

3/51

42.46.606  
CIENCIAS

~~Prof. T. 2-47(2)~~

ESTUDIO MINERALOGICO DE SEDIMENTOS Y  
SUELOS EN LA DEPRESION DEL GUADALQUI-  
VIR

(SECTOR CENTRAL, CORDOBA)

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
GRANADA
N.º Documento <u>613446502</u>
N.º Copia <u>15410584</u>

MEMORIA DE TESIS DOCTORAL

Presentada para la obten-  
ción del grado de Doctor-  
en Ciencias Geológicas, -  
por

LUIS MONTEALEGRE CONTRERAS

Granada, Julio de 1976

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
GRANADA
Sala <u>C</u>
Estante <u>106</u>
Número <u>35</u>

Trabajo dirigido por el  
Prof. D. Manuel RODRI-  
GUEZ-GALLEGO, de la - -  
Fac. Ciencias, Universi-  
dad de Granada.

Realizado en la Cátedra  
Edafología y Geología ,  
E.T.S.I.A. de Córdoba.

## AGRADECIMIENTOS

Quiero hacer constar desde estas páginas, mi - -  
agradecimiento a todas aquellas personas que de un modo u  
otro han colaborado en la realización de este trabajo. --  
Así mismo, aquellos organismos que lo hicieron posible.

Expreso mi gratitud en primer lugar a mi profe--  
sor y amigo D. Manuel Rodríguez Gallego, por haber aceptado  
la dirección de esta Tesis, y por su ayuda y aliento -  
constante a lo largo de unos años, que me han permitido -  
superar las dificultades presentadas.

Quiero también agradecer las revisiones micromorfológicas  
y el contaje mediante microvideomat a mi amigo--  
el Dr. José Aguilar, de la Cátedra de Edafología (Facul--  
tad de Farmacia, Universidad de Granada); la revisión ín-  
tegra del capítulo de Suelos al Dr. Enrique Barahona, de-  
la Estación Experimental de Zaidín, y las numerosas discusiones  
y lecciones sobre aspectos de la sedimentación de-  
trítica, profesor D. Juan Antonio Vera, con quien me une--  
una grata amistad.

Así mismo, deseo agradecer las numerosas sugerencias  
y discusiones críticas sobre diversos aspectos de la  
investigación de este trabajo a Puri Fenoll Hach-Alí, del  
Departamento de Mineralogía de la Universidad de Granada,  
a Gonzalo Cruz, Catedrático de Edafología en la Universi-  
dad de Valencia, Juan Vicente Giraldez y Miguel Angel Pa-  
rra de la Cátedra de Edafología en la Escuela Técnica Su-  
perior de Ingenieros Agrónomos de Córdoba.

Quiero agradecer la inestimable colaboración de-  
todos aquellos que con su aliento permitieron fueran superadas  
las numerosas dificultades en la realización y con-  
clusión de esta Tesis. Debo mencionar a la Cátedra de Edafo  
logía de la E.T.S.I.A de Córdoba desde la cual he rea--

lizado íntegramente la labor de laboratorio, al Departamento de Mineralogía de la Facultad de Ciencias de Granada, al que me une una gran amistad y colaboración en la investigación.

Agradezco también a Maria Isabel Gea Bonell por sus consejos y críticas en aspectos micropaleontológicos.

Por último, quiero agradecer también a las siguientes personas: Srta. M. Angeles Rey (de la citada Cátedra de Edafología), Santiago Millan por sus ayudas de laboratorio, y a las Srtas. Pilar Antón y Baby Ruíz-Santaella por su magnífica y paciente labor de mecanografía, y al Dpto. de Publicaciones de la citada Escuela de Ingenieros Agrónomos.

## OBJETIVOS

Cuando se inició el presente trabajo, fueron varios los objetivos propuestos. Se pretendía conocer en -- 1er lugar, del modo más preciso posible la mineralogía de las fracciones de la arcilla en una Cuenca neógena del ambiente mediterráneo: la Depresión del Guadalquivir, escogiendo el Sector Central (provincia de Córdoba) por el interés que para dicha provincia pudiera poseer. Tal objetivo fundamental se ha abordado mediante la Difracción de Rayos-X. Naturalmente no nos hemos restringido a materiales sedimentarios: dado el interés de la génesis de la arcilla y del problema más general de la génesis de los suelos fértiles del Valle del Guadalquivir, hemos querido -- buscar la conexión de ambos procesos ampliando el estudio mineralógico a horizontes edáficos.

Otro segundo objetivo, ha sido la utilización de técnicas de la micromorfología de Suelos en estudios mineralógicos, tanto de suelos como de niveles sedimentarios, técnicas bien conocidas y aplicadas por numerosos autores (BREWER 1964, BURHAN 1970, etc.)

Los modelos de sedimentación detrítica de la -- fracción fina,  $<2\mu$ , suponen unos procesos complejos de génesis (herencias, neoformaciones y transformaciones minerales), y hemos pretendido conocer, a lo largo del tiempo, en especial durante el Neógeno y Cuaternario, cuales han sido los mecanismos de génesis. Por otro lado, se ha pretendido deducir la posibilidad de establecer un modelo de zonalidad geográfica en el Sector Central de la Depresión sobre la distribución cuantitativa (o semicuantitativa) de los minerales de las arcillas. Tanto en la vertical como en la horizontal la cristalinidad de ciertas micas (illitas) permite adentrarnos en la posibilidad de -- procesos de diagénesis y alteraciones, dado que los citados minerales son sensibles a las condiciones termodinámi



cas del medio, y a la alteración edáfica (DUNOYER DE SEGONZAC, 1969), por lo cual ha sido un dato más en nuestro estudio.

Como líneas accesorias de este trabajo, se ha estudiado tanto en lámina delgada como en levigados, la composición o petrografía de las fracciones arenas, y un análisis sedimentológico de los términos detríticos de la - - Depresión del Guadalquivir.

A pesar de su innegable interés se ha omitido una clasificación de suelos según la 7ª Aproximación Americana, ya que no es objetivo de este trabajo un estudio exhaustivo de los suelos.

Creemos haber cumplido gran parte de nuestros objetivos, si bien ciertos problemas deban ser tratados con otras técnicas. Como en todas las Ciencias de la Tierra un estudio regional siempre plantea nuevas incógnitas que deberán ser analizadas bajo un prisma nuevo. Esto exigirá de futuras -- investigaciones y líneas de trabajo para las cuales creemos haber trazado un camino.

Por último esperamos contribuir con nuevos datos en - especial mineralógicos al conocimiento de la variada geología de las regiones andaluzas.

I N D I C E S

## INDICE

	pag.
INTRODUCCION.....	I
Capítulo I ANTECEDENTES Y REVISION BIBLIOGRAFICA..	1
1-1. Antecedentes Geológicos.....	2
1-1.2 Descripción de las zonas o Unidades Paleogeográficas y Estructurales en el área estudiada.....	5
1-1.3 Tectónica.....	9
1-2. Antecedentes Geomorfológicos.....	12
1-3. Caracterización de estructuras sedimentarias.....	17
1-4. Revisión de los Suelos de la Depresión del Guadalquivir.....	24
1-5. Los Minerales de la Arcilla en Sedimentos y Suelos de la Depresión del Guadalquivir.....	28
1-5.1 Las arcillas en Sedimentos.....	28
1-5.2 Minerales de la arcilla en Suelos	33
1-6. Una revisión Micromorfológica:El origen de los horizontes B texturales de acumulación de arcillas.....	37
Capítulo II METODOS Y MATERIALES.....	48
Primera parte: METODOS.....	49
2-1. Introducción.....	49
2-2. Métodos de campo.....	50

	pag.
2-3. Métodos de gabinete.....	52
2-4. Métodos experimentales.....	54
2-4.1 Métodos de estudio de la fracción arcilla, inferior a 2 micras.....	54
2-4.2 Microscopía Electrónica.....	66
2-4.3 Análisis Granulométrico.....	66
2-4.4 Métodos de estudio de la fracción arena y láminas delgadas de ro-- cas.....	67
2-4.5 Métodos y técnicas de la Micromor- fología de Suelos.....	68
2-5. Segunda parte: ANALISIS MINERALOGICO DE LAS ARCILLAS POR DIFRAC- CION DE RAYOS-X.....	73
2-5.1 Condiciones experimentales del - equipo de Difracción de Rayos-X..	74
2-5.2 Análisis Cualitativo.....	77
2-5.2.1 Introducción.....	77
2-5.2.2 Minerales tipo Kaolinitas y micas, cloritas, montmo- rillonitas, vermiculitas, minerales fibrosos.....	79
2-5.2.3 Minerales Interestratifi- dos.....	103
2-5.3 Análisis Cuantitativo.....	117

	pag.
Capítulo III DATOS GEOLOGICOS (Materiales sedimenta- rios).....	128
Introducción.....	125
3-1. Estratigrafía.....	130
3-1.1 Paleozoico.....	130
3-1.2 Trias.....	134
3-1.3 Neógeno.....	140
3-1.3.a Serie detrítica inferior- (Oligoceno-Mioceno).....	141
3-1.3.b Mioceno M <sub>2</sub> .....	159
3-1.3.c Serie detrítica Superior.....	165
3-1.4 Cuaternario.....	175
a: Introducción.....	175
b: Terrazas del Guadalquivir.....	176
c: Terrazas del Guadajoz.....	212
e: Otros términos.....	218
3-2. Geología estructural y Tectónica.....	227
3-3. Geomorfología.....	230
Capítulo IV LOS SUELOS DE LA DEPRESION DEL GUADAL-- QUIVIR.....	241
4-1. Introducción.....	242
4-2. Suelos pardos y rendziniiformes.....	244
4-3. Vertisoles y Suelos Vérticos.....	259
4-4. Suelos Rojos Mediterráneos.....	284

	pag.
4-5. Suelos poco evolucionados sobre Cuaternario Reciente (Q <sub>3</sub> ).....	350
4-6. Análisis texturales.....	370
Capítulo V MINERALOGIA DE LAS ARCILLAS: Datos de Difracción de Rayos-X.....	372
5-1. Introducción.....	373
5-2. Arcillas en Sedimentos.....	375
5-2.1 Serie del Trias.....	375
5-2.2 Series detríticas del Oligoceno-- -Mioceno.....	382
5-2.3 Sedimentos del Mioceno Superior..	394
5-2.4 Sedimentos arenosos del Mioceno - Superior y niveles de Terrazas an- tiguas.....	405
5-2.5 Sedimentos de la Terraza roja: Cua- ternario Medio (Q <sub>2</sub> ).....	412
5-2.6 Sedimentos recientes del Guadal- quivir.....	427
5-2.7 Sedimentos del rio Guadajoz.....	441
5-2.8 Sedimentos no especificados.....	449
5-3. Arcillas en Suelos.....	460
5-3.1 Suelos pardos y rendziniformes...	460
5-3.2 Vertisoles y Suelos Vérticos.....	471
5-3.3 Suelos Rojos Mediterráneos.....	490
5-3.4 Suelos poco evolucionados: Terra- zas modernas del Guadalquivir....	504
5.3.5 Suelos sobre depósitos del Guada- joz.....	511

5-4. Indices de cristalinidad de las illi-	
tas .....	518
Capitulo VI. DISCUSION Y CONCLUSIONES.....	531
Introducción .....	532
6-1. Los Sedimentos Neogenos : caracteris-	
ticas sedimentológicas y ambientes de	
deposito.....	539
6-2 El Cuaternario : Ambientes y estruc-	
turas sedimentarias .....	549
6-3 Las Arcillas en los sedimentos Neogen	
os y Trias .....	561
6-4 Las Arcillas durante el Cuaternario..	579
6-5 Los Suelos: un resumen de sus carac-	
terísticas .....	593
6-6 Las Arcillas en los Suelos de la De-	
presión del Guadalquivir.....	606
CONCLUSIONES .....	623

APENDICES.

Terminología micromorfológica.....	
Tratamientos de la fracción $< 2\mu$ para Di-	
fracción de Rayos -X.....	
Poder reflectante de algunas interestratifi-	
caciones.....	

BIBLIOGRAFIA.....

INDICE DE TABLAS

n <sup>o</sup> Cap.	n <sup>o</sup> Tabla		pag.
1-5	I-1	Composiciones medias de las arcillas - en algunos suelos andaluces.....	30
1-6	I-3	Secuencia de meteorización según JACKSON y SHERMANN (1953) modificada.....	45
2-4	II-1	Grado de orientación de algunos filosilicatos.....	64
2-4	II-2	Características de los agregados cristalinos para la obtención de diagramas de Rayos-X.....	65
2-5.2	II-3	Espaciados e intensidades de Kaolinitas.....	82
"	II-4	Espaciados típicos de Illitas.....	85
"	II-5	Espaciados de Moscovitas.....	87
"	II-6	Espaciados de Biotitas: "micas doradas".....	88
"	II-7	Espaciados de Cloritas.....	92
"	II-8	Espaciados e intensidades de Montmorillonitas: diagramas patrón.....	96
"	II-9	Espaciados medios e intensidades de Montmorillonitas: (muestras de la Depresión del Guadalquivir).....	97
"	II-10	Espaciados e intensidades de Vermiculita.....	101
"	II-11	Espaciados de varias Vermiculitas.....	101
"	II-12	Espaciados de Sepiolita y Palygorskita.....	102
"	II-13	Espaciados de interestratificaciones V-M. ....	111
"	II-14	Espaciados de interestratificados con 3 láminas.....	115
"	II-15	Resumen de espaciados típicos en las interestratificaciones.....	116
2-5.3	II-16	Tabla de poderes de reflexión para los cálculos cuantitativos por Difracción de R-X.....	125
3-3	III-1	Correlaciones entre cotas topográficas y potencias en las terrazas Cuaternarias.....	238



n°Cap.	n°Tabla		pag.
5-4	V-1	Indices de cristalinidad de Illita.	524
6	VI-1	Parámetros sedimentológicos. (Curvas granulométricas y C-M) .....	
6	VI-2	Puntos de truncadura en las curvas de VISHER .....	
6-1	VI-3	Arenas del mioceno Sup. Andaluciese .....	545
6-3	VI-4	Arcillas en el Oligoceno-Mioceno..	565
6-3	VI-5	Arcillas de las margas Tortonienses .....	570
6-4	VI-6	Arcillas en Cuaternario antiguo y medio .....	579
6-4	VI-7	Arcillas en Guadalquivir: Terr. 4 <sup>a</sup> -5 <sup>a</sup> .....	580
6-4	VI-8	Arcillas en Guadajoz .....	581
6-4	VI-9	" " otros sedimentos.....	581
6-2	VI-10	Arenas del Cuaternario .....	
6-4	VI-10	Arenas en suelos .....	
6-6	VI-11	Arcillas en suelos pardos .....	607
6-6	VI-12	Arcillas en suelos vérticos.....	611
6-6	VI-13	" " " rojos mediterráneos: Guadalquivir y Guadajoz.....	
6-6	VI-14	Arcillas en Entisoles y suelos - poco evolucionados.....	620

INDICE DE FIGURAS

nº cap.	nº Fig.		pag.
1-1	1	Situación del área estudiada y esquema estructural de las Unidades Meridionales de la Península Ibérica....	4
2-4	2	Esquema de cortadora-desbastadora -- con circuito cerrado de refrigeración por aceite.....	72
2-5	3	Diagramas de Difracción de Rayos-X: Micas illíticas (TS-117-b).....	86
"	4	Diagramas de D. R-X: Moscovita (TS--139*).....	89
"	5	Diagramas de D. R-X: Biotita ("Micas doradas").....	89'
"	6	Diagramas de D. R-X: Clorita (TS-060).....	93
"	7	Diagramas de D. R-X: Montmorillonitas.....	98
"	8	Esquemas de reflexiones en edificios interestratificados tipo A-B (Illita-Montmorillonita).....	106
"	9	Diagramas de D. R-X: Interestratificaciones Illita-Montmorillonita.....	109
3-1	10	Serie del TRIAS (Keuper) de Espejo; datos analíticos y mineralogía.....	139
"	11	Series del Neógeno: cortes y datos mineralógicos.....	173
"	12	Columna estratigráfica generalizada; datos analíticos.....	174
"	13	Perfiles y cortes del Cuaternario...	224
"	14	Triángulos texturales: A y B. Sedimentos.....	226
3-3	15	Variaciones de cotas en los niveles de aterrazamiento cuaternarios.....	239
"	16	Esquema de deslizamientos de ladera.	240

4	17	Perfiles de suelos, esquemas: A y B, - C y D.....	283
4-6	18	Triángulos texturales: Suelos, A y B	371
5-2.1	19	Diagramas de Difracción de R-X. Sedimentos. Serie del Trias de Espejo...	381
5-2.2	20	D. R-X: muestra TS-009'.....	388
"	21	D. R-X: muestra TS-095-1; y suelos: - TS-095-2, -3 y TS-097-1.....	389
"	22	D. R-X: TS-139*.....	391
"	23	" " : TS-064-c.....	392
5-2.3	24	" " : TS-055.....	395
"	25	" " : TS-056.....	397
5-2.4	26	" " : TS-192.....	406
"	27	" " : TS-174-1, 172-1.....	410
5-2.5	28	" " : Perfil TS-062-063 (Sedim. y Suelos).....	413
"	29	D. R-X: TS-115 (Sedim. y Suelos)....	416
"	30	" " : TS-130 " " ....	420
"	31	" " : TS-B " " ....	424
5-2.6	32	" " : TS-065.....	428
"	33	" " : TS-101, 102, 103.....	430
"	34	" " : TS-125, 132.....	435
"	35	" " : TS-133-2.....	438
5-2.7	36	" " : TS-072.....	442
5-2.8	37	" " : TS-140, 104.....	452
"	38	" " : TS-164-1.....	455
"	39	" " : TS-194.....	458

5-3.1	40	Diagramas D. R-X. Suelos: Perfil - - TS-126.....	464
"	41	D. D. R-X. Muestra TS-131-2.....	466
5-3.2	42	" " " Perfil TS-009.....	473
"	43	" " " Muestras y perfiles: TS - 148, 159, 189, (y sedimento 193-a)..	481
"	44	D. D. R-X. Perfil TS-183.....	483
"	45	" " " " TS-054 (A).....	485
"	46	" " " " TS-054 (B).....	486
"	47	" " " " TS-107.....	487
5-3.3	48	" " " " TS-150.....	500
"	49	" " " Muestra TS-152-4.....	501
5-3.5	50	" " " Perfil TS-068.....	514
5-4	51	Variaciones de parámetros de illitas con la diagénesis y diagramas de -- cristalinidad de ESQUEVIN.....	520
"	52	Cristalinidad de Illitas: Sedimentos	521
"	53	" " " " ; "	521
"	54	" " " " : Suelos	522
"	55	" " " " : "	522
"	56	Cristalinidades de Illitas: esquemas conjuntos .....	523
6	57	Triángulos texturales: Suelos y Sedimentos. A y B.....	533
6	58	" " " "	534
6	59	" " " "	535
6	60	Esquema de evolución general de las-texturas.....	535
6	61	Distribución micromorfológica plasma-esqueleto-huecos .....	536

6	62	Triángulo de clasificación micromorfológica .....	537
6-1	63	Curvas granulométricas acumulativas	538
6-1	64	Curvas de VISHÉ: Oligoc+Mioceno - detrítico .....	548
6-2	65	Curvas de VISHÉ: Terraza 3° A y B	554
6-2	66	Curvas de VISHÉ: Q reciente(Q <sub>3-1</sub> ).	558
6-2	67	" " " : Q " (Q <sub>3-2</sub> ).	558
6-2	68	Dominios Sedimentarios:mapa de ambientes.....	
6-2	69	Formación de Armored mud balls....	
6-3	72	Repartición de minerales de la arcilla:Sedimentos neógenos detrít..	577
6-4	73	Arcillas en sedimentos:Cuaternario Guadalquivir .....	591
6-4	74	Arcillas en sedimentos:Cuaternario Guadajoz y otros sedimentos .....	592
6-6	75	Arcillas en suelos: Suelos pardos y vértices .....	612
6-6	76	Arcillas en suelos: Suelos rojos y Entisoles .....	621
6-5	77	Esquema de perfiles de suelos y -- su zonación en la transversal de - Cordoba .....	622
Apde	78	Relación entre el % de interestratificación A(int)/A(K) .....	

INDICE DE FOTOGRAFIAS Y MICROFOTOGRAFIAS

nº cap.	nº		pag.
3-1	1	Yesos blancos: Trias de Espejo (Keuper). Lámina delgada TS-200-8.....	137
"	2	Yeso blanco: Trias. Otro aspecto. Lámina TS-200-8.....	"
"	3	Orbitolítido en calizas con alveolinas: Sector Sur (Espejo). Lámina delgada.....	146
"	4	Nodosariado y globigerínidos en biocalcarenitas del Oligoceno. Sector - Sur. Lámina TS-080".....	"
"	5	Biocalcarenitas Oligoceno, Sector -- Sur. Lámina TS-080.....	148
"	6	Miogipsina, Mioceno Sup. borde N....	"
"	7	Moscovita con agujas de turmalina. - Fracc. arena. TS-139.....	56
"	8	Varios minerales de las fracc. aren	57
"	9	Formación arcillas y margas azules - (Tortonense) y meandro en el Guadalquivir.....	162
"	10	Lechos de "armored mud balls" (Formación areniscas Andalucienenses).....	168
"	11	Arrollamiento en areniscas rojas del Andalucienense.....	171
"	12	Cután mixto vosépico: ferriargilláncon interior pálido. Lámina TS-196..	"
"	13	Cutanes en areniscas rojas del Andalucienense. Lámina TS-196 (sin pol.)..	172
"	14	Misma anterior: pol ruzados.....	"
"	15	Costras calizas, (agatoides) del Cuaternario Antiguo.....	179
"	16	Biotitas alteradas. Fracc. arena, Lámina TS-130-2.....	187

n°cap.	n°		pag.
3-1	17	Mica con grafito. Fracc. arena. Lám. TS-130-1.....	187
"	18	Terraza 3 <sup>a</sup> próxima a Almodóvar: TS--172.....	202
4-3	19	Huecos en un suelo vértico. Lám. TS-163.....	279
4-4	20	Cután argílico en un hueco, horizonte cálcico. Lámina TS-129-2.....	301
"	21	Agujas de crisotilo. Lám. TS-133-2..	301
"	22	Horizonte B <sub>t</sub> rojo: Perfil TS-063....	323
"	23	Textura porfiroeskélica orientada, horiz. B <sub>t</sub> . Lámina TS-K12 (063).....	323
"	24	Terraza 3 <sup>a</sup> en el Higuierón. Perfil TS-152.....	326
"	25	Cutanes eskelsépicos rodeando un grano de anfibolita. Lám. TS-150-2(b)..	326
"	26	Distribución de Fe-Mn en el plasma argílico. Lámina TS-150-4 (sin pol.) horiz. B <sub>t</sub> .....	333
"	27	Misma anterior. Pol. cruzados.....	333
"	28	Cutanes en vesículas: ferriargillanes. Lám. TS-150-2 (a). Sin pol. ...	342
"	29	Misma anterior. Pol. cruzados.....	342
"	30	Aspecto de un gran cután. Lámina TS-150-2 (a). Sin pol. ....	343
"	31	Misma anterior. Pol. cruzados.....	343
"	32	Detalle del interior de una vesícula Lám. TS-150-2(a). Sin pol. ....	344
"	33	Misma anterior: pol. semicruzados...	344

MAPAS

n°cap.	n°		pag.
	1	Mapa de situación de muestras: Sedimentos. (base: Esquema geológico E.-1:200.000).....	Apde.
	2	Mapa de situación de muestras: Suelos. (base: Esquema cartográfico de suelos, E. 1:200.000).....	Apde.
	3	Mapa fuera de texto: Mapa geológico-E. 1:50.000.....	Apde.



