítico, biotita de hábito tabular, a veces kinkada, plagioclasa maclada y zonada, circones y piritas; siendo los fragmentos bien de tipo metamórfico (cuarcita, esquistos), bien volcánicos con fenocristales de Q, Clpx y Bt.

II.1.2.4.- Caracteres geoquímicos.- En el Cuadro II se encuentran contenidos tres análisis químicos de este sector. De ellos, los números 11 y B corresponden a basaltos plagioclásicos del Cerro de El Molar (tomado el B de DE LA PEÑA et al. 1.979); el número 12 corresponde a una traquiandesita del afloramiento de La Maragosa.

A partir de los análisis 11 y B se observa en los basaltos plagioclásicos una fuerte alteración con emigración de álcalis y consiguiente incremento en alúmina (N° 11). Considerando pues como elementos menos móviles SiO_2 , MgO y CaO podemos caracterizar a estos como basaltos que presentan contenidos en SiO_2 (54%) algo superiores a la media más frecuente (SiO_2 entre 45 y 50%) y ricos en CaO ($\approx 11\%$); sus contenidos iniciales en alúmina son difíciles de determinar teniendo en cuenta la movilidad de los álcalis; sin embargo si consideramos el análisis B como el más fiable para determinar la composición inicial de estos podríamos señalar que se trata de basaltos "normales" en alúmina ($\text{Al}_2\text{O}_3 \approx 16,5\%$, KUNO, 1.968) y ricos en CaO.

Comparando estos basaltos con la media dada por LE MAITRE (1.976) (CUADRO IV) se observan en estos cantidades inferiores de Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 y superiores de SiO_2 siendo más o menos análogos respecto al MgO, CaO y álcalis.

Comparándolas asimismo con los basaltos pérmicos del NW de Alemania se observan en estos con respecto a aquellos valores inferiores de Al_2O_3 y Fe_2O_3 y más elevados de SiO_2 y CaO , siendo análogos con respecto al MgO y álcalis (ECKHARDT, 1.978, 1.980).

Respecto a los elementos menores se observan contenidos análogos a los de los basaltos pérmicos tanto del NW de Alemania como con los procedentes del Rotliegende Europeo, presentando contenidos algo inferiores de Rb y superiores de Ni, Cu (ECKHARDT, 1.979). Los demás elementos Sr, Zn, Zr, Nb, Ce e Y son muy semejantes.

Así pues, los basaltos plagioclásicos de este sector de Ojos Negros son análogos a los basaltos procedentes de otras suites calcoalcalinas; sin embargo, existen variaciones en su quimismo (SiO_2 , MgO , CaO) originadas por procesos de silicificación y carbonatación parciales (véase análisis n°11).

En los tipos traquiandesíticos (análisis 12, Cuadro II) se observa con respecto a los tipos basálticos un fuerte incremento de SiO_2 (63%) y un considerable descenso de MgO (0,90%) siendo los contenidos en Na_2O algo menores. Es difícil encontrar analogías composicionales con otros tipos de rocas debido a la movilidad que han sufrido tanto los álcalis como el calcio, con el consiguiente incremento en SiO_2 . Teniendo en cuenta estos factores y considerando más o menos inalterables el Al_2O_3 , MgO y los contenidos en elementos menores que se comportan como inmóviles durante los procesos de alteración metasomática y metamórfica: Ca, Nb, Y y Zr (PEARCE y NORRY, 1.979; PEARCE, 1.974; WINCHESTER y FLOYD, 1.976) podemos establecer su analogía con términos intermedios entre basaltos y andesitas del resto de Europa (ELKARDT, 1.979 y 1.980).

II.2.- Manifestaciones volcánicas del Pérmico Inferior 'Autuniense'

II.2.1.- Sierra del Aragoncillo.

II.2.1.1. Situación y antecedentes.- Geográficamente se encuentra situada en la parte central de la Rama Occidental de la Cordillera Ibérica y desde un punto de vista geotectónico representa el área

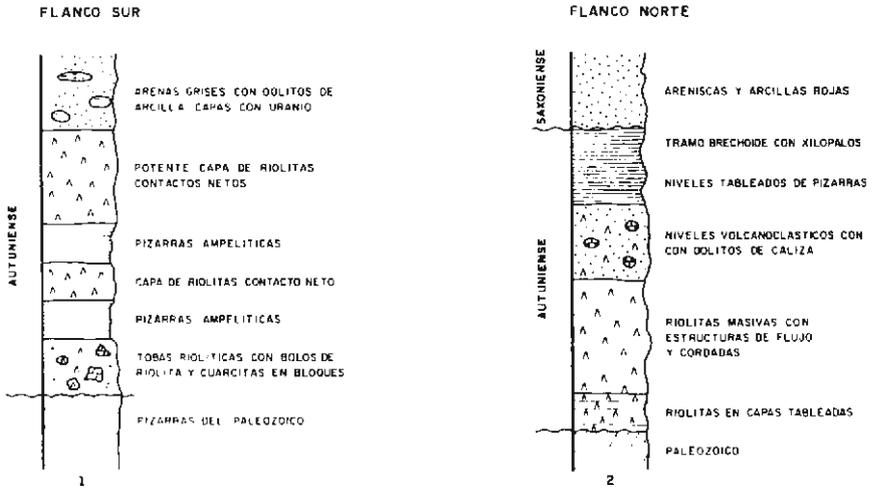
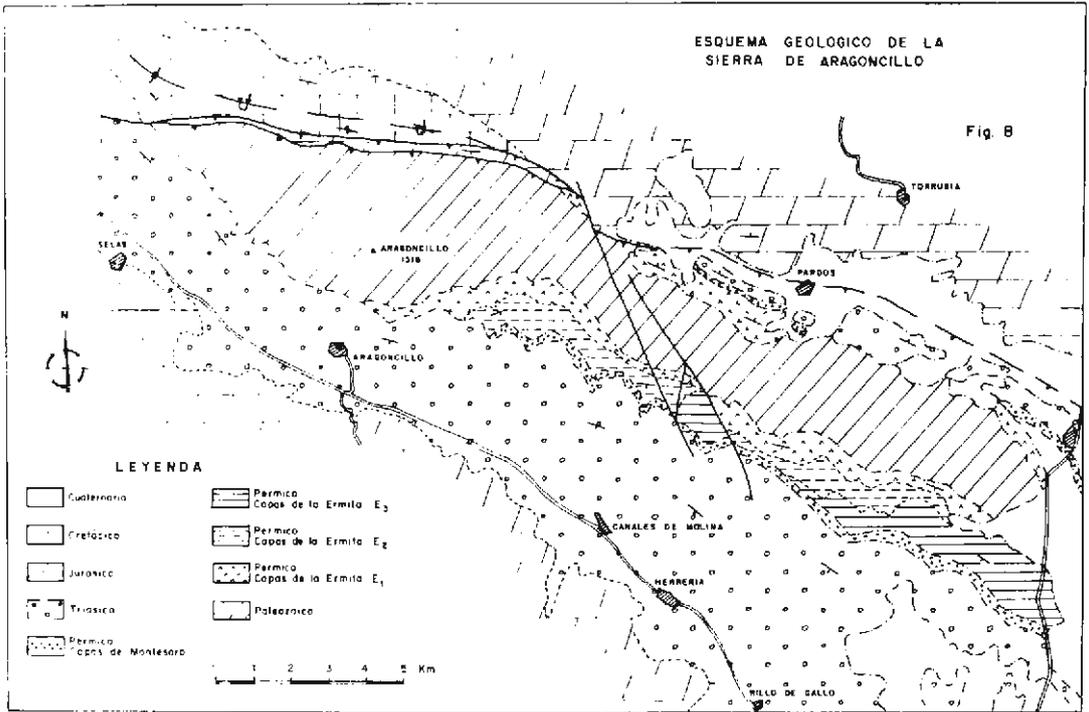
más deprimida (zona de Maranchón-Molina) del Bloque Septentrional (IGME, 1.979) en la que se depositaron los sedimentos pérmicos de forma completa (Fig. 1). Es pues, en este sector, en el que podemos encontrar entre las facies, grises de un Autuniense palinológicamente datado (RAMOS et al., 1.976) los afloramientos volcánicos más representativos del Pérmico Inferior de esta Rama.

Dentro de este sector, los trabajos más antiguos de CALDERON (1.898), TRICALINOS (1.928) y SCHROEDER (1.930) atribuyen este Pérmico al Estefaniense; sin embargo, és en las dos últimas décadas cuando cobra un gran avance esta temática mediante trabajos de mayor precisión que caracterizan y datan en diferentes puntos de la zona las series pérmicas. Así, con carácter general, encontramos los de RIBA y RIOS (1.960-62), RAMOS (1.977), SOPEÑA et al. (1.977) y con carácter más detallado y amplio los de VILLENA (1.971), SÄCHER (1.966) y RAMOS (1.979), IGME (1.979) en los que se aportan las principales líneas de investigación para todo este sector. Trabajos específicos que inciden directamente en la petrología de los materiales volcánicos de esta área son los de GABALDON y PEÑA (1.973) en el Barranco de los Danzantes, y RAMOS et al. (1.976) en Rillo de Gallo.

II.2.1.2.- Características de los afloramientos.- La Sierra del Aragoncillo constituye, dentro del bloque septentrional de esta rama occidental de la Cordillera Ibérica, un anticlinal en cuyo núcleo afloran materiales paleozoicos (Fig. 8). En la base de ambos flancos afloran materiales pérmicos de edad Autuniense (RAMOS et al. 1.976) en los que se localizan potentes coladas de riolitas masivas y tobas que engloban abundantes cantos riolíticos y cuarcitas en bloques que llegan a alcanzar un tamaño considerable.

A lo largo de este anticlinal se han realizado dos cortes con un demuestre minucioso. El primero de ellos se localiza entre Rillo de Gallo y Pardos y el segundo se sitúa al Oeste del anterior, entre Canales de Molina y Pardos cotando el anticlinal en sus dos flancos (Fig. 9).

Basándonos en los tramos diferenciados por RAMOS (1.980) en las capas de la Ermita los materiales volcánicos se distribuyen en el Corte de Rillo de Gallo de la siguiente manera:



ANTICLINAL DE LA SIERRA DEL ARAGONCILLO

Fig 9

1 CANALES DE MOLINA

2 PARDOS

Tramo E₁: Tobas cuarcíticas y riolíticas que empastan fragmentos de pizarra y cuarcitas.

Tobas cineríticas y riolíticas y brechas de color verde en las que destacan fenocristales de Q y Fpto.

Tramo E₂: En la base tobas riolíticas de color verde. Dan un resalte en una pequeña loma con una potencia aproximada de 8 m. Con forman una colada junto con riolitas, tobas riolíticas y cineritas tobáceas que pasan lateralmente a materiales fragmentarios de tamaño muy fino (lapillis) con plantas. Constituyen en conjunto un tramo masivo bien estratificado que en su parte superior pasa a tobas, cineritas, brechas y rocas volcánoclasticas.

- Dolomias silicificadas.
- Niveles riolíticos con fragmentos de "chert".

En el segundo de los cortes realizados (Fig. 9) entre Canales de Molina y Pardos, aparecen:

Flanco sur del anticlinal.

Techo:

- Areniscas grises con uranio: Autuniense.
- Tobas riolíticas de tipo ignimbrítico de color blanco interestratificadas con pizarras ameliticas.
- Tobas riolíticas que incluyen bolos de riolita y bloques de cuarcita, tobas cuarcíticas y brechas riolíticas.

Base:

- Pizarras paleozoicas.

Flanco norte del anticlinal.

Techo:

- Series rojas del Pérmico Superior.
- En discordancia tramo brechoide rubefractado con xilópalos muy bien conservados.
- Pizarras en niveles tableados.
- Rocas volcánoclasticas con oolitos de calizas, constituyen un nivel de pequeño espesor.
- Riolitas masivas que presentan estructuras cordadas y pliegues de flujo (en cascada).
- Riolitas tableadas.

Base:

- Pizarras paleozoicas.

Dentro de este corte se han estudiado muestras procedentes de dos sondeos cedidos por la Junta de Energía Nuclear. Ambos se localizan en el flanco sur del anticlinal (coordenadas 40°56'50" - 2°1'1" 180 m. de profundidad).

II.2.1.3.- Caracteres petrológicos.- A partir de ambos cortes se deduce que el vulcanismo de este sector comprende dos episodios de diferente magnitud separados por un intervalo de sedimentación car bonatada (dolomias del tramo E₂).

El primer episodio se extiende desde el Autuniense inferior (tramo E₁) hasta el Autuniense medio (mitad del tramo E₂). Se caracteriza por una colada formada hacia el techo por materiales masivos de tipo riódacítico-riolítico y materiales fragmentarios, to bas riolíticas y cineríticas en la base.

- Tobas riódacíticas: Son de textura holocristalina, porfídica microcristalina con fenocristales de Pl + FK + Q + Bt + Anf.

Todos ellos aparecen como pseudomórfos sustituidos totalmente por un agregado criptocristalino de cuarzos y clorita. La matriz está formada por un agregado microcriptocristalino de FK silicificado en parte sobre el cual destacan microlitos tabulares de FK y Pl totalmente reemplazados por cuarzo criptocristalino. Procesos secundarios de alteración se traducen en una silicificación muy pronunciada que oblitera todos los caracteres texturales primarios de los componentes mineralógicos.

- Riolitas: Presentan una textura holocristalina porfídica con matriz vítrea parcialmente desvitrificada a esferulitos o perlitas. Contienen fenocristales de FK + Q + Bt + Anf; todos ellos se encuentran parcial o totalmente silicificados y en ocasiones están presentes moscovitas kinkadas a veces caolinizadas. Son frecuentes las texturas de flujo ignimbrítico en la matriz que también se encuentra reemplazada por un agregado criptocristalino de FK + Q.

- Tobas cineríticas: Empastados en una matriz criptocristalina silicificada y sericitizada aparecen cristales de: cuarzo riolítico, plagioclasas sericitizadas y silicificadas, feldespatos potásicos corroidos pseudomorfos de anfíbol formados por clorita + opacos y biotitas deformadas y con cuñas de cuarzo entre sus planos de exfo

liación; como fragmentos se encuentran clastos de pizarras y cuar^u citas micáceas, "cherts" y vidrios argillitizados con aspectos de "shards" fluidalmente orientados. Se han observado asimismo lapilli acrecionales en Canales de Molina.

II.2.1.4.- Caracteres geoquímicos.- Según lo expuesto anteriormente los materiales volcánicos característicos de este sector son riolitas íntimamente asociadas a tobas cuarcíticas.

Se caracterizan estos materiales (análisis 19, 20, Cuadro II) por contenidos muy altos de SiO₂ (media 79%, Cuadro III) y bajos de Na₂O (media 0,03%) y Fe₂O₃ total (media 0,85%), lo que lleva a pensar que se encuentran formados mayoritariamente por fragmentos de vidrio y cenizas parcialmente silicificadas (ver petrografía apartado II.2.1.3.).

No son muchos los análisis existentes en la bibliografía de cineritas o materiales fragmentarios, pero si comparamos estas con las del Pérmico de Pirineos (GISBERT, 1.982) se observan grandes analogías con las cineritas e ignimbritas flameadas que aparecen tanto en la unidad de tránsito como en la base de la unidad roja inferior.