C A P I T U L O I

ANTECEDENTES Y  
REVISION BIBLIOGRAFICA



## 1-1.- ANTECEDENTES GEOLOGICOS

Desde la época de BLUMENTHAL, se vienen delimitando varias regiones que poseen individualidad paleogeográfica y estructural dentro de las Cordilleras Béticas; marginadas hacia el N por la Depresión del Guadalquivir, en cuyo sector Central, y por la Transversal de Córdoba, está ubicado el área objeto de este trabajo mineralógico

BLUMENTHAL (1927 a), STAUB (1927), LOTZE (1945) FALLOT (1948), BLUMENTHAL (1949), FONTBOTE (1965), (1971) y FOUCAULT (1971), entre otros, realizaron esquemas de clasificación de las mencionadas Unidades Estructurales y Paleogeográficas de la España Meridional. Basándose en parte en ellos, JULIVERT y FONTBOTE, (1972-1974), publican incluido en el Mapa tectónico de la Península Ibérica y Baleares, (JULIVERT, FONTBOTE, RIBEIRO y CONDE, - - 1972-74), un esquema que ha sido utilizado, para comprender la situación de la región estudiada en este trabajo. Figura 1. Página 4.

Las Zonas delimitadas por dicho Esquema Estructural son:

Zonas de la Meseta: De acuerdo con LOTZE (1945) la mitad meridional del Paleozoico Herciniano lo constituyen tres zonas; y es en la denominada "Ossa - Morena + Zone", donde se apoyan los materiales neógenos de la Depresión que han sido estudiados. Los citados autores - - (1972-74), en dicho mapa tectónico diferencian además - los núcleos Precámbricos.

Zonas de las Cordilleras Béticas: Se distinguen tres grandes zonas:

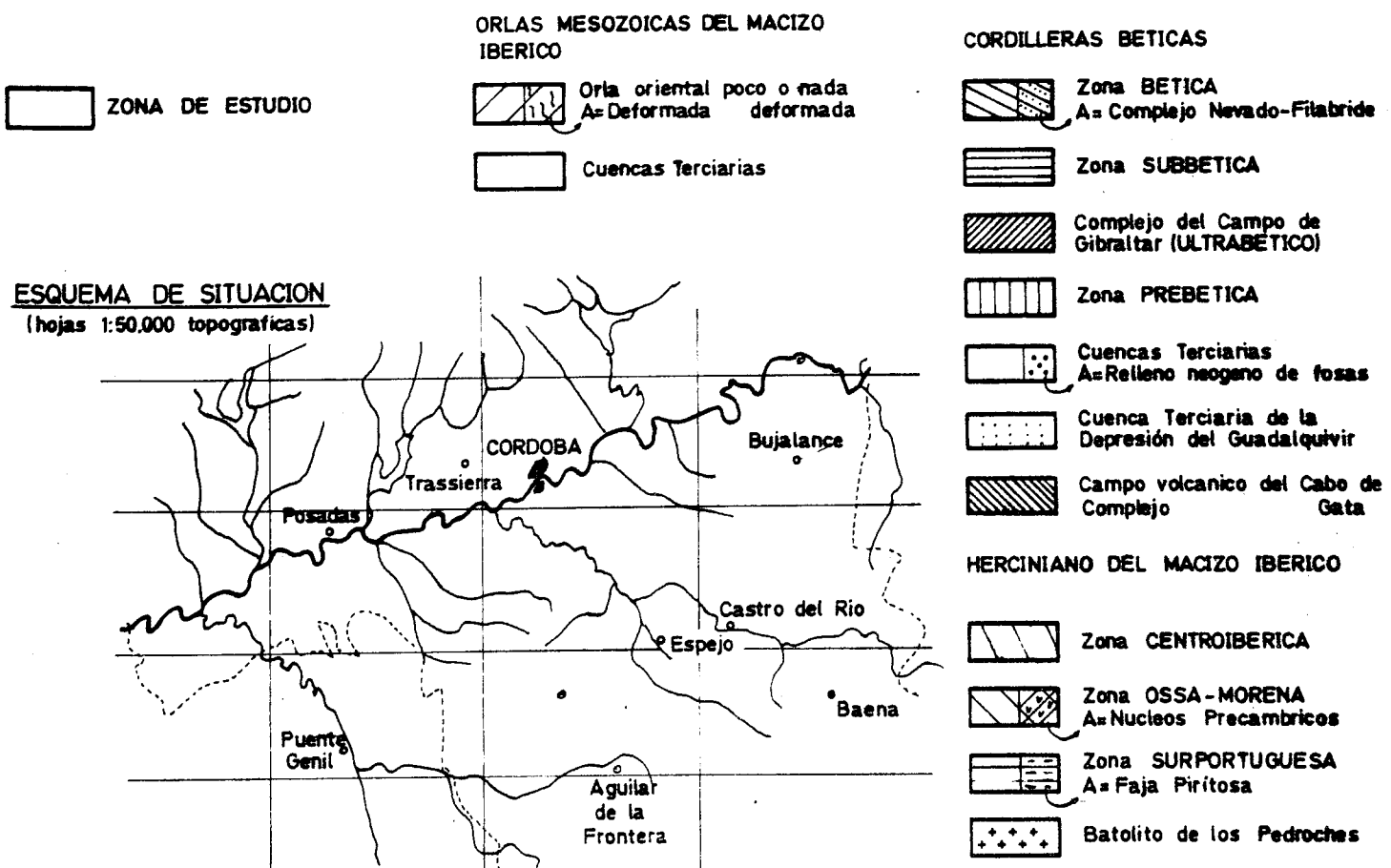
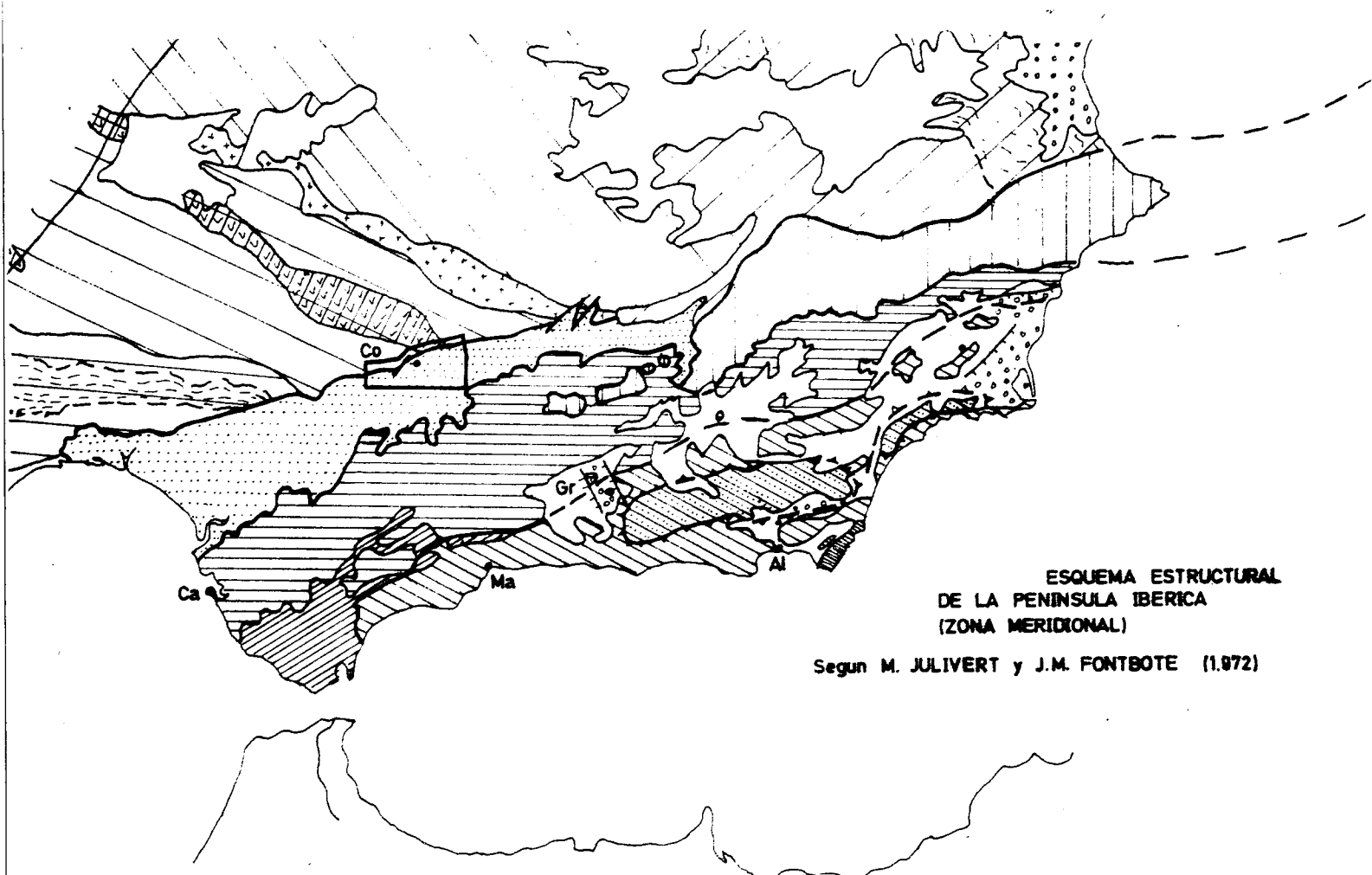
La Zona Bética en sentido estricto, situada al Sur, la Zona Subbética y la Zona Prebética, estas últimas situadas al S y SE de la Depresión del Guadalquivir, sobre las cuales se apoyan --

los materiales neógenos que constituyen esta depresión.

Como se ve en la citada Figura 1, la región suroriental estudiada abarca estribaciones del Subbético - en sentido lato, definido como "Subbético alóctono del - Guadalquivir", (JULIVEPT, FONTBOTE et col., 1972-74). No se trata de series mesozoicas limitadas por contactos -- tectónicos (como en la mayor parte de las regiones Subbéticas), sino de facies detríticas neógenas, con asomos - triásicos probablemente alóctonos, y trasladados por deslizamientos gravitatorios durante el Mioceno Inferior, y con características de tectofacies de flysch, durante el Eoceno-Oligoceno.

Parece ser que las Unidades Prebéticas no lle-- gan más lejos de la Sierra de Martos (Jaen); la opinión de FELGUEROSO y COMA (1964) sobre el Cretáceo de la región de Baena (Córdoba), al sur de nuestra zona, que fué precisamente atribuirlo a las facies Prebéticas, parece renovarse recientemente, al encontrar sedimentos detríticos de cierta afinidad prebética, en el sondeo de Nueva-Carteya (Sureste de la zona). La zona Subbética y en opinión de muy diversos autores (SANZ de GALDEANO, 1970, - FERNANDEZ, 1970, CRUZ SAN JULIAN, 1972, y otros, por citar solamente los más modernos), limita pues las regiones meridionales de la Depresión del Guadalquivir.

La Depresión, por sus características e historia geológica en íntima conexión con las Cordilleras Béticas, constituye una antefosa con algunos materiales de relleno de molasas marinas, esencialmente Neógena (JULIVERT, FONTBOTE, et col., 1972-74)



**ESQUEMA DE SITUACION**  
(hojas 1:50.000 topograficas)

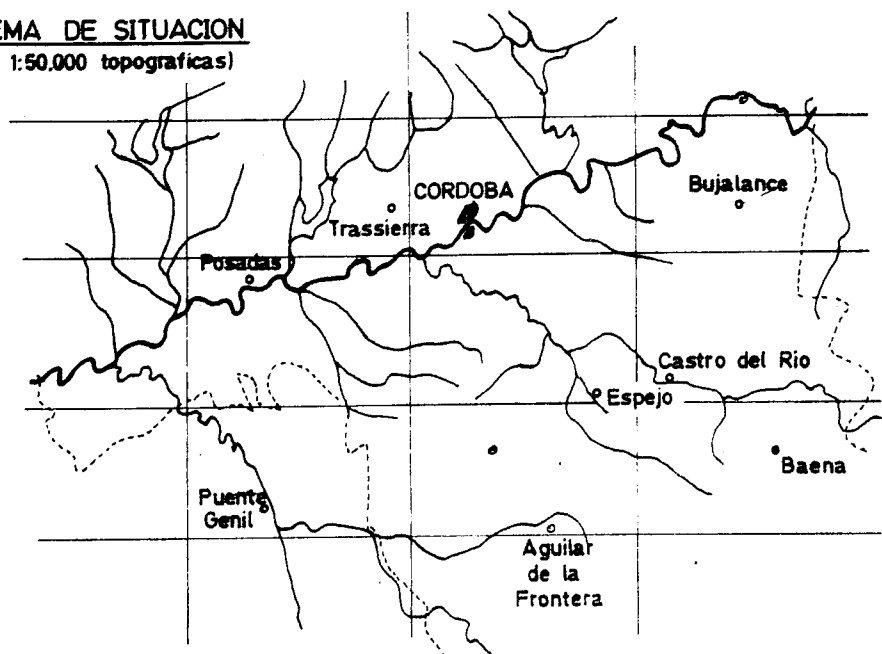


FIG. 1

1-1.2. DESCRIPCION DE LAS ZONAS O UNIDADES PALEOGEOGRAFICAS Y ESTRUCTURALES EN EL AREA ESTUDIADA

SECTOR N.- Corresponde a la Zona de Ossa - Morena (Meseta Paleozoica).

Están representados un Cámbrico y un Carbonífero especialmente, donde dominan las Series Vulcano-sedimentarias de rocas básicas y neutras, y las pizarras de grano fino, no faltando términos y episodios carbonatados con abundante fauna de Arqueociátidos, estudiados por numerosos autores y revisados recientemente por PERE JON, (1975 y 1976). Actualmente muchos afloramientos, en especial en las franjas centrales son atribuidos al Precámbrico. DELGADO, (1971 y sig.). No están ausentes las rocas básicas con locales diferenciaciones ultrabásicas. Esta región fué mencionada ya por LUCAS MALLADA, (1884), (1895) y (1911), en los reconocimientos generales sobre los sistemas geológicos, CALDERON, 1893, en su trabajo sobre la tectónica más o menos reciente y por CALDERON - (1893) y GROTH (1911, 13-14, y 1914), que discuten sobre la tectónica más o menos reciente del valle del Guadalquivir y las consideraciones sobre el resalte de Sierra-Morena durante el Plioceno entre otros aspectos.

Son así mismo trabajos clásicos las aportaciones de CARBONELL T.F., (1926, 27), de GABALA, RUBIO, MILANS DEL BOSCH y CARBONELL (1931), entre otros. En las últimas décadas este sector ha sido descrito por: FABRIES (1963), SIMON (1953), LOTZE (1956-b y 61), este último incluye el Paleozoico de la Meseta en su monografía sobre el Cámbrico; FRICKE (1962), MINGARRO (1962), FABRIES (1963), FEBREL-MOLINERO y SAENZ-SANTA MARIA (1964). Y más recientemente pueden destacarse entre otros, trabajos de: I.G.M. (inédito 1970), CAPDEVILLA, MATA y PAREDES (1971), PARGA (1971), PARGA y VEGAS (1972), DELGADO (1971, 72, 74 y 75), y LIÑAN (1973a, 1973b), este último sobre la estratigrafía del Cámbrico.

SECTOR CENTRAL: Depresión del Guadalquivir.

Constituida fundamentalmente por un Mioceno detrítico y transgresivo desde el Tortoniense Superior, que reposa discordante sobre el Paleozoico u ocasionalmente sobre el Bundsandstein, seguido de una potente serie del Mioceno Superior arcillosa, coronado por niveles del Cuaternario antiguo y recubierta en los valles fluviales por las terrazas y aluviones más modernos.

Son numerosos los estudios sobre el Neógeno de la Depresión. Los datos más antiguos se refieren a reconocimientos generales: LUCAS MALLADA (1895 y 1911), MACPHERSON (1879 y sig.), DEPERET (1893), HERNANDEZ PACHECO (1926), GABALA y col., (1929, 33 y 35), GABALA y col (1931), CARBONELL T.F. (1926 y 27), etc. Los datos estratigráficos del área de Posadas en especial sobre macro y microfaua son tratados por GABALA y col.(1931). Los foraminíferos terciarios son incluidos para una extensa área de la provincia de Córdoba por CARBONELL (1926 y 27), quién además trata aspectos del Cuaternario, en especial sobre las terrazas del Guadalquivir (1927); un trabajo similar sobre las terrazas lo hace CARANDELL (1925). En Bujalance y Villa del Río se conocen datos sobre micropaleontología de testigos neógenos procedentes de un sondeo de investigación minera: LIZAU, PRIETO y GABALA (1950). Cabe mencionar, en algunos autores citados, los datos expuestos sobre el ambiente regional y en especial la estratigrafía de diversas zonas de Castro del Río y Espejo en la provincia de Córdoba (cartografía a E 1:50.000 de las hojas de Castro del Río y Espejo por PRIETO y LIZAU, 1952- y 1955 respectivamente); y las comparaciones que pueden correlacionarse en las hojas de cartografía de algunas áreas de la provincia de Sevilla: LIZAU, ROLDAN y PRIETO (1956) en Ecija, PRIETO et col., (1952) en Sevilla, GABALA et col, en la citada provincia en diversas fechas.

Más recientemente son de destacar los trabajos - de FELGUEROSO y COMA, (1964), que establece una serie estratigráfica en toda la Depresión. PERCONIG, (1960 y 1962) se afirma sobre las líneas más interesantes sobre la micropaleontología de amplias áreas de la Depresión, y puntualiza más tarde la edad de la transgresión Miocénica durante el Tortoniense Superior, afirmando que la edad de esta transgresión migra hacia arriba en el tiempo conforme se avanza hacia el W, a la provincia de Sevilla, PERCONIG (1971). El mencionado autor intenta definir un nuevo piso estratigráfico, el Andaluciense, aún sin demasiada aceptación (Congreso de Micropal., Túnez, 1972).

Las mismas facies del Mioceno han sido estudiadas por KOCKEL, (1967), en la zona de Lora del Rio y Posadas. Datos recientes son aportados por la investigación de la "mise en place" de los mantos de corrimiento en la región de Ubeda, y de las microfacies, de dichas unidades alóctonas en esta transversal por GARCIA-ROSELL y ROMAN, (1970) y GARCIA-ROSELL, (1972), por CASTELLO y RAMIREZ, (1974 y 1975), para la estratigrafía del Mioceno transgresivo en Montoro y Trassierra, mientras que VIGUIER (1969- y 1974) trabaja el Neógeno de Sevilla. Por su parte son de destacar la publicación de hojas geológicas por el I.G.M.E. (en especial desde el 1970).

En conjunto, el Neógeno está bien representado en casi toda la Depresión, pero el Cuaternario, aflora preferentemente en los sectores más occidentales (Sevilla), y a lo largo del valle del Guadalquivir (Sevilla y Córdoba). La característica más notable del Mioceno de la Depresión en el sector de la Transversal de Córdoba, es su facies detrítica transgresiva al N, seguida de una potente serie cada vez mayor hacia el S, de materiales marinos arcillosos, mientras que el Cuaternario forma dos conjuntos típicos: Terrazas antiguas por un lado, y sedimentos de terra

zas y aluviales modernos por otro. El Cuaternario fué reconocido desde la época de MALLADA ( op. cit.), CALDERON - (1893), CARBONELL T.F. (1926 y 1927), y otros. Así los datos más interesantes los cita CARBONELL (1926, 1927), CARANDELL (1925), al hablar de las terrazas del Espino, próximas a Córdoba. Síntesis generales han sido expuestas -- por SOLE-SABARIS (1952) y SOLE-SABARIS, GIGOUT y SOLE (1955) Más recientemente sobre la estratigrafía del Neógeno y -- Cuaternario se encuentran diversas opiniones, que inclu--yen temas generales, sobre la Andalucía Occidental: RUIZ-CELAA, (1969), VADOUR (1969), y otros para el Cuaternario de Sevilla, etc.

#### SECTOR SUR: SUBBÉTICO.

Es la región denominada recientemente como "Subbético alóctono del Guadalquivir", JULIVERT, FONTBOTE, et col. (1972-74). Las primeras citas sobre esta área, de -- cierto interés, denuncian la presencia de un Oligoceno Estampiense, que reposa discordante sobre el Trias de fa--cias Keuper, por LIZAUR y PRIETO, (1952, 1955). Más tarde el sector era incluido en un amplio trabajo de FELGUEROSO y COMA (1964). De los cinco grandes grupos de terrenos -- que admitían dichos autores para la Depresión, por lo me--nos dos de ellos están representados en estas zonas meri--dionales: se trata de las facies detríticas de carácter -- más o menos flyschoide correspondientes al Oligoceno.

En efecto y de acuerdo con los autores citados, -- se citan los siguientes niveles estratigráficos.

Eoceno-Oligoceno: Previa discordancia entre am--bos, el Oligoceno Medio constituye un complejo detrítico--calizo brechoide. Están representados un Estampiense-Aqui--taniense, con calizas coronadas de margas o en facies margosa poco profunda con globigerinas; un Aquitaniense Me--dio-Superior, con alternancias calizas y arenosas; y un -



Aquitano-Burdigaliense, de margas blancas, con base transgresiva. Los materiales transgresivos hacia el N, y las calizas arenosas al S, son atribuidas al Burdigaliense, mientras que PERCONIG (1971), cita más modernamente para la transgresión, el Tortoniense Superior y Medio, es decir mucho más alta.