Respecto a los elementos menores, los contenidos encontrados respecto al Nb, Rb, Sr y Zn son análogos a los que caracterizan a las riolitas pérmicas centroeuropeas y Rotliegenden (ECKHARDT, 1.979, 1.980) sin embargo los contenidos en Ce, Y y Zr son bajos y semejantes a los de términos menos diferenciados (andesitas, basaltos); los contenidos en Cu son en estas rocas anómalamente elevados.

II.2.2. Afloramiento de Torre La Hija

II.2.2.1. Situación, caracteres generales y antecedentes.- Se encuentra situado al NE de Molina de Aragón entre Cubillejo del Sitio y Anchuela del Pedregal. Se localiza en la Hoja 490 MTN 1:50.000 (40°41'10" - 40°51'30" y 1°51'0").

Desde el punto de vista estratigráfico, este afloramiento se encuentra definido por la presencia de un Pérmico en facies rojas que se apoya directamente sobre el Paleozoico. Recubriéndolo y en

clara discordancia aparecen al igual que en el resto de los sectores de la Cordillera Ibérica los conglomerados basales del Bundsanstein.

SÄCHER (1.966) denomina a estas facies rojas "Capas de Montesorro", atribuyéndolas por vez primera una edad pérmica (Rotliegendes). Más tarde VILLENA (1.971) conserva dicha denominación admitiendo la misma edad. VIRGILI (1.977) señala asimismo las características generales del Pérmico en una síntesis que realiza de toda la Cordillera Ibérica y más tarde, en esta misma línea RAMOS RUIZ (1.979) caracteriza detalladamente los niveles que forman esta serie de Montesorro.

Todos los autores anteriormente señalados citan la presencia de niveles volcánicos entre los materiales que constituyen esta serie (Montesorro) bien como intercalaciones, bien como cantos que forman parte de su conglomerado basal; sin embargo, es en el trabajo de DE LA PEÑA y MARFIL (1.975) donde se presta especial atención a estos niveles volcánicos, precisando en base a su estudio petrográfico la naturaleza riolítica y traquítica de los cantos así como la presencia de cineritas, dellenitas y dacitas silicificadas.

II.2.1.2.- Caracteres petrológicos.- El corte realizado desde el vértice de Torre La Hija hasta la Rambla de los Danzantes pone en evidencia la ausencia dentro de esta formación de niveles importantes de rocas volcánicas; únicamente se han encontrado niveles de escaso espesor constituidos por cineritas, tobas y rocas volcánicas noclásticas. Hacia la base de la formación aparece un potente nivel conglomerático constituido mayoritariamente por cantos volcánicos de naturaleza riolítica.

Petrográficamente los cantos presentan una textura porfídica microcristalina con fenocristales de Q + Pl + Fk + Anf + Bt y como accesorios Ap con características de rocas volcánicas, Zr y opacos.

Todos los fenocristales se encuentran pseudomorfizados y sustituidos parcial o totalmente por cuarzo criptocristalino (silicificaciones) y carbonatos. Presentan corrosiones, reabsorciones y vacuolas rellenas por vidrio. La matriz de estos cantos se encuentra formada por un agregado cuarzo-feldespático criptocristalino sobre

el que destacan microlitos de feldespato silicificado en unas ocasiones y de ferromagnesianos sideritizados en otras, con una orientación fluidal muy marcada.

II.2.1.3.- Caracteres geoquímicos.- Se han analizado dos cantos procedentes del conglomerado basal de este afloramiento (análisis n^{os} 17 y 18). Ambos han sido caracterizados mineralógicamente como tipos riódacíticos-delleníticos.

Desde el punto de vista geoquímico se caracterizan respecto a los elementos mayores por altos contenidos en SiO₂ (media 73%) y bajos en Na₂O (media 0,60%) y Fe₂O₃ (≈ 2%), proporciones anómalas para términos dacíticos-riódacíticos; sin embargo esto, se justifica petrográficamente por una marcada silicificación con emigración del Na₂O al igual que sucede en el resto de los tipos aquí analizados. Por lo que respecta al resto de los elementos mayores, sus proporciones son análogas a los encontrados en dacitas centroeuropeas y similares también a las medias de dacitas de LE MAITRE (1.976).

En cuanto al contenido en menores hemos de señalar que las cantidades que arrojan Ce, Sr y Zr son análogas a las indicadas en dacitas centroeuropeas por ECKHARDT (1.969) y a las dadas por TAYLOR (1.979), también son análogas a las de los sills dacíticos de Atienza (ANCOCHEA et al, 1.982) pero sin embargo, los contenidos en Y, Nb y Rb son anormalmente bajos respecto a algunos de ellos.

III. LA ZONA DE INTERFERENCIA CON EL SISTEMA CENTRAL O MARGEN IBÉRICO

Situada en el extremo occidental de la Cordillera Ibérica es desde el punto de vista geotectónico una zona predominantemente activa; se encuentra comprendida entre la falla de Somolinos y el semigraben de Pálmaces (IGME, 1.979) (Fig. 1). Dentro de esta zona, los afloramientos volcánicos más representativos se sitúan al norte de la falla en el bloque deprimido con sedimentación pérmica (Area de Atienza). Al sur existe un bloque levantado sin sedimentos pérmicos pero en el que también están presentes las manifesta-

ciones volcánicas aunque de forma escasa (sector de La Cardeñosa). Más al E se encuentra el semigraben de Pálmaces, en él, los sedimentos pérmicos aparecen intimamente asociados a episodios volcánicos de escasa magnitud constituyendo en conjunto, un Pérmico Inferior representado en este sector por facies rojas (SOPENA et al. 1.977, a, b,; VIRGILI, et al. 1.973; VIRGILI, 1.977).

III.1. El vulcanismo Permo-Carbonífero (Estefaniense-Autuniense).

III.1.1. El Sector de Atienza

III.1.1.1.- Situación, caracteres generales y antecedentes.- Se encuentran en este sector los afloramientos volcánicos que junto a los de Albarracín constituyen el episodio volcánico más importante de la Cordillera Ibérica. Se localizan en el límite entre las provincias de Soria y Guadalajara, abarcando un sector comprendido entre las Hojas 433 y 460 del MTN 1:50.000 ($3^{\circ}00'00'' - 2^{\circ}51'10''$ y $41^{\circ}15'00'' - 41^{\circ}08'30''$).

Desde el punto de vista estratigráfico, los afloramientos de rocas volcánicas de este sector corresponden a dos episodios lávicos que según HERNANDO (1.973, 1.980) y HERNAN et al. (1.981) se distribuyen a lo largo de la columna estratigráfica de la siguiente forma. El primero de ellos, es el más importante en cuanto a volumen y se sitúa antes de que tenga lugar la sedimentación pérmica; el segundo es intrapérmico y corresponde a una actividad residual estrechamente ligada a la precedente.

Desde el punto de vista tectónico, los afloramientos volcánicos se distribuyen según HERNAN et al. (1.981) más o menos paralelamente a las directrices tectónicas de este sector y muy próximas a los conos de fractura, localizándose el mayor volumen de ellos en las proximidades a la zona de intersección de los dos sistemas de fracturas principales (NE - SW y NW - SE).

Dentro de este sector, las primeras referencias a este vulcanismo aparecen en los trabajos de PALACIOS (1.879), CASTELL (1.880) y SCHROEDER (1.930). Posteriormente surgen trabajos en los que se trata este tema con mayor precisión como son los estudios paleomagnéticos de VAN DER VOO (1.967, 68 y 69), petrológicos de SCHÄFER (1.969) o tectónicos de SOERS (1.972); todos ellos

atribuyen a este volcanismo una edad posthercínica-pretriásica. Son, sin embargo, los trabajos de HERNANDO (1.973, 1.977) los que dedican una especial atención a este volcanismo, estableciendo las principales líneas estratigráficas de todo el sector. Este autor, es el primero que relaciona este volcanismo con la sedimentación pérmica, confirmándolo posteriormente (HERNANDO et al. 1.980) al calcular mediante K/Ar una edad mínima para ellos de 287 ± 12 m.a. Posteriormente se realizan estudios petrológicos y geoquímicos detallados de toda este área (PERNI, 1.980; HERNAN et al. 1.981; ANCOCHEA et al. 1.981), caracterizando este volcanismo y en cuadrándolo dentro de un marco geotectónico a escala global (ANCOCHEA et al. 1.981).

III.1.1.2.- Caracteres geoquímicos.- Los trabajos de PERNI (1.980) y ANCOCHEA et al. (1.981) ponen de manifiesto a partir de los análisis químicos de 24 rocas que los materiales volcánicos del Sector de Atienza corresponden geoquímicamente a términos intermedios entre andesitas y dacitas ricas en alúmina, correspondiendo éstas, a una serie típicamente calcoalcalina con intervabde variación muy estrecho.

Respecto a los elementos menores todos ellos se encuentran enriquecidos en cationes de gran tamaño (Zr, Nb) y tierras raras ligeras (Ce, La); existiendo asimismo un incremento en Ba, Ce, Rb y una disminución en Cr y Ni con el aumento del grado de diferenciación de las rocas.

Respecto al significado petrogenético, estos autores señalan basándose en los criterios establecidos por diferentes autores que las rocas de este sector corresponden a rocas calcoalcalinas de zona orogénica (margen continental) activo o cadena orogénica intracontinental) correlacionándolas al igual que otros autores (ALVARO et al. 1.978) con el plutonismo hercínico del Sistema Central.

III.1.2. Sector de la Cardeñosa

III.1.2.1. Situación y antecedentes.- Se sitúa este sector al NW

de la Hoja de Sigüenza (n° 461 MTN 1:50.000) y desde el punto de vista geotectónico se encuentra, en el bloque levantado sin sedimentos permicos situado al sur de la falla de Somolinos (IGME, 1.980). Desde el punto de vista estratigráfico esta zona constituye la continuación hacia el E de los afloramientos metamórficos de Hiendelaencina y Boderá, en los que afloran materiales que abarcan desde un supuesto Precámbrico Superior-Cámbrico Inferior hasta el Devónico.

Dentro de este trabajo, se citan por primera vez la existencia de manifestaciones subvolcánicas en este sector del Sistema Central (GONZALEZ LODEIRO, comunicación personal) que pueden ser correlacionables tanto por su composición como por su naturaleza con los sills de tipo dacítico que afloran al E de la Sierra de Alto Rey y Prádena de Atienza.

III.1.2.2. Caracteres petrológicos.- El afloramiento se encuentra constituido por pórfidos ácidos de color rosado en contacto discordante con neises glandulares en facies "Ollo de Sapo". Aparece rodeado por materiales metamórficos por lo que su aspecto es el de un pequeño "domo-colada".

Petrográficamente son pórfidos dacíticos con una matriz formada por un agregado de plagioclasa ácida y sericita. Los fenocristales son de plagioclasa tabular y se encuentran reemplazados por un agregado feldespato micáceo y carbonatos. Los de biotita aparecen transformados a mica blanca y opacos. Como accesorios figuran apatito y opacos. Se encuentran al igual que el resto de los materiales volcánicos muy alterados. La alteración que presentan es de tipo hidrotermal con argillitización y carbonatación de todos los componentes minerales que forman la roca.

III.2. Manifestaciones volcánicas del Pérmico Inferior (Autuniense)

III.2.1. Sector de Pálmaces

III.2.1.1. Situación y antecedentes.- Este afloramiento se encuentra situado en los alrededores del embalse de Pálmaces de Jadraque. Al SW del pueblo de Hiendelaencina (hoja 460 MTN 1:50.000 0°45'29"

- 0°46'10" y 41°3'55" - 41°3'45" (Fig. 1).

Está constituido por sedimentos pérmicos en facies rojas que se apoyan discordantemente sobre un zócalo metamórfico hercínico, estando recubiertos por el Buntsandstein.

Desde el punto de vista geotectónico, esta zona constituye un semigraben ("semigraben de Pálmaces, IGME, 1.970) cuyas fallas activas durante el Pérmico condicionaron la sedimentación en toda el área.

Son muchos los trabajos realizados en este sector (SCHROEDER, 1.930; SOERS, 1.972; IGME, 1.971), sin embargo, hasta la década pasada no se presta especial atención a la problemática del Pérmico. Es, en el trabajo de VIRGILI et al. (1.973) donde se citan por vez primera intercalaciones volcánicas en el tramo inferior de una serie que atribuyen también por vez primera al Pérmico. Más tarde, RAMOS y SOPEÑA (1.976) describen una columna muy detallada del Pérmico de este sector atribuyendo los tramos inferiores al Autuniense por analogía con sectores próximos (Tamajón-Retiendas) y señalando en ellos la presencia de niveles volcánicos de tipo tobáceo. Simultáneamente en el trabajo de VIRGILI et al. (1.976) se correlaciona el Pérmico de esta zona con el de otras zonas de la Ibérica y más tarde SOPEÑA et al. (1.979) señalan como serie tipo de esta área, la que aflora en el A° del Rizuelo, señalando la presencia del conjunto volcano-sedimentario en su tramo inferior.

III.2.1.2. Caracteres petrográficos.- El estudio se ha realizado en el tramo inferior de la columna del Rizuelo. Entre argillitas y limos de colores verdes y rojos resaltan niveles más claros de escaso espesor (0,5 m) de color blanco.

Los niveles verdosos están compuestos por tobas cineríticas que engloban fragmentos de pizarra y cuarcita y clastos de cuarzo. Abunda en ellos la biotita. Petrograficamente están formados por una matriz de tipo cuarcítico algo fluidal que engloba clastos de cuarzo anguloso y subangulosos, feldespatos potásicos, plagioclasa maclada, biotitas deformadas y orientadas y carbonatos; también contienen fragmentos de vidrio transformados a cloritas que encierran cuarzos riolíticos y biotita.

Por encima de éstos, aparecen niveles de tonos más claros constituidos por rocas volcanoclásticas. Petrograficamente son análogos a los tipos subgrauváquicos. Contienen clastos abundantes de cuarzo anguloso, aunque también aparecen cuarzos volcánicos de tipo ameboides, el feldespatos potásico es muy abundante junto a biotitas deformadas y desflecadas, algunas de las cuales están transformadas a cloritas. Los fragmentos que engloban son de cuarcita micácea, esquistos y cherts.

IV. PROCESOS DE ALTERACION

A partir de las transformaciones observadas en los componentes minerales que constituyen los materiales descritos podemos diferenciar dos tipos de alteración: hidrotermal y diagenética.

a) Hidrotermal: Originada a partir de los fluidos magmáticos residuales, tiene lugar en los últimos estadios de la cristalización o con posterioridad a éstos. Se traduce principalmente en la neoformación de nuevas fases minerales (albita, moscovita, anfíbol radial de tipo cumingtonítico, cuarzo, turmalina y ceolitas) que se disponen bien reemplazando pseudomórficamente a los minerales primarios (plagioclasas, feldespatos), bien rellenando vacuolas o pequeñas fracturas principalmente en los materiales fragmentarios (tobas y brechas). Esta alteración es importante en el afloramiento de Bronchales en el que incluso aparecen albititas y turmalinitas bien como constituyentes mayoritarios de las brechas fragmentarias que forman la base de la colada, bien masivamente como pequeños diques entre los materiales que constituyen las coladas.

b) Diagenética o sindeposicional: Consiste en un autometasomatismo selectivo facilitado por la porosidad de los materiales volcánicos durante su emisión y posterior deposición. El agua y los gases resultantes de la erupción junto con el agua contenida en los sedimentos dentro de las cuencas, provocan un lexivado de los materiales con emigración de alcalís (CHENEBAUX et al. 1.960, ROCCI Y CHRETIEN 1.964; GISBERT, 1.980). Esta transformación conduce a una

grauwakinación progresiva de los materiales volcánicos y en particular de los fragmentarios (MARFIL y PEÑA, 1.980; SORIANO et al. 1.981) que se traduce en la argillitización de plagioclasas y del vidrio desvitrificado o de la matriz de la roca, cloritización, sericitización y sideritización de los minerales ferromagnesianos (piroxenos, anfíboles, micas) y una silicificación y dolomitización generalizada.