Las margas y arcillas azuladas las atribuyen a un Helveciense-Tortoniense, y admiten así mismo, que están coronadas por areniscas amarillas del Tortoniense Superior-Mioceno Superior. Existe coincidencia en la mayoría de los autores, desde LIZAUR y PRIETO, hasta FELGUEROSO y COMA, en afirmar que en el sector de Castro del Rio, el Oligoceno-Estampiense reposa discordante sobre el Keuper, al que suelen anunciar como "muy yesoso".

Por último, tanto del sector central como del Subbético alóctono, dado por un lado la extensión y por otro la complicación tectónica, no se han citado datos de síntesis sobre la paleogeografía con suficiente detalle, análogamente a otras cuencas, de extensión menor y donde los afloramientos se encuentran mejor expuestos a la observación, dado que aquí es inevitable encontrar siempre grandes extensiones de suelos y derrubios, que impiden las necesarias correlaciones entre los cortes detallados.

### 1-1.3. TECTONICA

En cuanto a la tectónica de la región, y en opinión de FONTBOTE (1965 y 1971) y JULIVERT, FONTBOTE et al. (1972-74), y en especial de estos últimos que se basan en datos de FELGUEROSO y COMA (1964), GARCIA-ROSELL y ROMAN (1970), FONTBOTE (1970 y 1971), y GARCIA-DUEÑAS (1972), la característica más notable es la extraordinaria sencillez de la estructura del Mioceno, que yace subhorizontal, la ausencia de la "falla del Guadalquivir", perfectamente demostrada por los datos geofísicos y el carácter olitostrómico de las áreas meridionales. A.G.I.P.-

En efecto han sido muy numerosas las opiniones sobre la tectónica de la Depresión, en lo referente a la mencionada falla. Los autores españoles CARBONELL T.F. - (1926, 27 y 31), CANTOS FIGUEROLA (1945), LIZAUR y PRIETO (1950), SOLE-SABARIS (1955), y otros, habían sostenido, basándose en criterios morfológicos, estratigráficos y paleogeográficos, la existencia de una gran falla que dominaba el resalte de Sierra Morena; pero los resultados de los sondeos e investigaciones geofísicas han demostrado que se trata de un hundimiento progresivo hacia el S, una auténtica flexión del zócalo acompañada naturalmente por fracturas paralelas que en ocasiones pueden dar origen a horst soterrados. A este respecto son de destacar las opiniones de PERCONIG (1960, 1962), y KOCKEL (1967), y los datos inéditos de I.G.M.E. (1955, 1970 y sig.). Recientemente la falla del Guadalquivir es objeto de numerosas controversias, bajo el prisma de la teoría de Placas Oceánicas.

En cuanto a la región Sur, es conocida la presencia de unidades alóctonas de carácter olitostrómico, en las proximidades de Ecija, VIGUIER, (1969), y próximo a Dos Hermanas, VIGUIER, en la provincia de Sevilla. También se encuentran próximas a Osuna (CRUZ-SAN JULIAN, 1972), en conexión casi siempre a un Trias de facies Keuper.

Así mismo, son conocidos los corrimientos de materiales atribuidos al Subbético por deslizamientos gravitatorios en la región de Jaén, GARCIA-ROSELL, (1972), SANZ de GALDEANO (1973), y otros. Ello pone una nota de complicación en el sector más meridional de la Depresión. Para LIZAUR y PRIETO (op. cit, 1952 y 55), el Trias en Espejo y Castro del Rio es solamente diapírico y sobre él reposa un Oligoceno, y "ambos se hayan afectados por un violento plegamiento". Por otra parte se suele admitir

que sobre el Oligoceno reposa subhorizontal las arcillas y margas atribuidas al Tortoniense de la Depresión.

FELGUEROSO y COMA no aportan datos significativos sobre el Trias de este sector (1964). FONTBOTE (1965) ya anuncia la presencia de unidades alóctonas de carácter olitostromico, y por último FONTBOTE (1971), y GARCIA-DUEÑAS (1972), distinguen y afirman (en Memorias del Mapa de Síntesis de la Cartografía, a Escala 1:200.000, de Córdoba y Jaén respectivamente) que:

"Una cobertera sedimentaria autóctona o paraautoctona y las unidades alóctonas, que aparecen intercaladas entre los materiales de dicha cobertera."

"La cobertera adopta una disposición homoclinal, con buzamiento suave de componente S."

De donde se deduce un buzamiento progresivamente mayor hacia la profundidad en las capas de la cobertera:

"Por tanto, se admite el acuñaamiento progresivo hacia el N. de todo el conjunto de la cobertera de la Depresión del Guadalquivir, o al menos el de parte de sus formaciones."

Los materiales alóctonos considerados con olitostromas suelen afectar al Trias, y la disposición en láminas de "considerable continuidad lateral", se ve retocada fuertemente por acumulaciones halocinéticas, categoría de diapiros probablemente, y que suelen ser posteriores a la "mise en place" de las unidades alóctonas.

## 1-2.- ANTECEDENTES GEOMORFOLOGICOS

LUCAS MALLADA (1884), realiza las primeras descripciones geográficas con base geológica de la región del Guadalquivir. El brusco cambio en el relieve, del resalte de Sierra Morena, fué interpretado por primera vez desde los tiempos de GROTH (1913 y 1914) por MACKPERSON- (1879), HENCKE (1910) y otros. En efecto diversos autores, ya citados en la revisión geológica, tales como CARBONELL T.F. (1926, 1927 y 1931), CARANDELL (1925), HERNANDEZ PACHECO (1926), SOLE-SABARIS, (1952) y SOLE-SABARIS et col. (1955), entre otros se ocupan de la morfología y su íntima conexión a la geología del país; de sus trabajos se deduce que el aspecto geomorfológico, al menos del sector central de la Depresión del Guadalquivir, responde a unas características esencialmente ligadas a condicionamientos litológicos y estructurales de primer orden, y como se verá a continuación al doble juego climático-hidrodinámico que origina la morfología de terrazas.

En especial, CARBONELL T.F. (1931 y sig.), LIZAUR y PRIETO (1950), SOLE-SABARIS (1952) y SOLE-SABARIS et col. (1955), etc. opinaban que el rasgo más notable de toda la provincia de Córdoba, era la "gran escarpa de retroceso de la falla del Guadalquivir". Actualmente se considera esta opinión de carácter regionalista, pues como es sabido, el brusco cambio en el relieve no es más que el resultado de una estructura tectónica de flexión que afecta al zócalo Herciniano, (JULIVERT y FONTBOTE -- (1972-74).

El segundo rasgo fundamental en importancia morfológica según los autores son las conocidas terrazas del Guadalquivir formadas a expensas de sus propios depósitos. Se han ocupado de las mismas entre otros CARBONELL (1931), CARANDELL (1925), etc., que establecen su

individualidad en razón casi exclusiva a la cota topográfica, y así mismo LIZAUR y PRIETO (1950) en el Carpio. - Las citas sobre el número de terrazas del Guadalquivir, - varían de dos a un número superior a 15.

Así, GABALA, et col.(1931) y CARBONELL (1931), - enumera concretamente hasta 9, para la región de Posadas en aparente paralelismo con la casi totalidad de curvas de nivel (a intervalos de 20 m. según los mapas topográficos 1:50.000), CARANDELL cita 4 en las proximidades a Córdoba y parecen existir 6, en un corte transversal al W de Posadas; SOLE-SABARIS (1952), cita un número que va ría de 2-5 según la transversal del río, e incluso no -- faltan subdivisiones con terrazas y subterrazas, un tanto artificiosas, basadas casi exclusivamente en criterios topográficos, en número muy elevado: De 9 a 18. - - Otros autores están por el contrario en la línea de la - simplicidad, no reconociendo más que 2 a lo sumo.

Naturalmente el concepto de superficie de aterrazamiento y terrazas son definidos generalmente por - unos parámetros y características, que son abordados con mayor importancia por unos y otros autores según sea su formación, criterios a veces personales o escuela, lo -- que se traduce en la diversidad de opiniones para un con cepto sin demasiada complejidad.

FELGUEROSO y COMA (1964), admiten 3 terrazas pa ra la zona Central (que extienden a la casi totalidad -- del Valle del Guadalquivir), y no olvidando el criterio topográfico como muy significativo, apuntan que las cier tas diferencias litológicas, pueden servir de diagnóstico para la cartografía de las mismas. De acuerdo con los ci tados autores, son diseñados los límites de las mismas - en trabajos hidrogeológicos: F.A.O. e I.G.M.E., Proyecto Hidrogeológico del Guadalquivir, 1970, y otros. FONTBOTE (1971), reconoce que las características litológicas de-

los tres niveles de terrazas mencionados, para la zona de Córdoba, pueden servir de criterio de identificación y cartografía. Así indica, siguiendo a FELGUEROSO y COMA (op. cit.), los siguientes rasgos esenciales:

Existen tres niveles de Cuaternario, que los autores denominan Antiguo, Medio y Moderno. El Cuaternario Antiguo lo constituyen limos y arcillas con intercalaciones y costras calcáreas, y suelen ser de color rojo naranja. El Medio lo constituyen arenas y conglomerados que en el techo son limos cementados. Presenta rubefacción pero carece de costras. El Cuaternario Moderno por su parte son conglomerados, arenas y sobre todo limos arcillosos, que carecen de cementación, de costras y rubefacción.

LOPEZ-ONTIVEROS (1973), para la transversal de Córdoba, y DRAIN, LHENAFF y VANNEY, (1971), en el Bajo Guadalquivir, en trabajos exclusivamente geomorfológicos y/o geográficos, revisan en parte estos puntos y admiten tres terrazas. El primero realiza algunos ensayos sobre granulometrías mediante curvas acumulativas, pero no entra en detalles sobre litofacies, mineralogía u otros aspectos morfológicos, y los segundos dan una idea general sobre el aspecto litológico de algunos suelos aluviales desarrollados sobre las mismas.

En los sectores más altos del Guadalquivir, próximo a Andújar y más aún frente a las faldas prebéticas de Cazorla-Segura, se ven un número similar de terrazas: en Andújar hay 3, y un cierto escalón que puede considerarse como aterrazamiento (PROYECTO HIDROGEOLOGICO DEL GUADALQUIVIR, F.A.O. e I.G.M.E., 1970), y en el sector más oriental mencionado hay 3, ó 2 según los autores: FINA IBERICA-I.G.M.E.: hoja de Villacarrillo, 1974.

Respecto a los principales afluentes del Guadalquivir, solamente hay bibliografía sobre el Genil y el Guadajoz, siendo el número de superficies de aterramiento bastante variable, y así se citan de 1 a 4 para el Genil, y de ninguna a dos para el cauce del Guadajoz, según los autores. PRIETO y LIZAUR, (1952 y 1955) admiten dos para el Guadajoz, y FELGUEROSO y COMA (1964), dos en el cauce del Genil.

En lo que respecta a la morfología de las áreas con afloramientos miocénicos, se cita el hecho de que -- las arcillas miocénicas dan origen a formas muy suaves -- no exentas de una cierta erosión, y que el material detrítico suele presentarse en cotas de mayor altura por su mayor resistencia a la erosión: FONTBOTE, (1971), (en Mapa de Síntesis de Cartografía, op. cit., Córdoba).

En conjunto, en la región del Bajo Guadalquivir, DRAIN, et col., 1971, definen seis zonas geomorfológicas en cierto sentido semejantes a las que admite LOPEZ-ONTIVEROS (1973), para nuestra transversal de Córdoba, y que pueden contrastarse con el aspecto geomorfológico de la provincia de Jaén.

Exponemos en el esquema siguiente y a título informativo las zonas admitidas por estos autores, y lo -- comparamos con la idea de subdivisión geomorfológica expuesta en F.A.O. e I.G.M.E., 1970. cit. anteriormente. Se ve claramente un paralelismo entre las regiones.

Bajo Guadalquivir Transversal de Córdoba Transversal de Jaén  
DRAIN, et col. 1971 L. ONTIVEROS, 1973 FAO-IGME. 1970

---

Sierra Morena	Sierra	Paleozoico
Orla miocénica	-	Glacis mioc.
La Ribera	Valle aluvial del Guadalquivir	Terrazas
Las terrazas	Zona de terrazas	Terrazas
Los Alcores	Campaña miocénica	Mioceno detrítico
Vega de Carmona	Campaña miocénica	-
-	Periferia meridional oligocénica	Subbético-Prebético



### 1-3.- CARACTERIZACION DE ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS

Los estudios realizados hasta ahora en la Depresión del Guadalquivir tienen preferentemente un carácter descriptivo y regional, y aparte de evaluaciones micropaleontológicas en sedimentos neógenos, o breves reseñas - litológicas en depósitos continentales, no se conocen datos sobre el aspecto hidrodinámico, ni se dan caracterizaciones de las posibles estructuras sinsedimentarias -- propias de cada ambiente de sedimentación detrítica.

Desde antiguo se intentó un mejor conocimiento de las relaciones entre sedimentación, clima (en el caso de áreas continentales), ambiente de depósito y génesis de los sedimentos, en conexión con las características - estructurales y morfológicas de los mismos, PETTIJOHN - (1957).

En conjunto y de forma simplificada los problemas que se presentan en el estudio de los materiales detríticos atienden a varios apartados:

- a) caracterización morfológica del sedimento
- b) parámetros de partículas
- c) clasificación de las rocas sedimentarias detríticas
- d) tipología de las estructuras sedimentarias prediagenéticas (sinsedimentarias), conexión de las mismas en - los diferentes medios de depósito , y por último,
- e) caracterización de secuencias sedimentarias en depósitos actuales que permitan la extrapolación a los materiales antiguos.

a) Los primeros trabajos se inician en la descripción de las formas de las partículas individuales, y el aspecto textural de las rocas, como medio de conocer la dependencia del sedimento con el área fuente y la génesis del mismo. Así WADELL (1935), afirma que el redon-

deamiento de partículas de cuarzo depende esencialmente del área origen. CAILLEUX (1942, 1943 y 1952), trata aspectos de la sedimentación eólica y más tarde (1943 y 1945), establece la posibilidad de distinguir arenas fluviales de las que no lo son por el aspecto superficial de los granos. Con análoga intención FOLK (1968), estudia depósitos bajo climas desérticos. También se ocupan de este tema entre otros KRYNINE (1948), PETTIJOHN (1957), PETTIJOHN and POTTER (1964), CONYBEARE and CROOK (1968), WENTWORTH (1936), RICHTER (1959), SCHNEIDER and CAILLEUX (1959), y recientemente con la observación por microscopía electrónica por SCHNEIDER, (1970), entre otros.

b) La mayor parte de los parámetros sedimentológicos empleados en el estudio de la petrología de rocas sedimentarias, en especial la detríticas se vienen utilizando en diferentes campos y con diversos fines. Estos parámetros, tales como grado de redondeamiento, diámetro de partículas, esfericidad y distribución de los mismos en función del tipo de sedimentación o del ambiente de depósito han sido definidos desde épocas relativamente recientes. Así son de especial interés los parámetros de KRUMBEIN and PETTIJOHN (1938), de CAILLEUX (1943 y 1945), KRYNINE (1948), WALGER (1962), LEOPOLD et al. (1964), entre otros, y muy significativos los diagramas acumulativos de PETTIJOHN (1957), así como el intento de demostrar que en líneas generales la distribución de partículas responde a distribuciones semilog-normal, o log. porcentuales de tipo C/M, ya que este diagrama permite una clasificación de los ambientes de depósito, (PASSEGA, 1957 y 1964). Otros tipos de diagramas se han construido con éxito, entre otros los de escala Phi, en función de la escala de probabilidad, de VISHNER (1969). Recientemente PETTIJOHN, POTTER and SIEVER, (1972), discuten ampliamente sobre sus aplicaciones en sedimentos y rocas arenosas, extensamente utilizados por numerosos autores (ALLEN, y monografía de MÜLLER, etc.)

c) Un tercer problema se presenta a la hora de clasificar las rocas sedimentarias detríticas, tanto si se aplican criterios de tamaño de partícula como si se juega con la composición mineralógica de las mismas. En las últimas décadas es increíblemente elevado el número de esquemas de sistematización propuestos: discusiones de PETTIJOHN, POTTEP and SIEVER (1972) y REINECK and SINGH (1973).

CAILLEUX (1943, 1945), KRYNINE (1948), PETTIJOHN (1957), MC BRIDE (1963), CHEN (1968), FOLK (1968), y PETTIJOHN and col. (1972), han tratado este problema, y establecen diversos sistemas de clasificación. En la actualidad la aceptación de uno u otro depende del alcance y condiciones del área estudiada, y de los datos de observación, pero no están exentos los criterios personales y de escuela de cada investigador (VERA, comunicación verbal). Para las rocas carbonatadas no ocurre así, siendo muy utilizado el sistema de FOLK (1959).

Tales modelos de clasificación, en lo que se refieren a los tamaños de partículas, no suelen ser empleados por los trabajos de suelos, ya que utilizan preferentemente diagramas triangulares con las denominaciones propuestas por U.S.D.A. (1958), y nunca con pautas mineralógicas.

d) En lo que se refiere a la tipología y caracterización de estructuras sedimentarias, son muy numerosas las citas, recojidas ampliamente en monografías: PETTIJOHN (1957), TERMIER et G. TERMIER (1960), MILNER (1962), KRUMBEIN and SLOSS (1963), KUENEN (1950), LOMBARD (1956), ALLEN (1965) y (1968), PETTIJOHN and POTTEP (1964), CONYBEARE and CROOK (1968), SHIRLEY (1966), VATAN (1967), DONOVAN (1968), LUCCHI (1970), MORGAN (1970), KUKAL (1970), PETTIJOHN et al (1972), BOUMA and HOLLISTER (1973), REINECK and SINGH (1973), WAKER and MUTTI (1973), BURK and

DRAKE (1974), BOUMA and BROUWER (1964). Podemos establecer por temas los diferentes trabajos de interés:

1) La descripción de las estructuras sedimentarias ha sido definida desde antiguo, (HUNT 1904), y desde entonces las terminologías han proliferado con rapidez -- (ALLEN 1968 a, y REINECK and SINGH, 1973). Los Ripples, tanto de corriente como de ondas en todas sus modalidades han sido estudiados por numerosos autores: ALLEN 1968, JOPLING, 1967, REINECK ( 1961 ), REINECK and WUNDERLICH (1968 a), REINECK et al. 1971, VAN STRAATEN (1953).

REINECK, SINGH and WUNDERLICH, (1971) en REINECK and SINGH (1973) realizan una clasificación genética de los Ripples en función de varios parámetros y la situación en definidos ambientes de depósito. Las grietas de desecación fueron abordadas por KUENEN (1965), y SCHAFER (1954) muestra que la materia orgánica puede controlar en cierto grado la dirección de las grietas, y REINECK (1954-55), describe impresiones de hielo (cristales) en la superficie de arcillas; otras formas son descritas especialmente por ALLEN, REINECK, y otros. Así, los "bubble", las marcas dendríticas ("rill marks" de ČEPEK and REINECK, 1970) las estructuras en canal (de Mc KEE, 1957 a). BELL (1940) describe en depósitos americanos las génesis de bolas de arcillas ("armored mud balls") bajo diversas condiciones ambientales y que incrustan por rodadura partículas de arena que constituyen la coraza. Estas estructuras habían sido descritas anteriormente en ambientes muy diversos: HAAS (1925), y LENEY (1957), las citan en áreas glaciales, y GRABAU (1938) en regiones costeras. Así mismo, las cita LENEY (1957) en áreas glaciales. DICKAS y LUNKIN (1968) en regímenes fluviales y KLUGER and SANDERS (1959) en zonas de playa. Recientemente se han podido estudiar en proceso de formación y bajo régimen fluvial en áreas de la depresión de Guadix-Baza, por VERA, VILLENA y ORIOL RIBA (1970).

Las estructuras de deformación penicontemporáneas son observadas en depósitos fluviales y en otros medios por DZULYNSKY and KOTLARCZYK (1962), KUENEN (1965) y COLEMAN (1969). Pero el más interesante esfuerzo se refiere a las revisiones descriptivas sobre estructuras en atlas y guías de reconocimiento para su aplicación a sedimentos antiguos. Así merecen citarse a KRYNINE (1948), PETTIJOHN (1957), ALLEN (1968), (que trabaja sobre el problema de formación de los ripples de corriente), PETTIJOHN and POTTER (1964 y 1972) juntamente con BOERSMA (1970), (que sistematizan los ripples cruzados para el reconocimiento de campo), LUCCHI (1970), DE RAAF and BOERSMA, (1971), este último define las estructuras tidal, etc.

e) El último problema de establecer secuencias sedimentarias que permiten reconocer los distintos medios de depósito es clara consecuencia de haberse encontrado numerosas formas de las descritas en casi todos los ambientes, tanto fluviales como marinos. Las secuencias de estructuras permiten reconstrucciones históricas de condiciones hidrodinámicas, evolución, etc. e identifican el medio sedimentario. Han sido numerosos los trabajos a este respecto: LOMBARD (1956), enumera modos de sedimentación marina, de tipo secuenciales, y KUENEN (1950), BLISSENBACH (1954), BOUMA and BROUWER (1964), MIDDLETON (1966 y 1967), MUTTI e R. LUCCHI (1972), BOUMA and HOLLISTER (1973), WAKER and MUTTI (1973), BURK and DRAKE (1974), etc, tratan los problemas de los depósitos turbidíticos, en materiales actuales y antiguos.

Las áreas deltaicas y costeras, en especial las plataformas de mareas, son bien estudiadas recientemente, y se desprende que su aplicación a depósitos antiguos -- exige una investigación detallada de las secuencias sedimentarias. Generalmente no es posible definir un medio ambiente por una sola o un aislado tipo de estructuras.

ALLEN (1965), SHIRLEY (1966), MORGAN (1969 y - - 1970), REINECK and SINGH (1973), BURK and DRAKE (1974), - etc, establecen las características de los depósitos y - las secuencias típicas en cada ambiente para su reconoci- miento y aplicación a áreas antiguas.

Las márgenes continentales son tratadas en DONO- VAN (1968), KUKAL (1970), DAVIS (1971), etc.