Este tipo de alteración cobra gran importancia desde el punto de vista geoquímico, ya que oblitera hasta tal punto los caracteres composicionales primarios que es difícil la identificación de los materiales. Se manifiesta principalmente por un fuerte aumento de potasio y consiguiente empobrecimiento en sodio (dependiendo del tipo de materiales y fundamentalmente en los piroclásticos y riolíticos). Los procesos de silificación y dolomitización también tienen respuesta en un marcado aumento de los contenidos iniciales de sílice y magnesio.

V. SINTESIS PETROGENETICA Y ESQUEMA EVOLUTIVO DEL VOLCANISMO DURANTE EL PERMICO

V.1. El volcanismo Permo-Carbonífero

Al final del Estefaniense y con el inicio del Pérmico tiene lugar una etapa de intensa actividad tectónica con formación de desgarres (PARGA, 1.969; ARTHAUD y MATTE, 1975, 1.977; VEGAS, 1.975) y de importantes fallas gravitacionales que indican un régimen distensivo; es durante este periodo, cuando se inicia un importante ciclo volcánico que se refleja de manera importante en toda la sedimentación Pérmica.

La distribución espacial de facies en las rocas volcánicas sugieren para este periodo de tránsito dos focos importantes de emisión situados en ambos extremos de la Rama occidental de la Cordillera Ibérica. Ambos corresponden asimismo a zonas de gran complejidad tectónica.

El primero de ellos, se localiza en la zona de Atienza y lle-

va consigo materiales andesítico-dacíticos y materiales fragmentarios que se disponen preferentemente como coladas de importante espesor, si bien no se excluye la presencia de conductos de emisión de tipo domático; esta actividad efusiva se acompaña de intrusiones subvolcánicas que se disponen a modo de sills o pequeños domos entre los materiales paleozoicos (Cardeñosa, Prádena de Atienza, - etc.). La actividad efusiva en esta zona prosigue a lo largo del - Pérmico Inferior (Autuniense, HERNANDO, 1980).

El segundo foco efusivo corresponde al sector de Albarra-
cfn. Se localizan en este sector materiales algo más ácidos que -
los de Atienza. Son daciandesitas, dacitas y riolitas mezclados -
con abundante material fragmentario y piroclástico, que se dispo-
nen, los primeros en un "pitón" ("pitón de Noguera") de gran volu-
men que queda aislado entre fracturas (Fig. 1) y los últimos, de -
tipo más ácido, conforman las coladas de Orea y Bronchales. La ac-
tividad volcánica queda en este sector restringida a este periodo
de transición y es muy posible que, al igual que sucede en el res-
to de las cuencas sedimentarias del Bloque septentrional (zonas de
El Bosque y Aragoncillo) y del Margen Ibérico, se extienda a lo -
largo del Pérmico Inferior.

Al norte de este sector y en relación con un importante -
desgarre (Fractura de Molina-Ojos Negros), afloran los basaltos -
plagioclásicos y las traquiandesitas de la zona de Ojos Negros. Es
tas emisiones de carácter muy restringido conforman coladas de es-
casa potencia que se encuentran fosilizadas por sedimentos rojos -
en facies Saxonienses.

El afloramiento de El Bosque que aparece situado en el sec
tor central de esta rama de la Cordillera Ibérica y que está limi-
tado por la falla de Terzaga, comprende materiales de tipo más áci-
do. Son coladas de daciandesitas y riolitas con mezcla de produc-
tos piroclásticos y material fragmentario. Asociados, aparecen di-
ques de pórfidos dacíticos de naturaleza subvolcánica. Todas estas
coladas se disponen discordantes sobre un substrato paleozoico en-
contrándose fosilizadas por sedimentos saxonienses. Esta disposi-

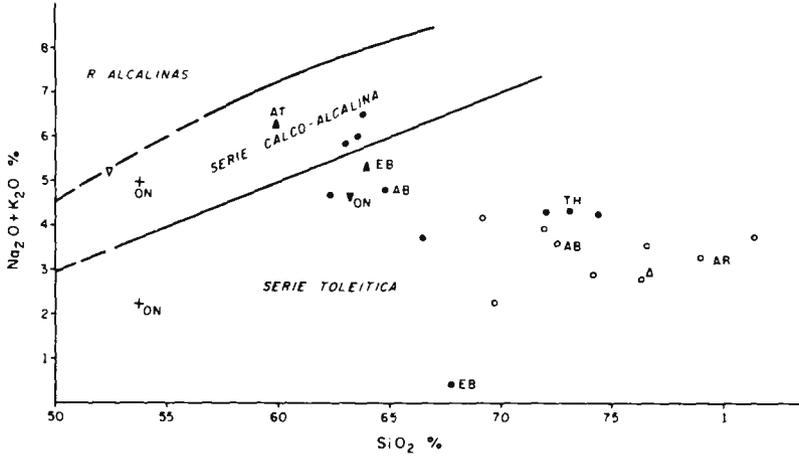


Fig. 10.- DIAGRAMA SiO₂ -ALCALIS: + Basaltos; ▽ Traquiandesitas, ▽ Enclave Tonalítico; ▲ Andesitas; ● Dacitas; ▲ Dellenitas; ○ Riolitos (ON Ojos Negros, AT Atienza; EB El Bosque; AB Aibarracín, TH Torre La Hija, AR Aragancillo)

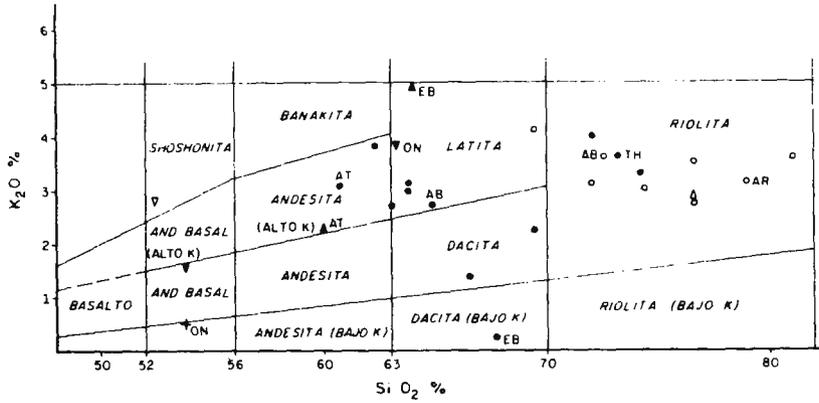


Fig. 11.- DIAGRAMA SiO₂ - K₂O %. Leyenda ídem a la Fig.

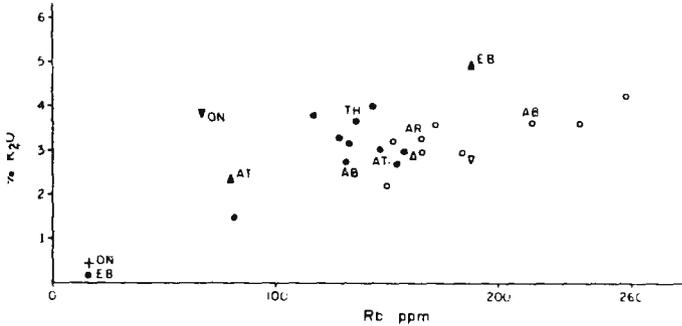


Fig. 12.- DIAGRAMA K₂O % - Rb ppm Leyenda ídem a la Fig.

sición los sitúa en un periodo presaxoniense; ahora bien, el carácter ácido de estas emisiones indica la evolución del magmatismo hacia términos más diferenciados, y ello unido a la analogía encontrada con el volcanismo intra-autuniense (RAMOS, 1.980), permite asociar este magmatismo del sector central al Pérmico Inferior (Autuniense).

Desde el punto de vista geoquímico, existe una evolución en toda esta serie magmática, que va desde los términos iniciales basálticos hasta los términos finales riolíticos con todos los términos intermedios traquiandesíticos, andesíticos y dacíticos.

Como se puede observar en el Cuadro III existe en líneas generales, un aumento en SiO_2 y álcalis desde los términos menos diferenciados basálticos a los de mayor grado de diferenciación riolíticos, acompañado de una disminución de Fe_2O_3 , Mg y CaO. Ahora bien, debido a las transformaciones autometamórficas que presentan estos materiales, aparecen obliterados aunque de manera muy heterogénea, (comparéense las erupciones de los sectores centrales "El Bosque y Aragoncillo" con los de Atienza o Albarracín) los caracteres geoquímicos iniciales de la serie, hasta tal punto, que es difícil precisar en función de los elementos mayores, el tipo de evolución de la misma, su grado de alcalinidad o su génesis.

Todas las rocas analizadas al ser proyectadas en los diagramas SiO_2 -álcalis (Fig. 10) o $\text{SiO}_2 - \text{K}_2\text{O}$ (Fig. 11) presentan un fuerte enriquecimiento en potasio, y aunque este elemento muestra una clara correlación positiva frente al Rb (Fig. 12), ello puede deberse, bien a que se encuentre reflejada en parte la composición inicial de la serie, bien a que la alteración que han sufrido estas rocas no hayan sido del todo heterogénea sino obedeciendo unas ciertas leyes. Así pues, considerando únicamente estos diagramas a título orientativo, se observa que estas rocas aunque se proyectan en su mayor parte dentro del campo toleítico se encuentran desplazadas hacia el campo calcoalcalino; asimismo, se observa que todas ellas, forman parte de una serie con alto contenido en potasio.

Según algunos autores, los elementos menores ofrecen un grado mayor de fiabilidad respecto a las características geoquímicas iniciales de la serie, y su abundancia y distribución son utilizados para determinar: 1º) El grado de diferenciación de ésta (WIN-

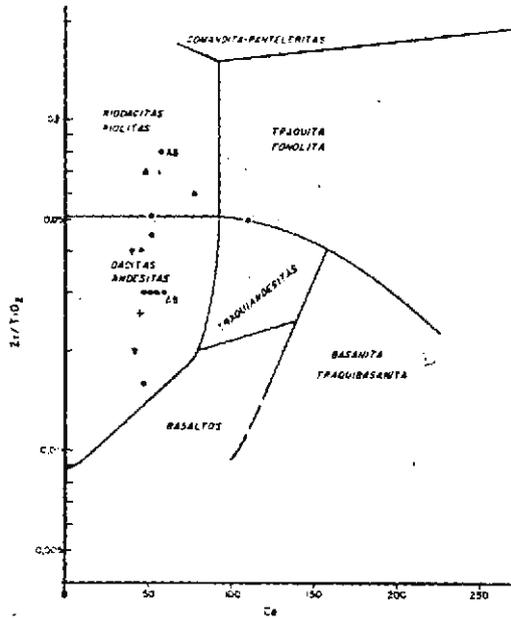


Fig. 15 - DIAGRAMA Zr/TiO₂ - Ca (WINCHESTER Y FLOYD, 1976). Leyenda idem a la Fig.

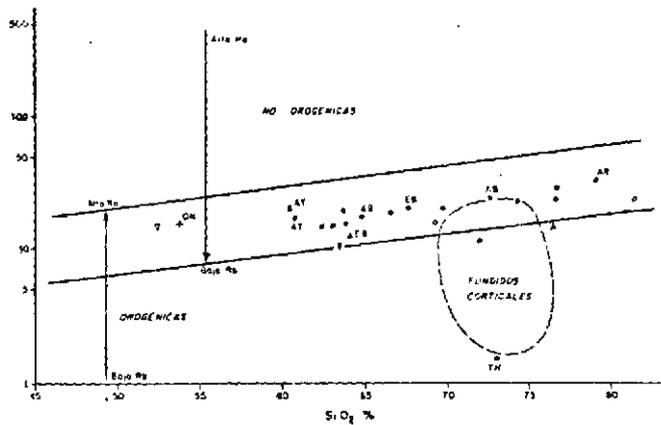


Fig. 16 - DIAGRAMA SiO₂ / Nb - ppm (PEARCE Y GALE, 1977). Leyenda idem a la Fig.

rocas aquí representadas se proyectan prácticamente en su totalidad en este entorno; sin embargo los términos intermedios presentan valores de Y, Nb, Rb, Zr análogos a los de los granitos de Bolivia (PEARCE y GALE, 1.977) cuyo origen va asociado a áreas de stress tensional y apertura de "back-arc". Sus contenidos de Rb entre 15 y 250 ppm. para valores de Nb entre 10 y 20 ppm sugieren que son magmas de tipo calcoalcalino, ricos en potasio emplazados postorogénicamente.



V.2. El volcanismo sincrónico con el Pérmico Inferior ("Intra-Autuniense").

Durante el Autuniense se individualizan y perfilan las diferentes cuencas sedimentarias cuya tectónica de gravedad va a condicionar toda la sedimentación de este período.

Sincrónico con la sedimentación tiene lugar un magmatismo efusivo de tipo ácido que culmina al final de este período. Son materiales riolíticos de tipo lávico que se acompañan de abundante material piroclástico, la ausencia de superficies horizontales, sus texturas fluidales, su carácter restringido y localizado y la presencia de lapillis acreccionales hacen pensar en coladas de tipo subacúatico.

El mejor ejemplo de este episodio lávico se encuentra representado en la Sierra del Aragoncillo (Sector Central de la rama occidental); los materiales riolíticos conforman en este sector una potente colada con abundante mezcla de piroclastos y rocas volcánicas; en el techo aparece una barra de dolomías y sobre ella otro pequeño nivel de riolitas de escasa importancia.

Geoquímicamente se caracterizan por su elevado contenido en SiO_2 y un fuerte predominio de K_2O sobre el Na_2O que indica un leixiviado selectivo facilitado por la porosidad de la roca. Así, en el momento de la erupción los materiales presentarían la porosidad suficiente para que el agua junto con los gases acompañantes formarían los feldespatos en arcillas hidratadas con escaso contenido

do en Na_2O (CHENEBAUX et al., 1960; ROCCI y CHRETIEN, 1964).

Manifestaciones del mismo tipo aunque de menor importancia se encuentran también en la base de la formación Montesoro y más - al oeste en la zona de interferencia con el Sistema Central (Sector de Pálmaces). Son fundamentalmente materiales de proyección - aérea: cineritas y piroclastos que aparecen en este último sector íntimamente asociados a sedimentos rojos representantes del Autuniense (SOPEÑA, 1974); vemos pues, que durante el Autuniense, las manifestaciones volcánicas son todas de carácter ácido y de tipo - explosivo (cineritas y lapillis de proyección aérea). Sus caracteres texturales (fluidalidad, lapillis acrecionales, aglomerados vitreos, etc.) y composicionales permiten suponer que representan la culminación de un importante episodio volcánico. Es muy posible que dichos materiales se depositaran ya en cuencas subsidentes activas junto con sedimentos de tipo pelítico grauváquico.

V.3. Conclusiones

Dentro de la rama occidental de la Cordillera Ibérica se desarrolla un volcanismo de carácter calcoalcalino cuya secuencia de materiales está formada por basaltos, traquiandesitas, andesitas, dacitas y riolitas. Se acompaña de abundante material fragmentario y explosivo (cineritas y lapillis).