Por otro lado en la caracterización de las áreas de transición continentales y francamente continentales, - se ha trabajado con iguales criterios, basándose en el - examen de las secuencias sedimentarias, no solo de tama - ños de partícula sino además comprendiendo los aspectos - estructurales del medio de sedimentación. Así son de inte - rés las revisiones de ALLEN (1968) y sig. (1964, 1965 y - en especial 1968), sobre depósitos fluviales y sus carac - terísticas. COLEMAN, que estudia los sedimentos del rio - Brahmaputra (1969), BOERSMA (1970), que anuncia las dife - rencias entre las ripples-waves y la estratificación cru - zada, LUCCHI (1970), y las monografías citadas, de REI - NECK and SINGH (1973), y BURK and DRAKE (1974), por ejem - plo entre otras, y los trabajos de FOLK (1968), para los - procesos bajo climas desérticos con zonas de dunas, BELL - (1940), OBRADOR (1973 y 74), y por último PETTIJOHN, PO - TTER and SIEVER (1972-73), para las rocas y sedimentos -- arenosos.

Como puede deducirse de los mencionados trabajos los diversos criterios sobre caracterización de áreas se - dimentarias mediante estructuras singenéticas a las mis - mas son aplicados recientemente a sedimentos modernos y - análogamente para la caracterización de los sedimentos an - tiguos. Así de RAAF and BOERSMA (1971), MUTTI e R. LUCCHI (1972) y VAN STRAATEN (1972), entre otros para sedimentos - modernos; y los trabajos sobre áreas deltaicas de MORGAN - (1970), KUIJPERS (1972) en el Devónico de Irlanda.

En España son numerosos los datos sueltos de carácter puramente descriptivo, incluidos en trabajos regionales o de detalle realizados con otros fines, son sin embargo escasos aquellos que tratan la caracterización de estructuras como único fin. Cabe destacar los trabajos de VERA y col. (1970) sobre las formas bien desarrolladas en el Mioceno de la Depresión de Granada asociadas a depósitos evaporíticos. Así mismo se describen bolas armadas en la Depresión de Guadix-Baza, en la Depresión del Ebro (VERA y col. 1970 op. cit.). Trabajos más extensos se han realizado en el delta del Ebro por MALDONADO (1974), PUIGDEFABREGAS (1972 y 74) en la caracterización de los sedimentos de mareas del Eoceno Medio en el Pirineo catalán, y por OBRADOR (1973 y 74) en la caracterización de estructuras de dunas antiguas en la isla de Menorca. Recientes trabajos no publicados se refieren a las formas del Mioceno, y de materiales detríticos en áreas internas de las Béticas y el Pirineo.

En la Depresión del Guadalquivir y concretamente en la transversal de Córdoba, no se conocen datos sobre estructuras sinsedimentarias ni se han empleado los criterios antes mencionados tanto para los depósitos fluviales como para las rocas del borde transgresivo Mioceno. No obstante es preciso aclarar que la ausencia de tales datos, es debida en parte a la falta de buenos cortes que permitan establecer bien las secuencias, el gran desarrollo de materiales de derrubios en una región de escasas pendientes y la pequeña potencia de los términos cuaternarios.

#### 1-4.- LOS SUELOS DE LA DEPRESION DEL GUADALQUIVIR

##### 1-4.1. Un aspecto sobre la cartografía.-

HERNANDEZ PACHECO (1932), clasificaba dos áreas principales en la península: una España silíceo en regiones hercínicas, y otra caliza en los dominios alpidicos.- Los antecedentes de mapas de síntesis, son relativamente tardíos, (con respecto a mapas geológicos), y se inician a partir de la cartografía de KÜBIENA de los suelos de Europa, destacándose los de pequeña escala: HUGUET DEL VILLAR (1938) y KÜBIENA (1952). La sistemática de suelos -- utilizó en España los textos clásicos de KÜBIENA (1952).- En la actualidad se asiste a una paulatina sustitución de estas clasificaciones hacia el sistema: 7 th Approximation Americana (1967) y es frecuente encontrar, por razones de comodidad, mezclas de varias (DOUCHAUFOUR, 1970).

Modernamente se poseen cartografías de alcance regional o de síntesis, por ej. el mapa de Suelos de España, E: 1:1.000.000 (I.E.F.V. e INIA, C.S.I.C., 1968), o a escala intermedia: en las provincias de Cádiz, Sevilla, Córdoba, a E: 1:250.000 (I.E.F.V. del C.S.I.C. 1962 a 1968). En áreas muy reducidas hay cartografías detalladas: NAVARRO en la Unidad de Ronda, (1973), MESA en la Subbética (1975), MUDARRA, en el Valle del Guadalquivir, DE LA ROSA - en Sevilla etc.). Es de notar el interés en utilizar las fotografías aéreas para este fin: MESA (1975) haciendo referencia a opiniones de BURING (1960), FROST et al. (1960) y GOOSEN (1968), admite la importancia del estudio foto--geológico en la cartografía de Suelos.

##### 1-4.2. Una revisión bibliográfica.-

La gran variedad de suelos andaluces, ha sido -- abordada en el entorno mediterráneo, desde KÜBIENA, y en -- especial los suelos rojos: BOULAINÉ (1966), BOTTNER et LOSSAINT (1967), BONIFAS (1969), GRADUSOV (1974), etc. Exis



ten datos aislados de carácter morfológico, químico y en ocasiones de los minerales de la fracción arena en perfiles descritos por: GONZALEZ GARCIA (desde 1959), y GONZALEZ GARCIA y col. (desde 1956): en Sevilla y Cádiz, AGUILAR y col. (1973): en rocas volcánicas, AGUILAR y col. (1974): en áreas metamórficas; y ALEIXANDRE y PINILLA (1968), PEREZ MATEOS y col (1972) y SIERRA RUIZ y col. (1974): en arenas, naturalmente de rocas volcánicas: Cabe mencionar entre otros a GONZALEZ GARCIA y PEREZ RODRIGUEZ (1970-71), CLEMENTE y PANEQUE (1974) y BAÑOS (1975) en especial en terrazas sevillanas.

Sobre la génesis y propiedades de algunos suelos cabe citar a OLMEDO (1971), AGUILAR et col. (1971), quienes tratan el problema de la distribución del Fe, deduciendo que la mayor parte de Suelos Rojos Mediterráneos suelen ser relictos o en todo caso paleosuelos. Opinión establecida anteriormente por varios autores, y compartida entre otros por GUERRA (1972), CREZ ROMERO (com. personal 1973), DELGADO (com. personal 1974) y BAÑOS (1975) este último para perfiles de terrazas, curso del Guadalquivir en Sevilla, etc.

Los trabajos de micromorfología, relativamente importantes en España, (BENAYAS, 1971), se iniciaron por KÜBIENA (1939). En el marco mediterráneo se estudian suelos pardos en Sierra Morena: PANEQUE y BELLINFANTE (1964), y suelos rojos: BENAYAS y GUERRA (1969), BENAYAS, JONGERIUS y OLMEDO (1972), BELLINFANTE et col. (1974), y BAÑOS (1975), y además los ejemplos tratados por AGUILAR y DELGADO (1970) y OTERO (1974) para la caracterización e interpretación de las estructuras de orientación. Estudios semejantes sobre génesis en terrazas rojas los encontramos en TORRENT y FITZPATRICK (1974), TORRENT (1975); y de otros tipos de suelos.

La mineralogía de las arcillas se conoce en suelos rojos de la provincia de Granada (ALIAS y PEREZ PUJALTE 1969), trabajo que incluye los minerales de la fracción arena; de algunos perfiles aislados en el Valle del Guadalquivir: GONZALEZ GARCIA y PEREZ RODRIGUEZ (1970-71) y en algunos vertisoles granadinos (ALIAS y PEREZ PUJALTE, 1968), entre otros.

#### 1-4.3. Tipología de los suelos en el área estudiada.

Los suelos de la región estudiada se ven reflejados en un mapa a escala 1:250.000, que hemos utilizado como base: en el Estud. Agrobiol. Prov. Córdoba, (C.E.B.A.-C., C.S.I.C. 1966)..

En esta cartografía se pone de relieve: 1) la sistematización de suelos tiene como base criterios mixtos, desde sistemas de KÜBIENA a algunos grupos de la 7<sup>th</sup> Approximation; 2) la conexión entre litología y suelos de un modo general es grande. En ella se admiten y caracterizan los siguientes grupos de suelos:

"Suelos pardos y locales alfisoles. Desarrollados sobre rocas paleozoicas especialmente, y también se citan sobre materiales calizos margosos sin especificar, pero muy esporádicos.

"Suelos rojos mediterráneos y análogos. Instalados sobre todo en alguna terraza del Guadalquivir y rocas calizas.

"Suelos vérticos. Abundan especialmente sobre las margas y arcillas del Mioceno marino. Se citan dos tipos principales: Vérticos litomorfos, de amplia extensión, y Vérticos hidromórficos, que aparecen en vaguadas, que afectan a las arcillas miocénicas o sobre algún depósito aluvial.

"Suelos aluviales o suelos de vega en sentido lato. Desarrollados en las últimas terrazas del Guadalquivir y en las vegas del Genil y Guadajoz. Localmente puede tratarse de alfisoles pero es más abundante el grupo de entisoles.

"Litosuelos arcillosos y regosuelos. Se instalan sobre margas y arcillas con yesos del TRIAS. Sobre el mismo nivel parece haber algún suelo salino, fuera de la zona cartografiada.

"Redzinas y suelos redziniformes, que también - - existen sobre calizas arenosas pero son muy escasos en el área acotada.

El parecido cartográfico con el mapa de Suelos - de España a escala 1:1.000.000 es notable.

1-5. LOS MINERALES DE LA ARCILLA EN SEDIMENTOS Y SUELOS -  
DE LA DEPRESION DEL GUADALQUIVIR

1-5.1. Las arcillas en Sedimentos

Son poco conocidas las arcillas en los sedimen--  
tos de la Depresión del Guadalquivir. Sin embargo, en mu-  
chas áreas del entorno mediterráneo, se conocen relativa--  
mente bien, tanto en depósitos recientes como en defini--  
dos niveles estratigráficos. Podemos resumir las referen-  
cias en dos tipos de estudios:

a) Por un lado los de carácter descriptivo, ci--  
tan determinado grupo mineralógico o mineral: DELGADO - -  
(1953 y 1956), BARAHONA y LINARES (1970) en sedimentos --  
del S.E. de España, GALAN, H (1972) en su tesis sobre cao-  
lines españoles, MACEWAN y MARTIN VIVALDI (1961) que en -  
su trabajo de identificación de arcillas utilizan clori--  
tas del Trias español, GARCIA CERVIGON (1973) cita inte--  
restratificados procedentes de la alteración de rocas vol-  
cánicas de Murcia, etc. Están en esta línea, estudios so-  
bre la inogolita en suelos del Cabo de Gata , identidad-  
de las cloritas en formaciones pedorrelictas de bauxitas-  
pirenaicas: CAILLERE, HENIN, et POBEGUIN (1962), WIEWIORA  
(1972) describe interestratificaciones con caolinita, etc.

En ocasiones se investiga la génesis de determi-  
nados depósitos de arcillas. Así BORST (1972) analiza las  
caolinitas formadas a expensas de la microfauna Danense -  
del Mar del Norte, KUZVART y NEUZIL (1972) consideran el-  
origen de caolinitas checoeslovacas, KONTA (1972) discute  
la génesis de algunas micas en las capas caolinitas (tam-  
bién checoeslovacas), etc.

Los intentos de sistematización o la mención de determinadas arcillas en sedimentos, son abordados desde diversos ángulos. Por ej. CARROL (1969) investiga la presencia de cloritas en sedimentos oceánicos, COLE (1969) resume la existencia de interestratificaciones en Australia, etc.

b) Por otro lado, son más abundantes los trabajos sobre distribución de arcillas en sedimentos. Son importantes los trabajos de GUENNELON (1962), QUAKERNAAT (1968), que estudian sedimentos fluviales en áreas italianas, CORREIRA SIMÕES (1971) fuera del entorno mediterráneo: en la plataforma continental portuguesa, VENIALE et col. (1972/73) intentan un modelo de repartición de arcillas en el Adriático, etc. A ellos hay que añadir dos trabajos interesantes: de BAUSCH (1972) y KRUMM (1969), el primero intenta una caracterización de provincias de asociaciones de arcillas para depósitos del MALM europeo, y el segundo realiza un ensayo sobre estabilidad, basado en la distribución de los sedimentos triásicos de Europa.

Sobre la mineralogía de arcillas en el Trias español, hay numerosos trabajos de interés: ALONSO y MARFIL (1970), ALONSO y VIRGILI (1959), estos últimos sobre el Trias catalanide, cuya estratigrafía es bien conocida por VIRGILI (1958).

Ya anteriormente, el ambiente de sedimentación de las cuencas triásicas era bien conocido: MILLOT, PERRIOT, y LUCAS (1961) indican climas cálidos, y LUCAS (1961) establece que la evolución geomorfológica, y no el clima, influyen sobre la sedimentación triásica. Los datos mineralógicos más importantes son aportados por CABALLERO (1972), CABALLERO y LOPEZ AGUAYO (1972), CABALLERO y MARTIN VIVALDI (1972 y 1975). Ya anteriormente MARTIN VIVALDI y MACEWAN (1957) habían citado cloritas en el Keuper, MARTIN VIVALDI y RODRIGUEZ GALLEGO (1961) efectúan las --

identificaciones de cloritas con minerales de estas facies, DORRONSORO (1969) y DORRONSORO, GONZALEZ y MARTIN VIVALDI (1969) citan la presencia de sepiolitas de neofor<sub>u</sub>mación en el Trias de Huelma. Otros trabajos de interés son debidos a LUCAS (1962), SANCHEZ de la TORRE (1970), etc. Por otro lado, las arcillas del Trias Alpujárride son estudiadas entre otros por GONZALEZ, FENOL y MARTIN VIVALDI (1970).

Otros niveles estratigráficos son menos conocidos a excepción de las facies Wealdenses: LOPEZ AGUAYO (1972), LOPEZ AGUAYO y MARTIN VIVALDI (1972), CABALLERO y LOPEZ AGUAYO (1972), LOPEZ AGUAYO y GARCIA-ROSELL (1972); y además HUERTAS, LINARES y MARTIN VIVALDI (1974) en las cuencas del Ebro, Guadalquivir y la Vega de Granada (en materiales fundamentalmente neógenos).

En las regiones andaluzas, el Trias, y en especial la facies Keuper, ofrecen notables diferencias cualitativas y cuantitativas de las arcillas, en razón al nivel estratigráfico y a la localización geográfica; así CABALLERO (1972) y CABALLERO y MARTIN VIVALDI (1972 y 1975) citan en el Trias Prebético la siguiente composición: Tabla I-1.

	I	K	C	M	10-14 <sub>v</sub>	14 <sub>C</sub> -14 <sub>M</sub>	V	Sep.
Keuper	100-30	5	20-10	40-10	10-5	50-40		
Muschelk.	100-80	5	10-5	20-10		20-10		
Bund.	100-80	5	20-10		5			
Alto Keuper	30-10	5	90-70	70-20	10-5		x	30-10
Bajo Keuper	30-10		20-10			80-60		

Su comparación con las facies Keuper obtenidas por los citados autores, en el Trias de la Ibérica (citada en la tabla I-1) indica intervalos de % similares: alto y bajo Keuper.

Para las series triásicas en las zonas subbéticas dada la tectónica compleja solamente indican porcentajes medios y afirman la incertidumbre de las disposiciones espacio temporales. Los % de estas series, según CABELLERO, etc, son: I = 80-70%, C = 50-20%, K = x, Sep. = rara, y  $^{14}C-^{14}Cg = 20-10\%$ .

En resumen es de notar la presencia de Illita dominante, y cloritas (no suelen especificar si se trata de holotipos sedimentarios o de cloritas normales, no colapsables). Acompañan interestratificaciones del tipo clorítico, con M o minerales a  $10 \text{ \AA}$  (illitas). SANCHEZ de la TORRE (1970) establece análogos datos, similares a las familias o "facies de arcillas" que para KRUMM (1969) existen en el Trias Europeo (de facies germánica).

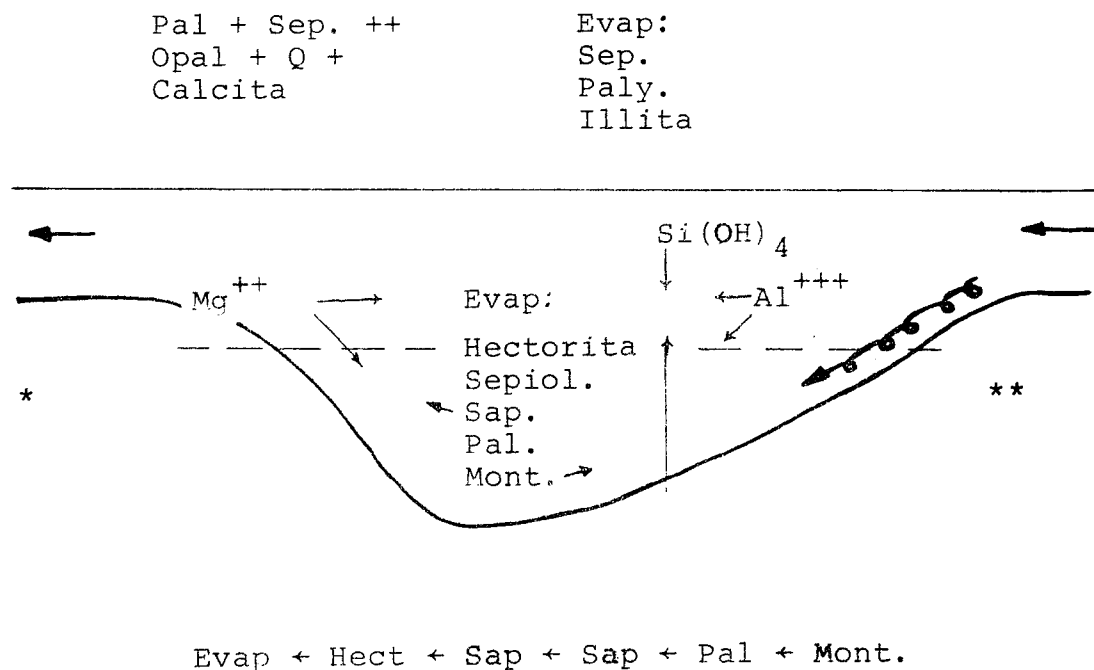
Las facies del MALM marino europeo, citadas por BAUSCH (1972), parecen responder a situaciones semejantes: así hay para la Península tres de las 4 que establece:

- prov. de Moscovita (Ibérica, Meseta, Asturias),
- prov. de Clorita-Albita (Béticas, Ibérica y regiones alpínicas).
- prov. de Illita-Interestrat., con o sin caolinita, en parte solapada con la anterior, pero más importante hacia el Este.

En opinión del autor, la segunda provincia parece responder a áreas marginales a los arcos alpínicos. Hemos creído de interés este resumen y aquí la región estudiada responde bien al menos durante la sedimentación neógena a un área marginal.

En los sedimentos detríticos Wealdenses, LOPEZ-AGUAYO (1972), (L.A. et col. y M.V. 1972, y L.A. y G.ROSELL 1972), apuntan las siguientes facies mineralógicas:

Para el Neógeno y en especial los materiales sedimentarios del Cuaternario (tanto terrazas como otros depósitos) es escasa la bibliografía sobre mineralogía de arcillas. Como se apuntó anteriormente se conocen a grandes rasgos las depresiones del Ebro, la Vega de Granada, la depresión del Tajo e interesantes aportaciones sobre el sector más bajo de la cuenca del Guadalquivir: HUERTAS, LINARES y M. VIVALDI (1974). Los citados autores encuentran una sucesión normal con aportes detríticos de I y M, una transformación posterior de sepiolitas y palygorskinitas (previo proceso destructivo total de saponitas y montmorillonitas), en medios ricos en  $Mg^{++}$  y sílice: zona de Lebrija: \*. El aporte procede del Norte: \*\*.



Esquema de transformaciones en la Cuenca del Guadalquivir, modificado de HUERTAS y col. (1974).



1-5.2. Mineralogía de las arcillas en suelos de la Depre-  
sión del Guadalquivir.

Muy diversos autores han aportado datos, génesis-  
y composición de distintos suelos de las áreas mediterrá-  
neas: Así por ejemplo: ALIAS y PEREZ PUJALTE (1968), ALIAS  
y PEREZ PUJALTE (1969), AGUILAR et col. (1971), PAQUET et-  
MILLOT (1972) y CLEMENTE y PANEQUE (1974).

GONZALEZ-GARCIA y PEREZ RODRIGUEZ (1970-71), op.-  
cit. expresan por ej. la siguiente composición arcillosa:-  
(exclusivamente en horizontes edáficos):

Tabla I-2.

	T.N.A.	R.	V.	S.R.	S.AL.	S.S.	H.G.
Montm.	40-60	50-20	10-30	x-0	++	+~	x
Illita	30-40	30-70	70-40	60-80	+++	60-80	80
Kaol.	15-5	10-15	15-20	~40	+	+~	x
Clorit.		5-20	5-10		+		
Halloy.						x?	
Cuarz.							

Las abreviaturas responden al siguiente esquema:

"Tierras negras andaluzas": (perfiles situados fue-  
ra de la zona de nuestro estudio, en Sevilla): T.  
N.A.

"Rendzinas": R. (de la prov. de Sevilla).

"Suelos margosos vérticos": V. (de Sevilla y de --  
Córdoba).

"Suelos mediterráneos rojos", sin especificar, nor-  
malmente en terrazas: S.R.

"Suelos de Vega, salinos y suelos pardos hidromor-  
fos con pseudogley: (S.AL.), (S.S.), (H.G.).

Nota: Los últimos autores, indican que los suelos rojos me-  
diterráneos se desarrollan sobre las "calizas del Al-  
cor", en Carmona, o sobre cualquier otro material cá-  
lizo.

### Génesis de los minerales de la arcilla

La génesis de la arcilla, es un problema complejo, estudiado por numerosos autores: MILLOT(1964), DUNO--YER DE SEGONZAG (1969, 1970), LUCAS (1962), JACKSON et --col (1948), HUERTAS y col (1970 y 1974), MARTIN VIVALDI y col. (1971), GRIM (1962) etc, en especial LUCAS (1962 y -1963), MILLOT (1961), MILLOT (1964), MILLOT et col.(1965), MILLOT (1967) y 1972/73; GIESEKING (1975), etc.