- Estos materiales se disponen en general conformando coladas si - bien se encuentran estructuras de tipo domático y pitones y diques de tipo subvolcánico.

- En su distribución espacial aparecen dos focos importantes localizados en ambos extremos de esta rama: Albarracín hacia el E y - Atienza al W. El resto de las emisiones se distribuyen regularmente a lo largo del sector central.

- Las emisiones de carácter más básico, se localizan en las zonas de mayor complejidad tectónica asociadas a los grandes desgarres; su emplazamiento

está pues asociado con la etapa de fracturación Post-Estefaniense. Los materiales más ácidos (riodacíticos-delleníticos y riolíticos) se localizan preferentemente en las cuencas subsidientes (zonas de El Bosque y Aragoncillo) junto con sedimentos volcanoclásticos, geotectónicamente parecen relacionados con la tectónica de gravedad que se desarrolla durante el Pérmico Inferior.

- Geoquímicamente todos estos materiales forman parte de una secuencia de tipo calcoalcalino rica en potasio, emplazada postorogénicamente y genéticamente relacionada con un período de stress tensional. Su riqueza en potasio puede explicarse:

a) Por procesos secundarios; es decir, considerando un enriquecimiento en este elemento originado por procesos autometasomáticos sincrónicos con la emisión de los materiales y combinado con una alteración diagenética posterior. Las transformaciones que los materiales fundamentalmente ácidos presentan, serían favorecidas por su porosidad (principalmente en las coladas).

b) Que se trate de una serie originalmente rica en potasio. Es decir, suponiendo que el volcanismo de tipo ácido se haya generado a partir de fundidos corticales con elevado contenido en agua y en presencia de gradientes geotérmicos altos.

Esta hipótesis no explica la generación de los magmas más básicos (basaltos plagioclásicos y traquiandesitas de Ojos Negros). La falta de datos radiométricos e isotópicos impide averiguar por el momento la existencia de una relación genética entre estos dos magmatismos. Suponer pues que ambos constituyen una única secuencia magmática genéticamente ligada en el tiempo, no deja de ser una hipótesis, que de ser cierta, el volcanismo de esta rama de la Cordillera Ibérica sería análogo al de Europa Occidental en cuyo caso, el modelo geotectónico supuesto por LORENZ y NICHOLLS (1976) también sería aplicable en este sector. Esta hipótesis no excluiría la anterior.

VI. AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo ha sido subvencionado por la "Fundación Juan March", organismo al que agradecemos las facilidades prestadas

tanto para su ejecución como publicación.

Agradecemos de la misma manera a los Directores de los Departamentos de Estratigrafía y Petrología, Profesores Carmina Virgili y José María Fúster el apoyo prestado durante su realización. A nuestros compañeros tanto del equipo de Estratigrafía como Petrología por sus sugerencias y constante ayuda, en especial a los Dres. Ramos, Sopeña y Fernández Santín'

Por último queremos agradecer a organismos oficiales: Instituto Geológico y Minero de España y Junta de Energía Nuclear el habernos facilitado la información geológica, muestras y datos de sondeos que nos han proporcionado una valiosa ayuda en la realización del trabajo.

BIBLIOGRAFIA

Por problemas de espacio se han omitido en esta lista todas las citas del texto anteriores a 1970, así como trabajos afines de un mismo autor.

ALVARO, M., CAPOTE, R. y VEGAS, R.

- 1.978 Un modelo de evolución geotectónica para la Cadena Celibérica. Libro Homenaje al Prof. Solé Sabarís.

ANCOCHEA, E., PERNI, A y HERNAN, F.

- 1.980 Caracterización geoquímica del volcanismo del área de Atienza (Prov. de Guadalajara, España). Estudios Geol. 36: 327-337.

ANCOCHEA, E., HERNAN, F. y VEGAS, R.

- 1.981 Un marco geotectónico para el volcanismo de Atienza. Cuadernos de Geología Ibérica. Vol. ext. VII Reunión de Geología del W Peninsular (En prensa).

ARTHAUD, M.

- 1.975 Les décrochements tardi-Hercyniens du Sud-Ouest de l'Europe. Geometrie et essai de reconstitution des conditions de la déformation. Tectonophysics 25: 139-171.

ECKHARDT, P.J.

- 1.979 Dez permische Vulkanism Mitteleuropas. Geologisches Jahrbuch 35.

ECKHARDT, F.

- 1.980 Geochemical investigation of permian andesites from Central Europa. Physics and Chemistry of the Earth. Vol. II. Second Symposium pp. 527.

FLOYD, P.A. y WINCHESTER, S.A.

- 1.978 Identification and discrimination of altered and metamorphosed volcanic rocks using immobile elements. Chemical Geology 21: 291-306.

GABALDON, J. y PEÑA, J.A. de la

- 1.973 Estudio petrológico del Carbonífero, Pérmico? y Triásico inferior del NW de Molina de Aragón. Estudios Geol. 29:63-73.

GISBERT, J.

- 1.982 Estudio geológico-petrológico del Estefaniense-Pérmico de la Sierra del Cadí (Pirineo de Lérida. Diagénesis y sedimentología. Tesis Doctoral, Universidad de Zaragoza 314 pp.

GONZALEZ LODEIRO, F.

- 1.980 Estudio geológico-estructural de la terminación oriental de la Sierra de Guadarrama (Sistema Central Español). Tesis Doctoral, Universidad de Salamanca.

HERNAN, F., PERNI, A. y ANCOCHEA, E.

- 1.981 El volcanismo del área de Atienza. Estudio petrológico Estudios Geol. 37: 13-25.

HERNANDO, S.

- 1.973 El Pérmico de la región Atienza-Somolinos (Provincia de Guadalajara). Bol. Inst. Geol. Min. España 84-4: 231-235.

HERNANDO, S.

- 1.977 Pérmico y Triásico de la región Ayllón-Atienza (Prov. de Segovia, Soria y Guadalajara). Seminarios Estratigráfica, serie monografía, n. 2: 408.

HERNANDO, S., SCHOTT, J., THUIZAT, R. y MONTIGNI, R.

- 1.980 Age des andesites et des sédiments interstratifiés de la région d'Atienza (Espagne). Etude stratigraphique, géochronologique et paléomagnétique. Sci. Geol. Bull. 33: 119-128.

IGME

- 1.980 Evolución sedimentológica y tectónica del ciclo Alpino en el tercio noroccidental de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica (En prensa).

LORENZ, H, y NICHOLLS, T.P.

- 1.976 The Permo-Carboniferous basin and range province of Europe. An application of plate tectonics. The Continental Permian in Central West and South Europe. W. Kalke ed. D. Reidel Publ. Co. 313-342.

MARFIL, R. y PEREZ GONZALEZ, A.

- 1.973 Estudio de las series rojas pérmicas en el sector Nor-Occidental de la Cordillera Ibérica (Región de El Bosque, Alto Tajuña). Estudios Geol. 29: 83-98.

MARFIL, R. y PEÑA, J.A.

- 1.980 Diagenetic aspects of Permian sandstones in central Spain: Implications for graywacke genesis. Internat. Assoc. Sedimentologists 1st. Europe MTG Bochum 158-160.

MELLENDEZ, F.

- 1.971 Estudio geológico de la Serranía de Cuenca. Tesis Doctoral, Universidad de Madrid, 250 pp.

PEARCE y CANN

- 1.973 Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace elements analysis. Earth and Planet. Sci. Lett. 19: 290-300.

PEARCE, S.A. y GALE, G.H.

- 1.977 Identification of ore deposition environment from trace-element geochemistry of associated igneous host rocks. Volcanic processes in ore genesis. Geol. Soc. of London, 64: 14-25.

PEARCE, S.A. y NORRY, M.S.

- 1.979 Petrogenetic implications of Ti, Zr, Y and Nb variations in volcanic rocks. Contr. Miner. Petrol. 69: 33-47.