En conjunto podemos distinguir tres posibilida--des de formación:

- de herencia
- de transformación
- de neoformación

#### Herencia:

Consideramos de herencia aquellos minerales de -carácter detrítico que no sufrieron variaciones importantes de cristalinidad ni de cambios iónicos al llegar a la cuenca de sedimentación. Se suelen nombrar como arcillas-detríticas, de sedimentación mecánica, etc, y pueden tener origen primario diferente: hidrotermal, de alteración edáfica, etc. Su permanencia en la cuenca supone estabili--dad frente al medio ambiente y depende del tipo de edificio cristalino: así la K es estable excepto en condicio--nes de fuerte drenaje en procesos lateríticos. Se afirma--que es el mineral más típico y resistente en suelos y se--dimentos.

La illita y la clorita son muy frecuentes en se--dimentos y en suelos podsolizados o lateritizados (en es--pecial la clorita que se degrada) y bajo medios ácidos. - Las interestratificaciones y minerales de tres cargas - - (2:5) suelen aparecer como términos intermedios durante - la transformación y alteración. . No suelen darse como he--rencia. Los minerales fibrosos son de neoformación en me--dios básicos ricos en Mg y Si pero son muy vulnerables en

climas tropicales o en los suelos. HUERTAS, LINARES y M.-VIVALDI (1974) han mostrado su presencia en las zonas - - abiertas más alejadas de costas en cuencas sedimentarias, y DORRONSORO (1969) las cita en el Trias de Cambil.

La vermiculita suele aparecer como herencia durante la vermiculitización de cloritas o micas. Se transforma en interestratificaciones ( $14_V-14_M$ ), en montmorillonitas, etc.

### Transformación

Se conocen numerosos esquemas de transformación de arcillas, como indica MILLOT (1964) y varias fechas -- op. cit., de las que citamos algunos ejemplos:

Biotita	⇌	Clorita	Illita	⇌	(10-14 <sub>V</sub> )
"	⇌	Vermiculita (tri)	Illita	⇌	Vermic. (di)
Clorita	⇌	Vermiculita ( " )	Vermc.	⇌	(14 <sub>V</sub> -14 <sub>M</sub> )
"	⇌	" (di)	Vermc.	⇌	Mont. (di)
Vermiculita	⇌	Mont.* (tri)	Illita	⇌	Mont.
Clorita	⇌	(14 <sub>C</sub> -14 <sub>V</sub> )	Illita	⇌	Clorita

Tambien pueden darse transformaciones con láminas de K. En conjunto hay dos tipos de procesos como indican LUCAS (1962), MILLOT (1964) y MARTIN VIVALDI (1968):

- a) Transformaciones por alteración y pérdida de cationes o degradaciones, cuya consecuencia es el desorden de la estructura con paso a minerales - abiertos de espaciados variables (típico de alteración edáfica: meteorización).
- b) Transformaciones de agradación: caso opuesto al anterior, y que se realiza durante la sedimentación y en especial en la diagénesis.

Ambos procesos pueden esquematizarse así:

---

\*: realmente es verm. ⇌ Sap, aunque no se indica así en - MILLOT (1964).

DEGRADACION →

Illita-(10-14<sub>V</sub>)-V-(14<sub>V</sub>-14<sub>M</sub>)-M

Biotita-Hidrobiot.-V-M (con M y V trioctas)

Biot.-Clorita-(14<sub>C</sub>-14<sub>V</sub>)-V-M (V y M: dioctas)

← AGRADACION

Los procesos de degradación han sido descritos - por numerosos autores: MACEWAN (1948), JACKSON y col. - - (1948, 1952), GIESEKING (1949), WALKER (1949, 1950), BROWN (1953), y en especial JACKSON y col. (1948, y otros), - - DROSTE y col. (1962), MILLOT (1964), etc.

La degradación no suele ocurrir en medios sedi-- mentarios sino en ambientes insaturados (suelos).

Las agradaciones según WEAWER (1958) significa - una entrada en la red abierta durante su alteración, de - iones que conducen a estructuras mejor ordenadas. La fija - ción iónica no implica modificaciones importantes.

Cuando la reorganización es total el proceso se - realiza lámina a lámina, y al final hay transformación to - tal de minerales, con términos intermedios interestratifi - cados.

Neoformación

Como han mostrado MILLOT (1964), LUCAS (1962 y - 1963), HUERTAS y col (1974), ALONSO y col. (1974), etc., - los procesos de neoformación caracterizan los ambientes - evaporíticos por reordenación de cationes libres: Mg y Al y sílice formándose minerales fibrosos (Sepiolita, Paly-- gorskita) y otros: Hectorita, etc. Se dan en las fases fi - nales de ambientes sedimentarios.

1-6.- "ORIGEN DE LOS HORIZONTES B TEXTURALES DE LA ACUMULACION DE ARCILLAS"

1-6.1. LA ILUVIACION

Como es sabido el estudio de láminas delgadas - de suelos mediante la microscopía de polarización, supone un importante avance en el conocimiento de las relaciones estructurales y texturales de los componentes sólidos del suelo. En efecto, ciertas consideraciones de carácter genético, como los procesos de iluviación, y el análisis mineralógico, constituyen parte de los datos -- que pueden deducirse mediante el empleo clásico de luz polarizada (BREWER: 1964, BENAYAS: 1971, y com. personal 1971). Uno de los problemas más aparentes es el fenómeno de la iluviación, al cual dedicamos este apartado.

En el libro clásico "Soils and men" de U.S.D.A. (1938), quien cita estudios descriptivos de DOKUCHAIEV -- (1886), BALDWIN (1928) y GLINKA (1927), etc, parecen identificarse los procesos de podsolización con el fenómeno de iluviación, es decir como una acumulación de arcillas descendentes. Se llegó a pensar que la totalidad de las arcillas de ciertos horizontes procedían de una iluviación.

Desde la aplicación de técnicas microscópicas, montaje y preparación de láminas delgadas iniciada esencialmente por KUBIENA (1938, cuya revisión puede estudiarse en MORZOVA (1964), OSMOND and BULOW ed (1970), JONGERIUS ed (1964) y otros más recientes (p. ej. en "Soil Microscopy", RUTERFORD, edit (1974), para el estudio de emigración de arcillas y formación de películas o rellenos, se ha ha acumulado una importante experiencia en los últimos años. Se ha demostrado que la iluviación es un proceso pedogenético bastante generalizado, dando-

se en cualquier tipo de suelo y con importancia variable: BREWER (1968-1972), WOOD (1971), A. REFEGA (1971), FEDOROFF (1970, 1974). El proceso parece no exigir condicionamientos climáticos: así lo encontramos sobre suelos de -- Egipto: ABDEL-KADER et al. (1974), en Angola: ALFONSO CONDADO (1969), bajo el clima húmedo gallego: BISDOM (1967), o en centro-Europa: CONINCK et LARVELLE (1964); en suelos rojos mediterráneos: TORRENT (1975).

Paralelamente se han conocido mediante el estudio micromorfológico, otros muy diversos aspectos de interés, tales como la movilización del catión cálcico y la formación de nódulos calizos o yesíferos, por ejemplo: -- BREWER (1964), MIEDER et YAALON (1974), etc.

#### 1-6.2. NATURALEZA Y ORIGEN DE LA ILUVIACION

Desde antiguo se sugieren dos tipos de transporte en suelos, CERNESCU (1934 y 1938):

1) Fenómenos de transporte de sesquióxidos (hidróxidos) descendentes. Esto ocurre en los podsoles.

2) Movimientos de arcillas sin variaciones químicas. Ello daría lugar a la auténtica iluviación, en muchos suelos.

Según KARPACHEVSY (1960), y como suele explicar DOUCHAFOUR (1970) el proceso general de evolución de un suelo consiste en: a) Descomposición de minerales "primarios", b) desplazamiento de las bases de cambio, o "cambios iónicos" y c) descomposición de minerales "secundarios" en los podsoles, o bien la iluviación de arcillas a un horizonte B textural. Podemos añadir aquí el transporte ascendente capilar de ciertas sales: yeso, carbonatos, etc. PARFENOVA y YARILOVA (1960) estudian la lixiviación en podsoles, GORBUNOV (1961) compara el movimiento de coloides y arcillas y BLOOMFIELD (1963) expresa mecanismos semejantes de los fenómenos de movilización.

La iluviación puede desarrollarse de dos maneras: En forma de minerales "secundarios" que se sintetizan posteriormente (en todo caso minerales de neoformación), o en forma de partículas de arcillas que se acumulan por migración descendente.

Las arcillas se mueven previa dispersión en medios más bien ácidos; DOUCHAFOUR (1970) afirma que la acidez evita la presencia de cationes flocculantes; que la dispersión la favorece la materia orgánica, por ejemplo, como muestra ALFONSO CONDADO en suelos tropicales de Angola (1969), y además ciertos factores físicos, como pueden ser cambios de concentración iónica, heladas, hidromorfismos, aridez estival, acción humana. También intervienen una diferente afinidad acuosa, presencia de óxidos e hidróxidos de Fe y Mn, etc.

El diámetro de partícula es un factor de diferenciación: BREWER (1968). Parecen ser más movibles las arcillas de pequeño tamaño o mínima carga, (caolinita por ejemplo). También en el proceso de acumulación en horizontes inferiores, actúan la acción flocculante de cationes como el calcio, y el magnesio, en especial el primero, sobre todo por encima de un horizonte de acumulación de carbonatos; MCNAGUE y STARNAUD (1969) no están de acuerdo, más no así AGUILAR y col. (1973), quienes defienden la acción de "pantalla" del ión cálcico frente a la migración.

También la arcilla puede proceder de recristalizaciones de material alterado. Así BREWER y SLEEMAN, (1969), citan atapulgita no iluvial, y MERMUT and PAPE (1971) muestran que los cutanes\* pueden ocasionalmente formarse in situ. Los cutanes de presión no son resultado de una migración desde arriba, generalmente. Como indica BREWER desde 1964 los cutanes pueden ser de naturaleza distinta o idéntica al resto de la matriz.

---

\*: término que define las películas de arcilla.

Los autores franceses demuestran que la síntesis ocurre muchas veces en medios diluidos y establecen campos de estabilidad físico-química para diferentes minerales (CAILLERE y HENIN 1962-63), ROY (1962), WEY et al. -- (1968).

Sobre el problema de la síntesis de filosilicatos, se ha trabajado intensamente por la escuela francesa, en conexión a la meteorización originaria y la síntesis post-iluviación: PEDRO (1964, 1966, 1967), ROBERT y PEDRO (1972).

### 1-6.3. LA ORIENTACION DE LAS ARCILLAS

La iluviación no suele ser un proceso "masivo" e indiscriminado: tanto en suelos como en sedimentos (en especial los primeros) ocurre aprovechando grietas, poros y fisuras. Factores cristalográficos obligarán a los filosilicatos -arcillas laminares- a su deposición paralelamente a las superficies naturales del suelo: alrededor de -- granos del esqueleto mineral, o tapizando huecos. Este tipo de orientación es conocido desde KUBIENA (1938), y estudiado sobre todo por BREWER (1956-1964).

Incluso hay intentos de provocar orientaciones artificiales: BREWER y HALDANE (1957), AGUILAR, DELGADO y GUARDIOLA (1973), y otros.

Puesto que parte de la arcilla de un horizonte puede ser de iluviación y parte ser "autóctona", BREWER, - en su libro sobre micromorfología (1964-a), así como en el artículo sobre sistemática y nomenclatura (1964-b) propone el término de CUTAN para designar las películas arcillosas orientadas, y las clasifica entre otras en cuanto a su origen:

- a) Cutanes de iluviación
- b) " de presión
- c) " de difusión



y distingue los argillanes (clay cután), de los ferriman-ganes, calcanes, etc.

La formación de horizontes más o menos endureci-dos petrocálcicos, caliches (costras superficiales en dis-posición agatoide o laminada), nódulos y en especial hori-zontes calizos infrayacentes respecto al nivel argílico,- pueden (no sin reservas lógicas) considerarse como resul-tado de una auténtica iluviación. BARAHONA (1976, com. -- personal).

Movimientos o procesos posteriores destruyen los cutanes, o como ilustra LAFEBER (1964) crean cutanes de - presión.

Otros autores estudian ampliamente estos proble-mas pedológicos en suelos de naturaleza muy variable. Así BOUMA (1969) muestra ausencia de iluviación en algunos -- suelos limosos, FEDOROFF (1968), discute la génesis de ho-rizontes B texturales en Francia, BARRAT (1969) revisa la clasificación de morfologías microscópicas, y analogamen-te ESWAPAN (1972). Por su parte WIEDER y YAALON (1974) ana-lizan la formación de nódulos carbonatados en suelos egip-ción; TORRENT y FITZPATRICK (1974) y TORRENT (1975) estu-dian la formación de cutanes en suelos antiguos españoles; y CLEMENTE BAÑOS (1975) correlaciona los datos micromorfo-lógicos con análisis y aspectos descriptivos clásicos en-suelos andaluces (Sevilla).

Una revisión general sobre problemas micromorfo-lógicos en relación a la pedología, puede verse en GROSSE et col. (1964), KÜBIENA (1964), MOROZOVA (1964), ZIMMER-MANN (1964), FEDOROFF (1968, 1970 y 1974), BREWER (1961,-1972), NETTLETON (1972), DIJKERMAN (1974), y en "Soil mi-croscopy": RUTERFORD ed. 1974.

#### 1-6.4. CUANTIFICACION: MICROMORFOMETRIA

Los aspectos sobre la orientación, pueden conducir a un intento de cuantificación de las arcillas iluvias: ZIMMERMANN (1964). Por ello la metodología sobre micromorfología ha creado una micromorfometría, que ha sido tratada intensamente en los últimos años: KUBIENA (1964--1967), BENAYAS (1971) y BREWER (1974).

Algún autor ha creído que la totalidad de arcillas en un horizonte  $B_t$  era de iluvación (THORP et col., 1959); pero BREWER (1968) supone que la cantidad iluvada no es muy alta. Tal opinión parece ligada a la definición y límites del horizonte B textural: así suele admitirse el término "argílico" cuando hay más del 3% de arcilla iluvada: 7 th Approximation Am., 1967. Existen varios criterios para delimitar el porcentaje de iluvación de estos horizontes argílicos. Tales por ejemplo: densidad aparente (cuyo aumento es proporcional), la relación sílice/óxidos, cantidades relativas de arcillas de diámetro muy fino, cantidad real de cutanes.

Cuando los cutanes son destruidos por cambios climáticos o estacionales, bioturbación, hombre, o hidromorfía, se hace difícil establecer un balance.

En suelos, -y en nuestra opinión en ciertos sedimentos-, los cutanes quedan preservados alrededor de los cantos, lo que indica un proceso iluvial, el cual puede quedar perfectamente impreso durante cierto tiempo, y siempre que no exista una pedogénesis posterior desfavorable.

Sin embargo, no toda la arcilla orientada es iluvada. BREWER y otros autores (BENAYAS 1971) sospechan que en parte pueden ser de origen puramente sedimentario, o como en los cutanes de presión, de origen mecánico. Parece que la capacidad de remoción es inversa al contenido

en cutanes. Así, lo indican NETTLETON , FLACH et BRASHER\*. Los cutanes de presión y difusión son generalmente formados in situ, aunque la difusión pueda significar una cierta movilidad.

Se suelen dar diversos métodos para la caracterización del porcentaje en iluviación y la importancia de procesos de meteorización, que tienen carácter semicuantitativo. Así BREWER (1964 y 1968), BARSHAD (en F. BEAR - - 1964), y otros sugieren un conteo de las películas cutánicas. BECKMANN (1967a), y GEIGER and BECKMANN (1967a) trabajan sobre diagramas estructurales (fotogramas por contacto) para el análisis cuantitativo. FEDOROFF (1969) indica que el grado de fluidez corresponde al % de los dominios orientados, y MIEDEMA y SLAGER (1972) exponen tablas con % de arcilla iluviada, grado de reestructuración de la matriz e índices de iluviación.

Por otra lado, y en razón a su indudable interés-práctico, se aplica la cuantificación con más énfasis a la caracterización de la porosidad: siguiendo las recopilaciones y sistemática de poros y huecos de BREWER (1964) y FEDOROFF (1968), son cuantificados por JONGERIUS y JAGER (1964), JONGERIUS y BONFILS (1964) y BOUMA (1969); y recientemente mediante el Quantimeter: JONGERIUS (1969 y 1970), PREVOSTEAU et RAGOT (1970 a) etc.

Por su parte, las técnicas micromorfológicas se han aplicado con éxito a estudios paleogeográficos: MOROZOVA (1964), y a sedimentos arcillosos por ASCASO (1967)- -datos estadísticos- y BURHAM (1970).

#### 1-6.5. LA IMPORTANCIA DE LA METEORIZACION

Un factor que no debemos olvidar es la mayor o menor importancia de la meteorización, y que puede ser --cuantificada mediante minerales indicadores o "minerales-índice", en el sentido clásico de las técnicas sedimento-

\*:1969

lógicas: MARSHALL (1941), MARSHALL y HASEMAN (1942), MICKELSON (1943). Así por ejemplo se ha utilizado el circón como mineral resistente, y también turmalinas, granates, anatasa, rutilo, brockita, cuarzo, etc.: BARSHAD (1964)- en F. BEAR, op. cit. Tanto estos minerales como aquellos considerados como alterables se suelen ordenar en una escala de resistencia a la meteorización (PETTIJOHN, 1941-1957, JACKSON 1968, y JACKSON and SHERMANN 1953. Dicha escala, al incluir además filosilicatos de la arcilla -- permite una mejor visión del mayor o menor grado de meteorización, previa condición de comparar minerales de diámetro fino. Los autores suelen indicar que las tablas son eficaces en igualdad, o al menos para análogos tamaños de partícula.

La tabla I-3 , recopila los datos de dicha escala, con modificaciones de forma, propuestas por mi.

Tabla I-3

Secuencia de meteorización (o escala de alterabilidad de minerales frente a la meteorización). Según JACKSON y SHERMANN (1953), modificada.

Ind. Minerales secuencia

	Minerales de neoformación	Minerales Sedimentarios	Minerales de rocas ígneas y metamorf.
1	Yeso?	<u>Yeso</u> <u>Halita</u> otros	
2	<u>Calcita</u>	<u>Calcita</u> <u>Dolomita</u> Apatito <u>Fosforita</u>	<u>Calcita</u> <u>Dolomita</u>
3			<u>Olivino</u> Prx Anf.
4	Glauconita		<u>Biotita-Clorita.Mg</u> <u>Albita</u>
5			<u>Clorita</u> <u>Ortosa</u> <u>Anortita</u> <del>Ceolitas</del>
6	<u>Opalo</u>	<u>Cuarzo</u> Calcedonia Silex <u>Opalo</u>	<u>Cuarzo</u> Cristobolita
7		<u>Moscovita</u> etc.	<u>Moscovita</u> Sericita
8	Vermiculita 2:1 Arcillas hidratadas	Vermiculita?	
9	<u>Montmorillonita</u> + Saponita		

Tabla I-3 (Continuación)

Ind. Mineralea secuencia

	Minerales de neoformación	Minerales Sedimentarios	Minerales de rocas ígneas y metamorf.
10	<u>Caolinita</u> <u>Illita</u>		
11	Gibbisita Alofana Bohemita	"Bauxitas" y Lateritas Alofana	
12	<u>Goethita</u> (Limonita?) (Turita)	<u>Goethita</u> "Limonitas" <u>Hematites</u>	<u>Hematites</u> <u>Oligisto</u>
13		Anatasa Brookita Ilmenitas  Rutilo Corindon Leucóxeno <u>Magnetita-Pi- rita</u> (↗)	? <u>Circón</u> Ilmenita  Rutilo Corindon <u>Magnetita-Piri- ta</u> (↗)

Por su parte, BARSHAD (1964) y BREWER (1964) creen necesaria la homogeneidad de los materiales origen para establecer cálculos, en especial frente a minerales de la arcilla con posible iluviación. Se suele creer, -- desde la época de JENNY (1941) que es difícil distinguir la meteorización geológica de procesos puramente edáficos. Para ciertos autores, en especial geólogos, tales distinciones son especulativas. DOUCHAFOURT (1970) indica que en los suelos hay una meteorización pedológica -- (meteorización en sentido amplio) y una alteración o procesos edáficos, más ligados a influencias no estrictamente geológicas (acción de mat. orgánica, etc.).

De tales consideraciones, se deduce la enorme dificultad en distinguir la arcilla heredada de la que no lo es en los suelos, y naturalmente la identificación del doble juego  $\rightleftharpoons$  agradación  $\rightleftharpoons$  degradación en arcillas sedimentarias.

En los suelos, el cálculo de porcentajes de arcilla de neoformación es proporcional a la pérdida de materiales no arcillosos: BARSHAD (1964). Este cálculo es sin embargo delicado ya que intervienen factores no edáficos (geomorfológicos). También se pueden utilizar métodos químicos; por ejemplo, los inferidos de la distribución geoquímica de los oligoelementos en los perfiles de suelos, comparados con la roca originaria permiten deducir conclusiones sobre la iluviación, e incluso la posible aloctonía de los materiales pedológicos: OERST(1961) y TORRENT (1975) por ej. han sugerido su utilización, empleando datos geoquímicos de GOLDSCHMIDT (1954), KRAUS--KOF (1970), etc.

C A P I T U L O . I I

METODOS Y  
ANALISIS DE ARCILLAS  
MEDIANTE DIFRACCION-  
DE RAYOS-X



## PRIMERA PARTE

### 2-1.- INTRODUCCION

En razón a los objetivos propuestos para este trabajo, los métodos de estudio que esquematizamos a continuación son muy variados:

Métodos de campo: para la selección y toma de muestras en el campo, así como el estudio de perfiles ha sido necesario el levantamiento cartográfico de un mapa geológico a E 1:50.000. En el mismo, previa construcción de una red de puntos, se seleccionaron las zonas de mayor interés para el análisis directo de perfiles y toma de muestras en el campo.

Métodos de laboratorio: previa selección y estudio de los citados perfiles, las muestras han sido preparadas con distintos procedimientos según su posterior utilización. Las líneas fundamentales son:

Granulometrías mediante tamizado para el estudio sedimentológico; procedimientos de separación de la fracción arcilla, para su análisis mediante la difracción de R-X; observación bajo el microscopio petrográfico; y procedimientos de obtención de láminas delgadas de suelos y rocas, para su estudio micromorfológico, bajo microscopia de polarización.

Métodos de gabinete: se han aplicado para ciertos aspectos del análisis geomorfológico, diseño cartográfico, toma de fotografías y realización de las figuras que acompañan este trabajo.