- PEÑA, J.A. de la y MARFIL, R.
 1.975 Estudio petrológico del Pérmico de la Cordillera Ibérica: zona de Torre La Hija (NE de Molina de Aragón, Guadalajara). Estudios Geol. 31: 513-530.
- PEÑA, J.A. de la, MARFIL, R. y RAMOS, J.L.
 1.979 Desarrollo del magmatismo en el tránsito Paleozoico-Mesozoico de la Cordillera Ibérica: Los basaltos de la zona de Ojos Negros (Guadalajara-Teruel). Estudios Geol. 35: 465-472.
- PERNI, A.
 1.980 Estudio petrológico y geoquímico del volcanismo del área de Atienza (Guadalajara). Tesis de Licenciatura Universidad Complutense, Madrid, 139 pp.
- RAMOS, A., DOUBINGER, C. y VIRGILI, C.
 1.976 El Pérmico inferior de Rillo de Gallo (Guadalajara). Acta Geol. Hispánica 3: 65-69.
- RAMOS, A. y SOPEÑA, A.
 1.976 Estratigrafía del Pérmico y Triásico en el sector Tamajón-Pálmaces de Jadraque (Guadalajara). Estudios Geol. 30: 61-76.
- RAMOS, A.
 1.977 El Pérmico y el Triásico de la Región de Molina de Aragón (Cordillera Ibérica). Cuadernos Geol. Ibérica 4: 589-62.
- RAMOS, A.
 1.979 Estratigrafía y paleogeografía del Pérmico y Triásico al W de Molina de Aragón (prov. de Guadalajara). Seminarios de Estratigrafía, Serie Monografías nº 6.
- SOERS, E.
 1.972 Stratigraphie et Geologie structurale de la partie occidentale de la Sierra de Guadarrama. Studia Geológica 4: 7-54.
- SOPEÑA, A., DOUBINGER, J. y VIRGILI, C.
 1.974 El Pérmico inferior de Tamajón, Retiendas, Valdesotos y Tortuero (Borde S., Sistema Central). Tecniterrae 1 8-16.

- SOPEÑA, A., VIRGILI, C., HERNANDO, S. y RAMOS, A.
 1.977 Pérmico Continental en España. Cuadernos de Geol. Ibérica. 1^{er} Coloquio Estratigrafía y petrología (Pérmico Trias).
- SOPEÑA, A.
 1.979 Estratigrafía del Pérmico y Triásico del NW de la Provincia de Guadalajara. Seminarios de Estratigrafía. Monografías, n° 5, 329 pp.
- SORIANO, J., PEÑA, J.A. de la y MARFIL, R.
 1.981 Aplicación de la microscopía óptica y electrónica de barrido al estudio de los procesos de alteración diagénica de rocas volcanoclásticas. Cuadernos de Investigación del MOPU. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, n° 1.
- VEGAS, R.
 1.975 Wrench (transcurrent) fault system of the south-western Iberian Peninsula, paleogeographic and morphostructural implications. Geol. Rundschau 64: 266-278.
- VILLENA, J.
 1.971 Estudio geológico de un sector de la Cordillera Ibérica comprendido entre Molina de Aragón y Monreal. Tesis Doctoral, Universidad de Granada.
- VIRGILI, C., HERNANDO, S., RAMOS, A. y SOPEÑA, A.
 1.976 Le Permien en Espagne. En "The continental Permian in Central, West and South Europe." H. Fakle Editores. 91-109.
- VIRGILI, C.
 1.977 Consideraciones generales sobre el Triásico y el Pérmico de la Cordillera Ibérica y bordes del Sistema Central. Cuadernos de Geol. Ibérica 4: 563-578.
- WINCHESTER, J.A. y FLOYD, P.P.
 1.977 Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. Chem. Geol. 20: 325-343.



FUNDACION JUAN MARCH

SERIE UNIVERSITARIA

TITULOS PUBLICADOS

Serie Roja

(Geología, Ciencias Agrarias, Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo)

- | | | | |
|----|---|----|---|
| 3 | Velasco, F.:
Skarns en el batolito de Santa Olalla. | 38 | Lasa Dolhagaray, J. M., y Silván López, A.:
Factores que influyen en el espigado de la remolacha azucarera. |
| 6 | Alemán Vega, J.:
Flujo inestable de los polímeros fundidos. | 41 | Sandoval Hernández, F.:
Comunicación por fibras ópticas. |
| 9 | Fernández-Longoria Pinazo, F.:
El fenómeno de inercia en la renovación de la estructura urbana. | 42 | Pero-Sanz Elorz, J. A.:
Representación tridimensional de texturas en chapas metálicas del sistema cúbico. |
| 13 | Fernández García, M.* P.:
Estudio geomorfológico del Macizo Central de Gredos. | 43 | Santiago-Alvarez, C.:
Virus de insectos: multiplicación, aislamiento y bioensayo de Baculovirus. |
| 15 | Ruiz López, F.:
Proyecto de inversión en una empresa de energía eléctrica. | 46 | Ruiz Altisent, M.:
Propiedades físicas de las variedades de tomate para recolección mecánica. |
| 23 | Bastarreche Alfaro, M.:
Un modelo simple estático. | 58 | Serradilla Manrique, J. M.:
Crecimiento, eficacia biológica y variabilidad genética en poblaciones de dípteros. |
| 24 | Martín Sánchez, J. M.:
Moderna teoría de control: método adaptativo-predictivo. | 64 | Farré Muntaner, J. R.:
Simulación cardiovascular mediante un computador híbrido. |
| 31 | Zapata Ferrer, J.:
Estudio de los transistores FET de microondas en puerta común. | 79 | Fraga González, B. M.:
Las Giberelinas. Aportaciones al estudio de su ruta biosintética. |
| 33 | Ordóñez Delgado, S.:
Las Bauxitas españolas como mena de aluminio. | 81 | Yáñez Parareda, G.:
Sobre arquitectura solar. |
| 35 | Juvé de la Barreda, N.:
Obtención de series aneuploides en variedades españolas de trigo común. | 83 | Díez Viejobueno, C.:
La Economía y la Geomatemática en prospección geoquímica. |
| 36 | Alarcón Alvarez, E.:
Efectos dinámicos aleatorios en túneles y obras subterráneas. | 90 | Pernas Galí, F.:
Master en Planificación y Diseño de Servicios Sanitarios. |

- 97 Joyanes Pérez, M.ª G.:
Estudio sobre el valor nutritivo de la proteína del mejillón y de su concentrado proteico.
- 99 Fernández Escobar, R.:
Factores que afectan a la polinización y cuajado de frutos en olivo (*Olea europaea* L.).
- 104 Oriol Marfá i Pagés, J.:
Economía de la producción de flor cortada en la Comarca de el Merseme.
- 109 García del Cura, M.ª A.:
Las sales sódicas, calcosódicas y magnésicas de la cuenca del Tajo.
- 112 García-Arenal Rodríguez, F.:
Mecanismos de defensa activa en las plantas ante los patógenos. Las Fitalexinas en la interacción *Phaseolus vulgaris*-*Botrytis cinerea*.
- 114 Santos Guerra, A.:
Contribución al conocimiento de la flora y vegetación de la isla de Hierro (Islas Canarias).
- 120 Vendrell Saz, M.:
Propiedades ópticas de minerales absorbentes y su relación con las propiedades eléctricas.
- 123 Pulido Bosch, A.:
Datos hidrogeológicos sobre el borde occidental de Sierra Nevada.
- 137 Berga Casafont, L.:
Estudio del comportamiento reológico de la sangre humana. Aplicaciones al flujo sanguíneo.
- 146 Arribas Moreno, A.:
Distribución geoquímica de los elementos en trazas de los yacimientos españoles del tipo B. G. P. C.
- 172 García Hoffmann, M.:
Sobre el estudio y diseño de protocolos de comunicación.