## 2-2.- METODOS DE CAMPO

Se han seleccionado previamente unos puntos de muestreo con arreglo a los siguientes criterios:

- 1.- Los perfiles se agruparon en varias clases, según - las características litológicas, edafológicas y geomorfológicas del mismo, y además cuidando que en la red de muestreo no quedasen demasiado próximos aquellos que eran semejantes.
- 2.- La misma agrupación ya seleccionaba las propiedades o los aspectos mineralógicos de interés. Así muestras no edáficas interesaron más bien para dataciones y mineralogía de arcillas, y en caso de rocas de tríticas, para su estudio de las fracciones arenas.- En caso de suelos, los horizontes podían definir la posible contaminación, tanto de la microfauna como mineralogía; por lo cual se seleccionaban, cuidando la contaminación no actual.
- 3.- El problema de la contaminación ha sido tratado con especial cuidado. Las muestras se tomaron a una cierta profundidad en los sedimentos, y en el centro de los horizontes más representativos, una vez era expuesto a la superficie el perfil previa calicata profunda. (Hay que tener presente que la contaminación edáfica ha sido muy acusada cuando sobre las margas se desarrollan suelos de carácter vértico).
- 4.- En materiales de terrazas y depósitos aluviales, el muestreo ha sido más laborioso y completo, cuidando los siguientes detalles:
  - En todo momento cada horizonte debía ser reconocido como in situ, sin posible contaminación, y sin dudas respecto a su emplazamiento en el perfil. En caso pues de coluviones, si era de interés, se to-

maba muestra, pero conociendo previamente su carácter, bien por reconocimiento fotográfico previo -- (mediante el estereoscopio en el gabinete), bien -- por su estudio directo en el campo.

- El perfil seleccionado, debía estar sobre trincheras, calicatas o graveras existentes, con la mayor potencia posible de sedimentos o en caso de ausencia, realizar, una con suficiente profundidad (unos 1,5 m).
- Se ha tenido en cuenta la perturbadora acción humana, la presencia de industrias, etc.
- La superficie geomorfológica no debe haber sufrido erosión intensa, y se trata de evitar en lo posible los perfiles truncados.
- Ausencia de condiciones hidromórficas en especial en los suelos rojos.

Fundamentalmente se hicieron dos tomas paralelas: una para análisis mineralógico y otra, no siempre, mediante cajas metálicas del tipo Kubiena, para su posterior obtención de láminas delgadas.

En el caso de horizontes endurecidos debido a la sequedad u compacidad, o por la abundancia de material detrítico grosero (muy grueso), que hacía imposible la penetración de la caja, se arrancaron bloques con orientación natural conocida, que más tarde se fragmentaron cuidadosamente.

La descripción de perfiles de suelos se realizó con arreglo a los métodos internacionales propuestos por la F.A.O.

## 2-3.- MÉTODOS DE GABINETE

### Cartografía y mapas utilizados

La cartografía se ha levantado a partir de fotografías aéreas a escala aproximada de 1:30.000, mediante estereoscopia y su posterior paso a la escala 1:50.000 - con un equipo de transformación Aeroskesmaster de Zeiss. De esta cartografía se ha elaborado un esquema litológico a escala 1:200.000, utilizado como mapa de situación de muestras, y una base edafológica a idéntica escala para análogos fines.

Damos a continuación una lista de los mapas utilizados en este trabajo:

Base topográfica, referida a las hojas a escala 1:50.000 de nueva edición del Instituto Geográfico y Catastral, de números:

Santa María de Trassierra (922). Córdoba (923). Posadas (943). Espejo (944). Y además el mapa itinerario a escala 1:30.000 Provincia de Córdoba, mapa de la Diputación Provincial y C.A.

Se utilizaron dos colecciones de fotografías -- aéreas: una convencional de tipo pancromático (escala -- 1:30.000 aproximadamente) según vuelos de 1.957, y otra en el espectro de infrarrojos (de escala 1:25.000 aproximadamente) de determinados sectores, propiedad de la Jefatura Agronómica de la Provincia.

La base geológica y litológica ha sido tomada - de las siguientes hojas y mapas del I.G.M.E.:

Mapa Geológico de la Península Ibérica escala - 1:1.000.000, del E.G.M.E. 1965.

Mapa de Síntesis de la Cartografía Existente: - hojas de Córdoba, nº 76, y Jaén, nº 77; escala 1:200.000

(con memorias respectivas de FONTBOTE y GARCIA DUEÑAS, - 1971). Mapa Litológico Nacional escala 1:400.000, por -- ORIOL RIBA, I.G.M.E., (1970).

Hojas geológicas del IGM, a escala 1:50.000, -- ediciones antiguas; Posadas, 943, (1931); Bujalance, 924, (1950); Castro del Rio, 945, (1952); Espejo, 944, (1955).

Hojas de nueva edición, plan MAGNA, del IGME de: Montoro, 903, (1972); y Santa María de Trassierra, 922, - (1972), y Bujalance, 924 (1975).

Fué consultado además el Proyecto Hidrogeológico del Guadalquivir, F.A.O., IGME, 1970, (inédito): hoja de Andújar nº 904.

Para el mapa de suelos se tomó como base los si guientes mapas: Mapa de Suelos de España, E. 1:1.000.000 de I.E.F.V., C.S.I.C. (1968), Mapa de Suelos del Estudio Agrobiológico de la Provincia de Córdoba, E.1:250.000 - (1965).

Naturalmente se ha tenido en cuenta, dos aspectos esenciales de los mapas de suelos: a) la escala del mapa condiciona la fidelidad del mismo, por lo que el ma pa de España es solamente informativo, y el de Córdoba a escala 1:250.000 tienen preferentemente un valor regio-- nal, sin posibilidad de exigencias de mayores detalles;- y b) el sistema de clasificación empleado, que conduce - en ocasiones a nomenclaturas ambivalentes y a un número- variable de subdivisiones en la categoría taxonómica, - que dependen de las necesidades de sistetización en cada caso o del volumen de datos reales e información.

## 2-4.- METODOS EXPERIMENTALES

Los métodos de estudio de carácter experimental han sido esencialmente tres en función de las características mineralógicas y del tamaño de partículas de cada fracción. Los tres métodos considerados son:

- Métodos de estudio de la Fracción arcillosa, inferior a 2 micras : extendidos a los limos.
- Métodos de análisis de la Fracción arena.
- Métodos y técnicas de la Micromorfología de Suelos.

### 2-4.1. METODOS DE ESTUDIO DE LA FRACCION ARCILLA, INFERIOR A 2 MICRAS

Analizamos las técnicas y métodos de preparación de muestras para su posterior análisis mediante Difracción de Rayos X.

Para cada muestra se ha seguido un método complejo y extremadamente largo, donde el principio esencial era la completa separación entre las fracciones menor de 2  $\mu$  y limos y arenas. En esquema las diferentes fases realizadas son:

- a) separación de fracciones y dispersión de partículas individuales.
- b) homogeneización del catión de cambio, y pretratamientos.
- c) Obtención de agregados, para Difracción de R-X.
- d) Microscopía electrónica.

Se verán más adelante las cuestiones sobre análisis cuantitativo y cualitativo, así también, sobre diferentes medidas de interés, para el estudio genético de los minerales de la arcilla, tales como índices de cristalinidad de las illitas, etc, realizados a partir de los diagramas de Difracción de R-X.

#### SEPARACION DE FRACCIONES Y DISPERSION DE PARTICULAS INDIVIDUALES

Para la separación de fracciones y su ulterior estudio por Difracción de R-X, se ha seguido un proceso laborioso, recopilado por BLACK en (Methods of soil Analysis, BLACK ed. 1965), y descrito ampliamente por JACKSON (1956), y WHITE and JACKSON (1947), muy especialmente; y entre otros métodos descritos por: GIESEKING (1939) MACEWAN (1944), BRADLEY (1945), MACEWAN (1946), BRADLEY (1947), BARSHAD (1950), WALKER (1950).

Así mismo encontramos referencias a procedimientos semejantes, en: CAILLERE et HENIN (1963), RICH and KUNZE (A symposium 1964), QUAKERNAAT (1968), DUNOYER DE SEGONZAC (1969), VOINOVITCH, ed. (1971), y otros: MARTIN-VIVALDI y RODRIGUEZ-GALLEGO (1961).

Describimos someramente este método:

Previa molturación por rodillo y tamizado, para eliminar partículas mayores de 2 mm (frac. grava), se procede al pesaje, utilizando cantidades ligeramente diferentes a las indicadas por JACKSON (1956), ya que se consideró excesiva, la cantidad sugerida para las muestras de suelos francos y arenosos, una vez iniciados los procesos de separación.

Realizados pues ensayos, sobre nueve muestras, de carácter conocido (arcillosas, arenosas, etc) y escogidas diversas pesadas, se llegó a unas cifras óptimas:

muestra arcillosa 20 gr.

muestra arenosa 60 gr.

valores intermedios para los casos mixtos.

Eliminación de carbonatos y materia orgánica: - pesada ya la fracción es tratada mediante agentes dispersivos, para conseguir la completa separación de partículas menores a  $2 \mu$ , ya que ellas se aglutinan con facilidad o flocculan; en efecto las tres causas más importantes de este hecho son: la presencia de cationes  $Ca^{++}$ , de materia orgánica y la influencia de la acidez; es por ello que se ataca mediante acetato sódico 1 N en medio ácido y agua oxigenada al 30%.

AGUILERA y JACKSON (1953), estudia la acción del pH sobre las soluciones para favorecer la dispersión de partículas, y MEHRA and JACKSON (1960), han comprobado la acción del  $CO_3 HNa$  sobre la variación del PH de las dispersiones. Por otro lado, se utilizan diferentes dispersantes, el más conocido es el "calgón" o solución 6 N de metafosfato sódico,  $PO_3 Na$ , en especial desde KIT TRICK and JACKSON (1954 y 1955).

En síntesis se efectúan las siguientes fases:

a) ataque en caliente con acetato sódico 1 N (pH 5). Dicho ataque se realiza al baño maría, no superior a  $100^\circ$  durante 30 minutos. Se lava dos veces más con acetato centrifugando en cada caso, finalmente previo enjuague, la muestra queda preparada para la siguiente fase.

En los casos de muestra francamente carbonada como margas, margocalizas, horizontes cálcicos en suelos, etc. se suma al tratamiento un ataque previo de ácido clorhídrico, calculándose su normalidad para no provocar destrucciones en los minerales de la arcilla más sensibles como esmectitas, cloritas y fibrosos.



b) destrucción de la materia orgánica: la pasta obtenida por evaporación con alta concentración de partículas minerales, es atacada mediante  $H_2O_2$  al 30% a 10 minutos a  $60^\circ$  ó  $70^\circ C$  y se mantiene en reposo durante dos horas. Después de evaporar se lava con  $Cl Na$  1 N y 0,1 N - respectivamente, centrifugando en ambas, utilizando alícuotas de 50 ml. Se concluye con un lavado de agua y nuevo centrifugado. De aquí se pasa a la batidora y después tiene lugar la separación de la arena, mediante tamiz de 300 mallas, o 50 micras. La suspensión resultante se recoge en vaso grande, y se efectúa la separación de limo y arcilla, mediante centrifugación, mientras que la arena es pesada en cápsula tarada, y guardada para su posterior estudio.

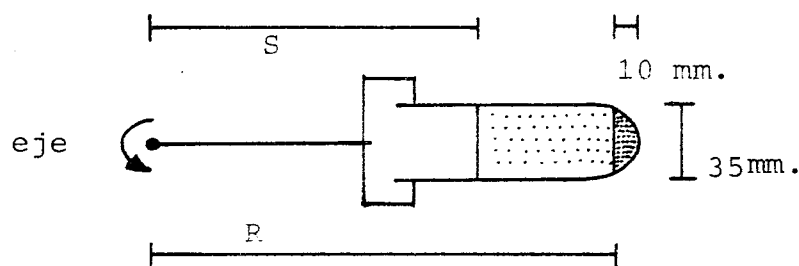
c) la separación de partículas de diámetro fino es abordada por diversos autores de forma distinta, pero atendiendo todos al mismo principio: Ley de STOKES. Así, por ejemplo, QUAKERNAAT (1968), deja precipitar en tubos de 400 ml, durante 24 horas, con lo que obtiene, una suspensión de 7,5 cm de altura con partículas de diámetro inferior a una micra. Generalmente es frecuente dejar en reposo un mínimo de 8 horas, para que se complete la sedimentación de limos. Así mismo suele emplearse el método del densímetro, como comprobación del tiempo de reposo indicado antes.

Un inconveniente de este método de separación, es el tiempo excesivo que requiere para la sedimentación además de exigir una cierta estabilidad térmica. Como muy bien hemos comprobado, el sedimento después de 24 horas, contiene partículas de arcilla, y la separación no es completa. Para obviar este inconveniente, el sedimento y unos pocos centímetros de altura de la suspensión; han sido centrifugados con arreglo a las normas dadas por TANNER y JACKSON (1947) y JACKSON (1956), para una centrífuga universal nº 2.

De acuerdo con ellos, el tiempo requerido, para varias velocidades de centrifugados, y temperaturas para la sedimentación de partículas, empleando una centrifuga de tipo universal, equipada con tubos de 100 ml, de 10cm de suspensión y un centímetro de sedimento, responde a la fórmula:

$$t = Kc \frac{\log \frac{R}{S}}{N^2 \cdot D^2}$$

siendo t el tiempo en segundos, N las revoluciones p.m. D el diámetro en centímetros, Kc una constante, para la centrifuga internacional n° 2 y S y R las distancias respectivas del eje de centrifuga a la superficie y fondo de la suspensión, tal como se indica en el esquema.



Dicho tiempo puede conocerse, mediante un nomográfico que relaciona diámetro de partículas, revoluciones p.m. y tiempo de sedimentación, según exponen TANNER y JACKSON (1947). Es necesario multiplicar por el factor de corrección de la temperatura, escogiendo para la gravedad específica de las partículas (densidad), un valor medio de 2,65 gr/cc.

Se ha empleado pues la sedimentación mediante centrifugas, Universales Christ de Heraeus de cabeza horizontal y equipada con tubos de 100 ml pobel y una velocidad de 1.000 revoluciones por minuto. En ellas empleando 5 gr. de muestra en 50 ml de agua, el tiempo deducido

por la ecuación y el nomográfico ha sido de 135 sg, a -- 20°C y una densidad de partículas de 2,5. Si la temperatura era de 25°C y para una densidad de partículas de - 2,65 se obtiene un tiempo, previa corrección del factor de temperatura de 109 sg. Por cada alicuota de 5 gr. la altura del tubo es de 5,6 cm. Si el nomograma da un tiempo de 135 sg., la corrección del factor de temperatura es:

$$t \cdot C_T = 135 \times 0,808 = 109 \text{ sg}$$

Se centrifuga pues durante 109 sg. más un 50% de este valor, a partir del momento en que se alcanzan las 1.000 - revoluciones. Naturalmente el tiempo dado por el gnomograma puede deducirse para otra relación de centrifuga R/S, y por otras cantidades de líquido. Después el líquido sobrenadante contiene solamente la fracción menor de 2  $\mu$ , y el precipitado previa suspensión se vuelve a centrifugar nuevamente por lo menos tres veces más pero sin - - aumentar el 50% del tiempo calculado. El proceso aunque laborioso se ha comprobado que es muy eficaz.

Como nota aclaratoria, se estima en 2,65 la densidad media de las partículas de arcilla, calculada experimentalmente en muestras de arcilla desecadas a 105°C y de la comparación con las cifras de densidades publicadas por DEER, HOWIE and ZUSSMAN (1962):

Tabla de intervalos de densidades para algunas familias de minerales de la arcilla de aut. cit,

Kaolinita - 2.61 - 2.68

Montmorillonita - 2 ~ 3 (+ 1,99)

Vermiculita ~ 2.3

Si el volumen de suspensión era excesivo para la repartición en tubos de centrifuga, antes de separar el limo de la arcilla se ha dejado reposar durante 8 ho-

ras por cada 10 cm. de profundidad, y en ocasiones incluso se ha permitido la sedimentación de partículas de arcilla y la lenta evaporación del líquido durante 48 horas, después de lo cual se centrifuga, según lo explicado.

La fracción limo, previo pesaje en cápsula tarada se guarda, para un ulterior estudio si es necesario.

El peso de la fracción arcilla se deduce por diferencia del peso total, menos el correspondiente a los diámetros mayores.

#### HOMOGENEIZACION DEL CATION DE CAMBIO Y PRETRATAMIENTOS

Es bien conocido la influencia del catión de cambio en la intensidad de las reflexiones basales [001] de la montmorillonita, puesto de manifiesto por DYAL y HENDRICKS (1952) y por KITTRICK (1961). MARTIN VIVALDI y Col (1968), observaron la importancia de la homogeneización del catión de cambio, ya que permite una sistemática comparación de todas las muestras estudiadas, manteniendo constantes las condiciones experimentales del equipo de R-X, con ello se evitan los errores que el catión interlamilar puede introducir en la estimación cuantitativa. Por este motivo, se procede a la homogeneización del catión de cambio, de forma sistemática en la totalidad de las muestras de estudio, mediante la saturación con Mg, de alicuotas homogéneas de unos 25 ml. Previo ajuste del pH a 7, utilizando Cl H 0,1 N se procede a la saturación de Cl<sub>2</sub>Mg 5 N en exceso, y permitiendo que el material floculado sedimentara, la operación se repite con Cl<sub>2</sub>Mg 1 N y se centrifuga, la última fase es el lavado y eliminación del exceso de sal, con agua, alcohol metílico, y acetona en el caso de que la reedispersión presentara problemas, comprobada la ausencia de - -

iones  $\text{Cl}^-$  (comprobado en el líquido sobrenadante con  $\text{NO}_3\text{Ag}$ ) se procede a la preparación de una lámina de agregado orientado.

#### Saturación con Etilen Glicol:

Sistemáticamente se ha procedido a la saturación en E.G. (Etilen Glicol), de los agregados orientados, homogeneizados previamente. Esta glicolación se ha efectuado después de obtener el diagrama correspondiente a la lámina de Mg. Colocando las láminas boca-abajo, dispuestas sobre un trípode metálico construido para este fin, y con capacidad para diez láminas. Bajo dicho trípode se colocaba una cápsula con E.G. y todo ello encerrado en campana de desecación y colocado en la estufa a  $60^\circ$  durante 24 horas, y ocasionalmente se realizan dos láminas una a 24 horas, y otra a 48 horas de E.G.

En determinados casos se ha realizado, la saturación con Dimetil Sulfoxilo  $\text{C}_2\text{H}_6\text{SO}$  (DMSO) con objeto de formar el complejo kaolinita-DMSO, para su identificación; tal como expresa GONZALEZ GARCIA (1961). GONZALEZ-GARCIA y col (1968), demuestran que el DMSO forma complejos con minerales expansibles, dando lugar a picos característicos que permiten su identificación. La saturación se realiza en láminas orientadas, en idéntico dispositivo que para la saturación con Etilen Glicol, atmósfera de DMSO durante 24 horas a  $80^\circ\text{C}$ , y ocasionalmente hasta 48 horas.

Hay que tener presente que la acción del DMSO es progresiva y la expansión de ciertas láminas filosilicatadas aumenta con el tiempo de actuación. M. VIVALDI (1972). R. GALLEG0 (1974), (com. personal).

#### Calentamiento de muestras:

Después de los análisis por Difracción de las láminas, se ha llevado a cabo el calentamiento de las mismas, colocándolas en un horno mufla sobre capa de asbes

to y a una altura próxima a la del pirómetro, fuera pues del contacto con el fondo del horno, siempre más caliente, y utilizando una identificación en los portas, indeleble a las altas temperaturas. Se ha calentado durante - 2 horas a 550°C. El análisis por difracción se efectúa - de inmediato, manteniendo las láminas mientras se en -- frían en un desecador, para evitar la posible rehidratación de algunos minerales, en especial la vermiculita, - (RODRIGUEZ GALLEGO 1975). No obstante el proceso de rehi dratación no creemos que se efectue excesivamente rápido al menos durante los primeros 15 minutos en que se efectua el barrido a bajos ángulos.

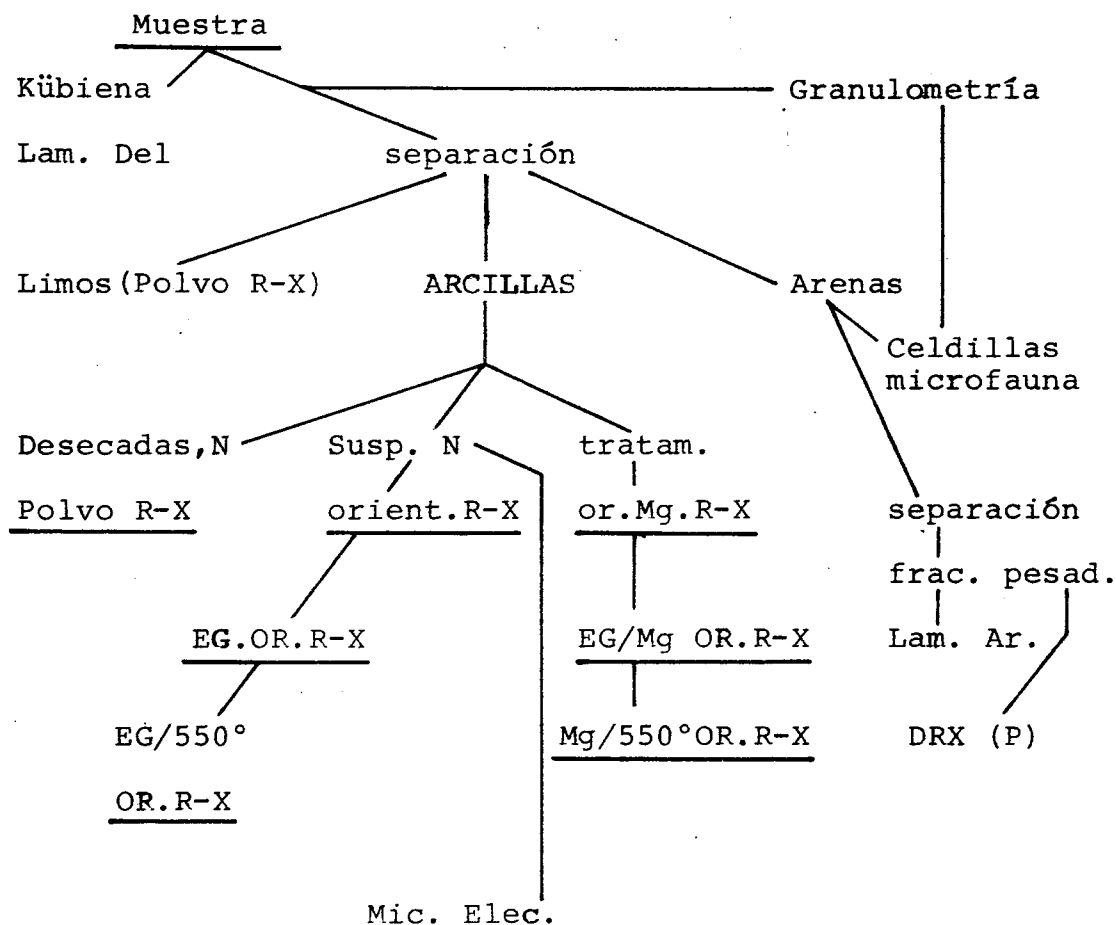
En ocasiones se ha utilizado el ataque por ácido de las suspensiones. Así especialmente mediante Sulfúrico al 30%, hirviendo durante 20 minutos; después de - efectuar el lavado son expuestas a la atmósfera de E.G., en agregados orientados, según el método de MARTIN VIVALDI y RODRIGUEZ GALLEGO (1961). A veces se ha realizado - ataque por clorhídrico 2 N, 1 hora hirviendo.

La suspensión N, no saturada ni homogeneizado - el catión de cambio tras realizar un agregado orientado - es en parte archivada con alto grado de concentración, y en parte desecada al aire en cápsulas y triturada en mortero de ágata hasta obtención de un polvo, que previo ta mizado con tamiz de 50 micras, se utiliza para los dia-- gramas de polvo.

#### OBTENCION DE AGREGADOS PARA DIFRACCION DE RAYOS - X

En todos los casos se han obtenido láminas de - agregados orientados: sobre un porta de vidrio de forma rectangular de 24 x 48 cm colocado horizontalmente , la suspensión es secada al aire bajo un control riguroso de la temperatura ambiente (20 a 25°) y la humedad relativa (30%) y en especial de la movilidad del aire, (bajo campana).

Se han preparado con arreglo al esquema adjunto las siguientes láminas:



En ocasiones y en especial en algunas muestras de suelos rojos, de alto contenido en cationes férricos, se ha tratado de eliminar el hierro, mediante bicarbonato-ditionito-citrato, según el método MEHRA y JACKSON -- (1960).

La preparación de láminas de arcillas en agregados orientados se realiza a concentraciones relativamente bajas, casi siempre del orden del 1 al 2% en gr. de arcilla en la suspensión.

La orientabilidad, suele expresarse mediante la relación de intensidades de las reflexiones (001) y (060) cuyo valor teórico para muestras no orientadas, es de -- 3.90, según BRINDLEY and KURTOSSY (1961) y LENZ and KRÄMER (1966); y que en muestras con un grado de orientación superior al 50% es ya indeterminable (por desaparición de las reflexiones (060) en muestras orientadas) - (QUAKERNAAT 1968).

Se ha visto, que las concentraciones indicadas entre el 1% y el 5%, son óptimas en la mayoría de los casos, para conseguir una buena relación pico-fondo y alta orientación.

Se ha tenido en cuenta en razón a las diferencias morfológicas de los cristales, la capacidad o tendencia mayor o menor, de los minerales de la arcilla a la orientación, para las estimaciones cuantitativas; y de acuerdo con RODRIGUEZ GALLEGO y MARTIN POZAS (1971), hemos aceptado las siguientes cifras indicativas del grado de orientación de algunos minerales: multiplicando el valor de la intensidad obtenida en los diagramas por el factor que se expone en esta tabla:

Tabla II-1	Reflexión	Grado orient.	Factor de orient.
Caolinita	001	72 %	0.75 (1)
Clorita	001	61 %	0.6
Vermiculita	002	64 %	0.65
Montmorillonita	001	68 %	0.7
Sepiolita	110	60 %	0.6

(1) Realmente son función del método de preparación del A. Orientado.



Las preparaciones no orientadas (diagramas de -- polvo), se han conseguido por los métodos usuales, sobre un porta standard metálico de Philips. Cuando la cantidad de polvo era poca se extendía sobre el porta, previamente lleno de una sustancia isótropa a la radiación; por ejemplo gel de sílice. Igualmente se puede conseguir un buen grado de desorden extendiendo una pasta muy delgada sobre portas de vidrio mateados por desbaste en polvo de carburo de n<sup>o</sup> 300. También puede usarse el procedimiento de -- QUAKERNAAT (1968) en portas metálicos por impresión de -- una superficie grabada.

Hemos tenido en cuenta las características de -- grado de orientación, selectividad mineral, etc. para la comparación de los resultados cuantitativos. Véase la tabla II-2

TIPO	POLVO	PASTA	ORIENTADO
% mgr/susp.	>150-30	~10% +	5-1%
Preparación	seco al aire	Suspensiones secas al aire	
Homogeneidad de los compon.	Homogénea	homog.	ligera selectividad
Indice orient.	3.9-3.2	indeterminable	
Grado orient. (factor)	0.1-0.3	0.5-0.7 ~ 0.8	
Intensidad (001)	baja	alta	muy alta
Reproductividad de (001)	baja-moderada-buena		buena
Aplicación	series (hkl) no basales, (060)	series (001)	cuantitativo Indices cristalin. series no basales (trans)

Tabla de QUAKERNAAT (1968) modificada. II-2

#### 2-4.2. MICROSCOPICA ELECTRONICA

Una vez obtenidos los diagramas de Difracción - se han seleccionado algunas muestras representativas de minerales característicos, para su estudio mediante microscopía electrónica. La técnica de preparación de las muestras ha partido de la suspensión natural de la fracción inferior a  $2 \mu$ , previa dilución hasta 1% o incluso 0,5 % en agua destilada. Se ha utilizado la técnica clásica sobre portas de colodión al vacío y observado mediante un microscopio electrónico (1), obteniéndose diversas fotografías que se exponen en su capítulo correspondiente. Para su identificación se han seguido las indicaciones y fotografías expuestas por diversos autores; así por ejemplo BORST and KELLER (1969), GREENLAND and WILKINSON (1969), GRIM (1968), NOBLE, WINDLE and GOLLEY (1972/73) así como observaciones personales de RODRIGUEZ GALLEGO (1976).

#### 2-4.3. ANALISIS GRANULOMETRICO

Hemos atendido a bibliografía clásica y monografías recientes: GRABAU 1913, UDDEN 1914, WENTWORTH 1922, 1933, CAILLEUX 1929, KRUMBEIN 1934, 1939, Proyect. A.P.I. 1951, etc.

Los sistemas de clasificación y distribución de partículas estudiados en este trabajo se basan en los diagramas de clasificación de escala log-normal mediante curvas acumulativas (KRUMBEIN and PETTIJOHN 1938, y op. cit. entre otros). Para los sedimentos se han utilizado-

---

(1) tipo transmisión

gráficas de tipo diagramas C-M de PASSEGA 1957 y 1964, y mediante curvas de distribución de probabilidad (VISHER-1969). Para la clasificación de rocas y sedimentos se ha seguido representaciones y sistemáticas de acuerdo con - PETTIJOHN 1957, FOLK 1954 y 1968, y PETTIJOHN, POTTERS - and SIEVER, 1973.

Tanto en suelos como en sedimentos en la clasificación de arena, limo y arcilla, se utilizan los diagramas triangulares de clasificación de texturas, adoptados por el U.S.D.A.F. 1951.

Las curvas granulométricas se han obtenido por tamizado en juego de tamices de luz de malla progresiva y standarizada según el A.S.T.M. y en una tamizadora-vibradora ORTO. Normalmente se usan ocho tamices con luces extremas de 2.5 cm. hasta 0.03 mm. variándose estos límites cuando se cree necesario. Para la mejor separación de fracciones se ha lavado la muestra bajo ducha de agua, calculándose el peso de arcilla + limo perdidos. El % de limo y arcilla se calcula aparte mediante el método de la pipeta de PIPER, 1950 y otros, o mediante tamiz de nylon de 0.003 mm.

#### 2-4.4. METODOS DE ESTUDIO DE LA FRACCION ARENA Y LAMINAS DELGADAS DE ROCAS

Para las láminas de rocas se ha utilizado el procedimiento usual, mediante corte, desbastado, y pulido hasta conseguir láminas de 20 a 30 micras de espesor, y fijas a vidrios porta mediante Bálsamo del Canadá o resinas plásticas de índice de Refracción controlado.

En el caso de sedimentos incoherentes, para evitar el desmenuzamiento y pérdida de granos, y ocasionalmente con arenas sueltas de diámetro no inferior a ~0.10

mm., se utiliza resina plástica por oclusión (embutido), de forma análoga a las muestras de suelos.

La preparación más usual de láminas de arenas sueltas, consiste en el montaje directo en Bálsamo del Canadá sobre un porta, de las partículas de la fracción 0.15 a 0.05 mm, (ocasionalmente superiores a 0.15 mm.), - previamente lavadas y carentes de patinas. (En casos especiales se han realizado montajes no permanentes de partículas aisladas en líquidos de índice de Refracción conocido).

A partir de las fracciones arena superiores a 0.15 mm. y mediante el binocular estereoscópico se han separado para su montaje en celdillas adecuadas los microfósiles encontrados.

## 2.4-5. METODOS Y TECNICAS DE LA MICROMORFOLOGIA DE SUELOS

Como hemos mencionado en la revisión bibliográfica (apdo 1-6), el estudio de láminas delgadas de suelos mediante la microscopía de polarización supone un importante avance en el conocimiento de las relaciones estructurales y texturales de los componentes sólidos del suelo. El análisis micromorfológico puede aplicarse a sedimentos incoherentes, BURNHAM, 1970.

Así pues, para los suelos se ha seguido, el método de la impregnación al vacío, por oclusión de muestras inalteradas de suelos, recogidas en el campo mediante caja especial, y su posterior cortado, adelgazamiento y pulido de láminas de 20 a 30 micras de espesor. Estos procedimientos son descritos con diversas variantes desde la publicación por KÜBIENA del empleo de resinas naturales, (1938, 1958). La utilización de plásticos, fué sugerida desde el 1947 (BOURBEAU-BERGER). Tras numerosos intentos y ensayos con diversas resinas, BREWER (1964) expone y recopila un procedimiento bastante aceptable para la obtención de buenas láminas delgadas. Desde entonces los ensayos, se han repetido prácticamente sin modificaciones importantes, : MAARLEVELD (1965), BLOKHUIS, -- (1968), INNES and PLUTH (1970), OSMOND and BULOW (edit.- 1970), BENAYAS, (1971 y com. personal, 1971), BELLINFANTE (com. personal 1971), Metal Digest pub. de Buehler -- Ltd. (1971). Para este trabajo, y después de algunas consultas, ensayos de resinas, sistemas abrasivos, sistemas de refrigeración en el equipo de corte y desbastado de las láminas y campanas de vacío, hemos seguido el siguiente procedimiento:

a) toma de muestras. En cajas Kübiena de duraluminio, KÜBIENA (1938 y 1958), BREWER (1964), o cajas "Refega", REFEGA (1971), más fáciles de transportar y de se

llar con parafina (cilindros metálicos de 8 cm de altura y 6 cm de diámetro).

b) en el laboratorio son desecadas durante 15 a 30 días como mínimo, muy lentamente para evitar la aparición de grietas de retracción. Normalmente las muestras se obtuvieron, durante la estación estival.

c) una vez perfectamente secas son embutidas por oclusión bajo campana de vacío en resina plástica. Se utiliza una bomba de más de 10 mm de mercurio de altura con control manométrico, a la que se adapta en batería un sistema de 6 campanas de desecación de tamaño medio a grande, y con capacidad total de hasta 30 cajas. (En todo caso no puede ser el número de campanas alto, ya que el vacío - - pierde eficacia).

Se utilizó una resina plástica del tipo POLITYPE BH, con activador de Naftenato de Co, y acelerador de benz, proporcionados por la casa comercial. Por la curva de curado y gelificación, o paso a gel, se calcularon los tiempos y cantidades de acelerador y activador para distintos tipos de suelos y sedimentos:

Sedimento o suelo arenoso (rojos)	= 1-2 semanas
Sedimento o suelo arcilloso (vérticos)	= 3-5 semanas

Las láminas son cubiertas con cubre de vidrio mediante idéntica resina.

Durante las fases de corte y pulido, se utilizaron una Cortadora-desbastadora DIAMANT-BOARTH, de discos y muela de diamante y una Pulidora de Baja velocidad de BUEHLER Co. L., con monoplato de bronce.

A pesar de la bondad de características mecánicas y de transparencia óptica de la resina, ha presentado problemas de envejecimiento ocasionalmente.

d) Una vez concluida la polimerización, los bloques son cortados, adelgazados y pulidos por el procedimiento usual mediante carborundo y con petróleo como lubricante. (Durante todo el proceso se ha tenido en cuenta la orientación original de la muestra del suelo, en el campo). La fase del pulido final se hace a mano, sobre vidrio deslustrado plano, con carborundo, y polvo de alumina.

El estudio de las láminas delgadas tanto de suelos como rocas y sedimentos se ha efectuado mediante Microscopio Petrográfico, Fotomicroscopio II Pol, de ZEISS, provisto en ocasiones de platina Universal, con revólver de 5 objetivos, de 2.5, 10, 25, 40, 100 aumentos, (el último de inmersión), que con el sistema ocular permite desde 25 hasta 1.600 aumentos. Para la obtención de las fotografías mediante dicho fotomicroscopio, se han utilizado los aumentos más favorables según el fin de las mismas -- (25x, 80 y 200x), y película de diapositiva (previa corrección de la temperatura de color con filtros azules de inversión), universal Kodak, de las que se han sacado copias en color o en blanco y negro, de granulado y sensibilidad especiales para este fin.

El estudio de las arenas se ha realizado previamente con Microscopio Estereoscopio binocular, de tipo ZOOM, de NIKON, y después, una vez montadas en láminas de vidrio, bajo el Fotomicroscopio ZEISS, mediante el cual se realizaron las microfotografías de arenas. Ocasionalmente se adaptó una cámara NIKORMAT al Fotomicroscopio.

Para el análisis cuantitativo de porcentajes de huecos, minerales y plasma arcilloso, así como algunos contajes dimensionales se utilizó el equipo de MICROVIDEO MAT de ZEISS (1), con circuito de televisión Siemens --

---

(1): Equipo de la cátedra Edafología, Fac. Farmacia, Universidad de Granada.

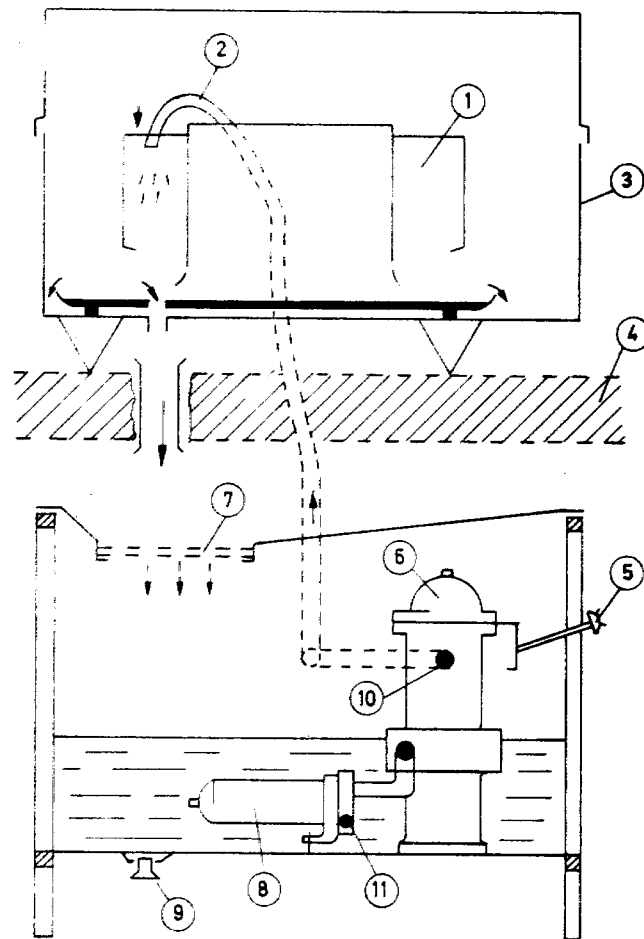
e integrador automático montado sobre un Fotomicroscopio-ZEISS.

Se han realizado, con objeto de sustituir el líquido refrigerante en el equipo de corte y preparación de las láminas, las siguientes adaptaciones:

La máquina de corte y desbastado, de la Diamant-Boarth, se ha colocado sobre una carcasa metálica, móvil, que contiene en su interior una bomba centrífuga de 1/4 - de H.P., a la que se le ha adaptado un filtro de aceite - de alta velocidad, sobre la válvula de absorción; todo el sistema bomba-filtro, es inmerso en el aceite de refrigeración, cuya reincorporación desde la máquina cortadora, es previamente filtrada por una rejilla metálica. El esquema del equipo de refrigeración es descrito en la figura 2.



ESQUEMA DEL EQUIPO CORTADORA-DESBASTADORA  
CON SISTEMA DE REFRIGERACION POR ACEITE DE  
CIRCUITO CERRADO.



- 1- Máquina Cortadora - DIAMANT-BOART
- 2- Circuito de refrigeración
- 3- Sistema protector - salpicadero
- 4- Mesa laboratorio (poyeta)
- 5- Interruptor de la bomba 6
- 6- Bomba centrífuga (1/8 C.V. para  $\approx 4\text{l/m}/2\text{m}$ )
- 7- Placas filtrantes en la tapa del equipo - bomba
- 8- Filtro de aceite
- 9- Tapón de desagüe
- 10- Salida del líquido refrigerante
- 11- Entrada " " "

FIG. 2

2-5. SEGUNDA PARTE

ANALISIS DE LAS ARCI  
LLAS MEDIANTE DIFRAC  
CION DE RAYOS-X.

## 2-5.- SEGUNDA PARTE

### 2-5-1.- CONDICIONES EXPERIMENTALES DEL EQUIPO DE DIFRAC- CION DE R-X.

Las condiciones experimentales para el estudio de las arcillas, mediante la Difracción de R-X, han sido las siguientes:

Se ha utilizado un equipo difractométrico de -- Philips, modelo PW 1130, de 3 Kw, con goniómetro verti -- cal, PW 1050/25, y circuito panel PW 1370.

Diversas pruebas aconsejaron el empleo de 30 Kv y 28 mA, con objeto de obtener una buena relación pico--fondo; en diagramas naturales orientados se utilizó -- 30 Kv y 32 mA, siendo en todos los casos de 3 Kw la po--tencia de salida del generador. El equipo va previsto de un contador Xe-proporcional, y el registro se obtuvo, me--diante un Recorder PM 8000, horizontal, sobre papel grá--fico especial. El tubo de radiación es de cobre.

Con objeto de obtener el máximo rendimiento de la radiación, se ha utilizado, previos ensayos, las si--guientes condiciones de detección y registro:

Nivel de energía (o voltaje de salida), HV =634  
ventana de energía (window) = 124, que se utiliza con -- una discriminación de 10-100, lo cual significa el apro--vechamiento del 90% de la radiación característica. Lo--we level, o nivel mínimo de energía = 212. El tiempo -- constante es de 4 sec. y la sensibilidad o atenuación es  $x = 5$ , previa regulación de la curva  $\frac{C}{S}/(L.l.+w.)$ .

La anchura y amplitud del haz de radiación, y -- en razón al tamaño de las láminas (25 mm), se ha emplea--do mediante rendija de salida de 1° a 2° según los casos, -- y rendijas entre la muestra y el detector de 1° y 0,2°.- Filtros de níquel de absorción se intercalan entre el tu--bo y la muestra, y esta y el detector. En muestras con --

alto contenido en Fe se intercala además un filtro de vanadio junto al detector.

En los análisis de rutina puede emplearse una - velocidad del goniómetro de  $2^\circ\theta/\text{minuto}$ , y una velocidad del registro del papel de  $20 \text{ mm}/\text{minuto}$ , pero la identificación precisa de espaciados altos, se ha realizado a una velocidad de  $0.5^\circ \theta/\text{minuto}$ , y una velocidad de papel de  $5 \text{ mm}/\text{minuto}$  (u ocasionalmente a  $10 \text{ mm}/\text{minuto}$ ); estas velocidades dependen del tipo de análisis, y las lentas - son especialmente aptas para el análisis cuantitativo. - En el papel registrador  $1^\circ(2\theta)$  corresponde a  $1 \text{ cm}$  y la medida del pico se toma con error de  $\pm 0.5 \text{ mm}$ ; naturalmente el error en la conversión a valores en  $\text{\AA}$ , mediante - las tablas de la solución de BRAGG, es mayor hacia ángulos pequeños. Se efectuó una medida de reproductividad y precisión del goniómetro para ángulos bajos mediante una pastilla de colesterol (cuya reflexión (010) es de - -  $33.6 \text{\AA} = 2.63^\circ\theta$ ) y para ángulos altos, mediante pastilla de sílice.

En función del tipo de muestra, su grado de - - orientación, y capacidad de reflexión de la misma, se ha utilizado un range C.P.S. que oscila entre  $2 \times 10^2$  (para los agregados de polvo no orientados) y  $1 \times 10^3$  (para - los agregados bien orientados). En ocasiones la zona de ángulos bajos es barrida a C.P.S. de  $4 \times 10^2$  y  $1 \times 10^3$ , - si la anterior sensibilidad, permitía que los picos se - salieran fuera del papel del registro. Sin embargo para el análisis cuantitativo se han mantenido siempre igualdad de condiciones.

Las zonas exploradas han sido para cada tratamiento, las siguientes:

Diagramas de polvo no orientados: de  $2^\circ\theta$  a  $65^\circ\theta$

Diagramas orientados sin tratamientos (N), con  $Mg^{++}$  y con EG: de  $2^\circ\theta$  a  $50^\circ\theta$

Diagramas calentados a  $550^\circ$ : de  $2^\circ\theta$  a  $35^\circ\theta$

Diagramas con DMSO: de  $2^\circ\theta$  a  $35^\circ\theta$

Diagramas de  $SO_4H_2$ /EG: de  $2^\circ\theta$  a  $30^\circ\theta$

Con objeto de comprobar la reproductividad y -- fiabilidad de los análisis, se han hecho comprobaciones, cada 200 a 300 diagramas.

## 2-5-2.- ANALISIS CUALITATIVO

### 2-5-2.1. INTRODUCCION

Para el reconocimiento de los diversos minerales, presentes en cada muestra, se tienen en cuenta los datos de Difracción de R-X de muy diversas fuentes, que resumimos a continuación:

BRINDLEY, 1951 y 1961; BRADLEY, 1945; BRAMAO, CADY, HENDRICKS y SWERDLOW, 1952 (este último sobre kaolines); BRINDLEY y MACEWAN, 1953; GRIM, 1953 y 1962; URBAN, 1954; JASMUND, 1955; BRINDLEY y GILLERY, 1956 (especial para cloritas); DU RIETZ y ZUSSMAN, 1956; WEAVER, 1956; LUCAS, CAMET y MILLOT, 1959; SUDO, 1959; BUEGER, 1960 y 1967; BROWN, 1961; MARTIN VIVALDI y RODRIGUEZ GALLEGO, 1961, a y b; MOLLOY and KERR, 1961; WARSCHAW and ROY, 1961; LUCAS, 1962; CAILLIERE et HENIN, 1963; MARSHALL y EDMUND, 1964; MULLER, 1964; RICH and KUNZE, 1964; WHITTIG, 1965; MACKENZIE and MITCHELL, 1966; QUAKERNAAT, 1968; GRIM, 1968; DRITS, 1969; VENIALE and VAN DER MAREL, 1969 y 1969 bis (este último para los interestratificados); VOÏNOVITCH el col. 1971; y muy especialmente las recopilaciones de GIESEKING, 1975; y THOREZ, 1975.

De todas ellas son especialmente importantes las monografías de QUAKERNAAT (tesis 1968), CAILLIERE et HENIN, BROWN, GRIM, GIESEKING (1975) y de THOREZ (1975).

Además se tienen en cuenta las fichas del Powder File A.S.T.M. y otros.

Bajo las mismas condiciones experimentales del equipo de Difracción, se obtuvieron algunos diagramas patrón o comparativos de los minerales de la arcilla más frecuentes, sobre todo de aquellas especies que se esperaba encontrar en las muestras de este trabajo, tales como Montmorillonitas, Vermiculitas, etc.

Dichas muestras tienen diferente origen, y han sido tratadas con identidad de tratamientos de saturación, calentamiento, etc.

Para la sistemática de los minerales de la arcilla, problema tratado por numerosos autores, se ha seguido la recopilación de A.I.P.E.A. Nomenclature Committee to the International Mineralogical Association, (recopilada en GRIM 1968), y del Comité Internacional pour l'étude des argiles (BRINDLEY 1966a, y 1967) y además la sistemática expuesta en GIESEKING, 1975.

Exponemos a continuación, un esquema de dicha sistemática:

Minerales tipo 1:1, sin sustitución.	Familias de la Kaolinita y serpentinitas.
7Å x = 0	
Minerales tipo 2:1, sin sustitución.	Familias pirofilinitas y talcos
9.6Å x ~ 0	
Minerales tipo 2:1, con sustitución.	Familia de las micas:
10Å x = 2	Grupo illita, moscovita
9Å x ~ 2	Grupo paragonita
x ~ 2	Trioctas: biotita
10Å x ~ 4	Grupo micas frágiles (brittle micas): margarita
Minerales tipo 2:1, con sustitución parcial	
14.....12Å x = 0.5-1	Familia esmectitas (montmorillonita-saponita)
14Å x = 1-1.5	Familia vermiculitas.

Minerales tipo 2:1:1, con sustitución. Grupo cloritas

14 Å x variable

Minerales tipo |2:1| (fibrosos), con sustitución

10.5..12.5Å x ~ 0.2 Familia sepiolita

" paligorskita

Minerales interestratificados: regulares

irregulares al azar

" con segregación

" no al azar

2-5-2.2. Minerales tipo kaolinitas, illitas y micas, cloritas, montmorillonitas, vermiculitas, minerales fibrosos.

#### KAOLINITAS

De la familia de minerales con espaciado basal a 7 Å solamente la kaolinita está presente, en las muestras seleccionadas para este estudio; nacrita y dickita son -- formas difícilmente observables en los agregados orientados, pues sus picos basales coinciden prácticamente con -- aquella.

La kaolinita es fácilmente identificable en ausencia de cloritas, por sus características rayas de Difracción máxima a 7.1 Å, 3.5 Å y 2.38 Å, para los índices 001, 002 y 003 respectivamente.

Las reflexiones máximas de los índices basales, -- indicadas al principio no son afectadas por los diversos -- tratamientos de saturación: homogeneización del catión de cambio, glycolación (E.G.).



Sin embargo la acción del DMSO provoca variaciones notables en los espaciados basales, formando un complejo kaolinita-dimetil, y origina picos del 30% de intensidad a 11.2 Å y 3.7 Å, respectivamente, espaciados que identifican plenamente a la kaolinita; ya que especies con reflexiones importantes a 7 Å (cloritas) no son afectados por el DMSO. WEISS et al. 1966. GONZALEZ GARCIA et col 1968 y MARTIN VIVALDI, 1972.

Acción de calor: desde los 400°C los picos muestran un importante decrecimiento en la intensidad, junto a una nueva reflexión próxima a los 14 Å, que desaparece totalmente a los 530°. Las muestras han sido tratadas todas a 550° por lo que la totalidad de picos de la kaolinita han desaparecido y la misma se ha transformado en una estructura de tipo metakaolín, que sin embargo no puede ser apreciada en razón a la pequeña cantidad de kaolinita presente en la mayoría de las muestras, y a no encontrarse pura.

Kaolinitas con una celdilla desordenada, suelen mostrar una fuerte asimetría sobre los 4,5 Å, con una banda asimétrica y débil entre 4,18 y 4,13, y banda fuerte en las (002), entre otras.

La halloysita, es bastante similar al Fire Clay, excepto en el espaciado basal de la 001 que aparece asimétrica y menos aguda, y por la fuerte intensidad y asimetría de la 002. Sin embargo en presencia de clorita con un espaciado a 3,50 Å es difícil de apreciar. Los diversos tratamientos de saturación, glicolación, etc. no afectan tampoco a las estructuras desordenadas ni a la halloysita; esta última frente al E.G. puede cambiar su espaciado basal de 7 Å. pero ello no es prueba definitiva: BROWN 1961. Frente al calor la halloysita pierde agua y disminuye su espaciado de 7,5 a 7,2 Å variedad de

nominada metahalloysita (CAILLERE y HENIN 1963); pero a-  
550° los picos se desvanecen.

Los politipos y variedades del kaolín no pueden ser apreciados, si la técnica de Difracción no posee un alto poder resolutivo, (BAILLEY, 1963).

La tabla adjunta representa los picos e intensi  
dades del diagrama patrón de kaolinitas, standard API nº9  
y 25, realizado con idénticas condiciones experimentales  
que la totalidad de las muestras, y además los valores -  
más frecuentes, para las kaolinitas presentes en mues- -  
tras de la Depresión del Guadalquivir: intervalos medios.

Tabla II-3

## KAOLINITA

Reflexiones	Polvo		Or. 2 $\mu$ , Mg		Or. E.G.		550°	DMSO		Intervalos
	Å	I	Å	I	Å	I		Å	I	medios
								11.2	(23)	11.2
001	7.19	(100)	7.19	(100)	7.19	(100)	desapa.	7.19	(70)*	7.13...7.19
020	4.43	(30)	4.41	(12)	4.41	(12)	"	4.45		4.42
1 $\bar{1}$ 0	4.35	(32)								4.35
1 $\bar{1}$ 1	4.18	(28)	4.14	(11)	4.14	(11)	"	4.19	(22)	4.
							"	3.739	(16)	3.73
002	3.59	(85)	3.589	(97)	3.589	(97)	"	3.589	(50)	3.59...3.58
20 $\bar{1}$ 130	2.55	(18)	2.56	(7)	2.56	(7)	"			2.55
200	2.49	(22)	2.49	(7)	2.49	(7)	"			2.49
003			2.38	(26)	2.38	(26)	"	2.38		2.38
11 $\bar{3}$	2.338	(31)	2.33	(10)	2.33	(10)	"			2.33
004			1.78	(11)	1.78	(11)	"			1.78
1 $\bar{3}$ 3 20 $\bar{4}$	1.66	(11)								1.66
060 y otras	1.488	(20)								1.488

(\*): intensidad referida al A.Or.

### Micas

En este grupo encontramos notable semejanza entre sus miembros. Las micas dioctaédricas presentan una serie 001 con espaciados a 10 Å, 3.3 Å y 2.5 Å aproximadamente, el segundo de los cuales con intensidad máxima en muchos casos, y que no varían con el E.G. ni con los tratamientos de saturación de cationes inorgánicos ni al calentar. La reflexión a 10 Å, es simétrica e intensa (pico agudo). Presenta espaciados muy semejantes la paragonita, a 9.7 Å, que solo puede advertirse mediante un alto poder resolutivo, cuando está mezclada con otras micas dioctas.

Usualmente el término illita se emplea como sinónimo de mica para partículas de tamaño inferior a 2  $\mu$ , o bien aquellos minerales micáceos de sedimentos que no expanden ni cambian al calor, y de espaciado basal a 10 Å (GAUDETTE y Al. 1966). Algún autor lo identifica a la sericita, debido a la dificultad de diferenciarlas en agregados orientados de suelos.

Si bien es cierto que al calor, en agregado -- orientado, se advierten cambios en la intensidad de la reflexión 001, (QUAKERNAAT 1968) no se le ha dado mayor importancia a la hora de la interpretación. Existen casos -- donde el E.G. provoca una disminución de la intensidad en los 10 Å y el consiguiente hinchamiento en espaciados superiores (QUAKERNAAT 1961), se interpreta por la presencia de interestratificados con láminas de illita vermiculita o montmorillonita.

El pico a 3.33 Å suele coincidir con bastantes -- minerales, entre otros el cuarzo, cuyo espaciado a 3.343, cae perfectamente dentro del pico, y solo es visible por un alto poder resolutivo o en elevado porcentaje. La presencia de cuarzo se sospecha cuando la intensidad a 3.33Å aparece reforzada, aunque el diagnóstico mejor es una reflexión aguda a 4.26 Å.

El segundo orden de la illita es menos intenso - que el de la moscovita y casi no aparece en las micas - - trioctas (biotita), tampoco es posible distinguir en rutina biotitas en presencia de illitas.

Normalmente las micas trioctas se meteorizan más que las dioctas, de ahí su escasa proporción en suelos y sedimentos, con diámetro de partículas pequeños. No obstante en fracciones de arena fina de los sedimentos son - frecuentes las "micas doradas" o biotitas ligeramente cloritizadas.

Illitas poco cristalinas puede mostrar bandas sobre los 10 Å con una fuerte asimetría en vez de picos, cuya pendiente hacia ángulos bajos es menos acusada conforme disminuye la cristalinidad. Este hecho se ha tratado - en este trabajo, utilizando el conocido índice de cristalinidad de las illitas, que indica el paso de las transformaciones diagenéticas hacia el metamorfismo (DUNOYER - DE SEGONZAC 1969, ESQUEVIN 1969, KUBLER 1966).

Los espaciados de varias micas son expuestos en las tablas adjuntas, y las consideramos como diagramas patrones junto a los valores medios en muestras de suelos - de la región estudiada. Las muestras responden a una moscovita perteneciente a las pegmatitas de Sierra Albarrana de tipo 2 M; a una mica blanca existente entre sedimentos arenosos del Mioceno Superior de Alcolea, a micas biotitícas (triocta) procedentes de fracciones arenosas en sedimentos Cuaternarios del valle del Guadalquivir, que se citan como "micas doradas". En estas últimas se caracteri--zan las biotitas más o menos cloritizadas.

Y por último a illitas de elevada cristalinidad de algunos sedimentos de este trabajo= muestras TS. 116-1, 118-3 y 117-b., y a micas procedentes de micacitas de Sierra Morena (moscovita). Figuras 3, 4 y 5; y Tablas II-4,- II-5, II-6.

Diagramas patrón de illita. Para el polvo se --  
 utiliza illita standar API nº 25, y muestra TS 117-b. Pa  
 ra diagramas orientados, muestras de esta tesis TS 116-1,  
 TS 118-3 y 117-b: FIG. 3

Tabla II-4

hkl	polvo d(Å) I	polvo (TS 117-b) d(Å) I/I <sub>0</sub>	orientados d(Å) I
001	10.1 100	10.1	10.1
002		4.98	4.98
020			
110	4.50	4.46	
003			
022	3.35	3.32	3.33
004			2.49
200			
131̄	2.56	2.57...2.56	
005	1.979	1.99	1.99
060			
331̄		1.50...1.475	

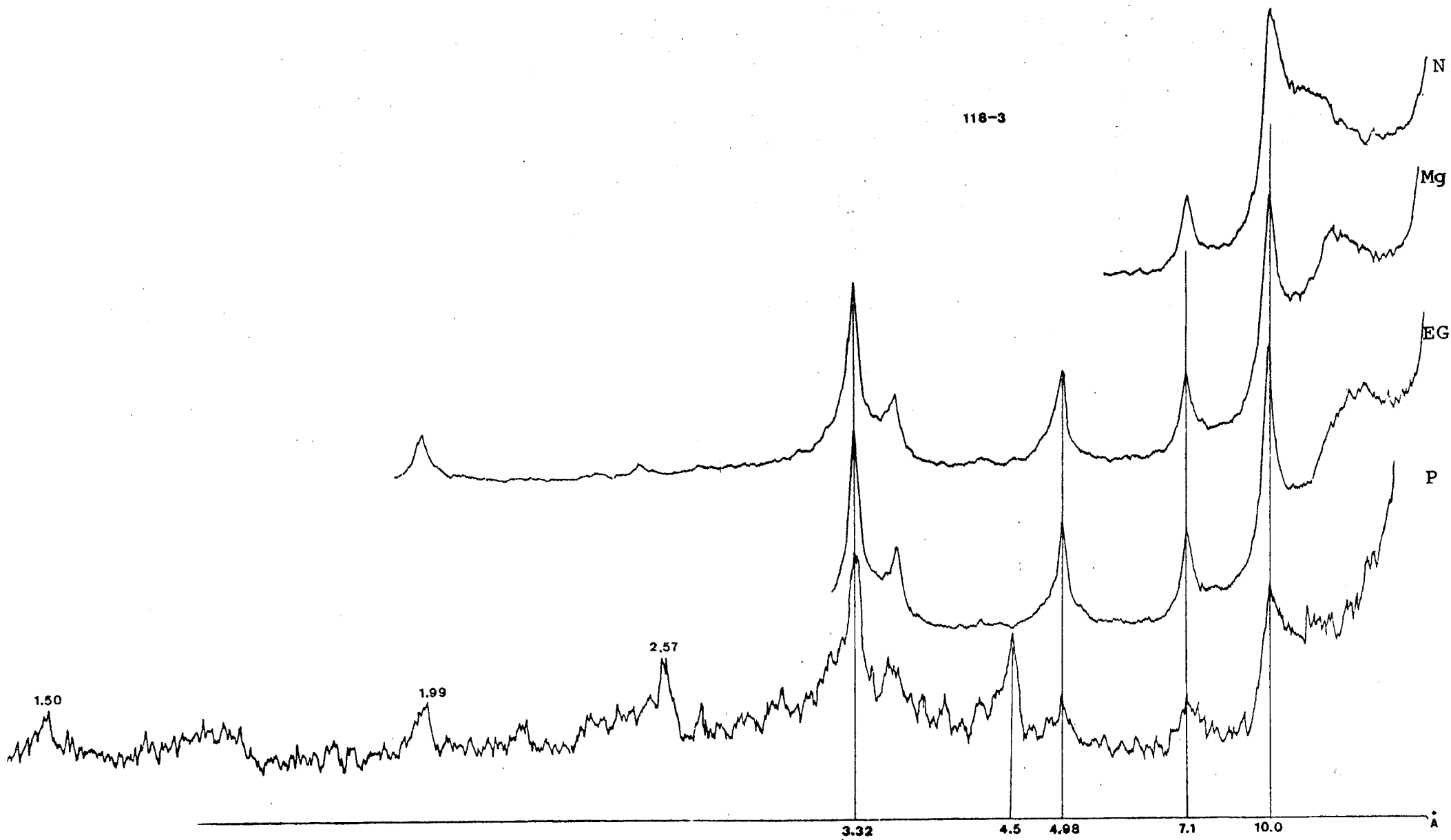


FIG. 3

Diagramas de Moscovita, muestras patrón.

\*: moscovita, fracc. arena fina. Sedimentos marinos - Mioceno Superior transgresivo de Alcolea (Córdoba) TS-139. FIG. 4

\*\* : Fracción <2  $\mu$  igual muestra TS-139. FIG. 22

\*\*\*: Moscovita  $2M_1$ , pegmatitas de Sierra Albarrana.

\*\*\*\*: Micacitas de Sierra de Córdoba.

Tabla II-5

hkl	Polvo		Orientada		
	*TS-139 d(Å)/I	**139 d(Å)/I.	**139 d(Å)/I	*** $2M_1$ d(Å)/I	**** d(Å)/I
001	10.04/50		10.0/60	9.88/59	10.0/60
002	5.00/30			4.96/32	4.95/30
110]	4.43				
11 $\bar{1}$ ]					
002	4.11				
11 $\bar{3}$	3.86				
203	3.72				3.72
11 $\bar{9}$	3.47				3.47
024]	3.317/100		3.33/100	3.33/100	3.33/100
003]					
114	3.180				3.18
025	2.976				2.97
115	2.846				2.84
11 $\bar{6}$	2.78				2.78
20 $\bar{2}$ ]	2.55				2.55
131]					
004	2.48			2.49/13	2.48/15
133	2.375				
005	1.99/30			1.992/50	1.98/48
060	1.657	1.65, 1.49	1.99	1.49	1.539

+: otro mineral



Diagramas de biotitas ("micas doradas"), sedimentos actuales de la Depresión del Guadalquivir TS 029-b y TS 065; y terraza media del Guadalquivir TS 130-2:

Véase FIG.5

Tabla II-6

hkl	Polvo (TS 029-b)		or. (TS 065)		or. (TS 130-2)		
	d(Å)	I	d(Å)	I	d(Å)	I	Min.
			14.01		14.03		C
					12.6		
001	10.04	100	10.1	100	10.09	100	Mi
			7.07	13	7.13	7	C
002	5.09	15	4.99	16	5.00	2	Mi
					4.79		C
110							
11 $\bar{1}$	4.43	13					Mi
			4.26				Q
			3.538		3.544		C
024							
	3.33	65*	3.345	25*	3.348	50	Mi
003							Q
114	3.24	25	3.24	45			Mi
11 $\bar{5}$			3.183	52			Mi
004					2.50	5	Mi
005			1.995	10	2.007	6	Mi
			1.784	<10			Mi+ +C

\*: exceptuado el Q(cuarzo)

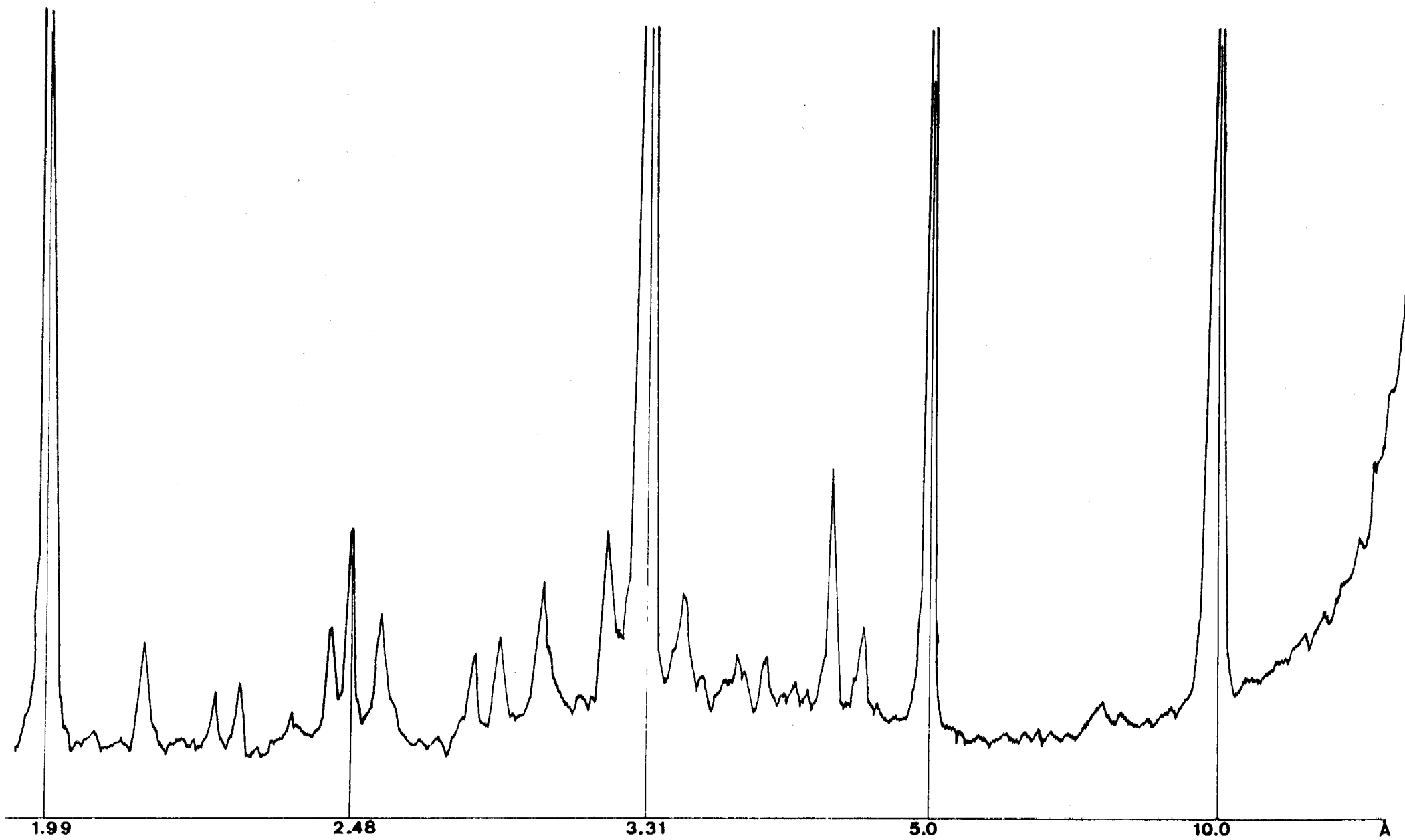
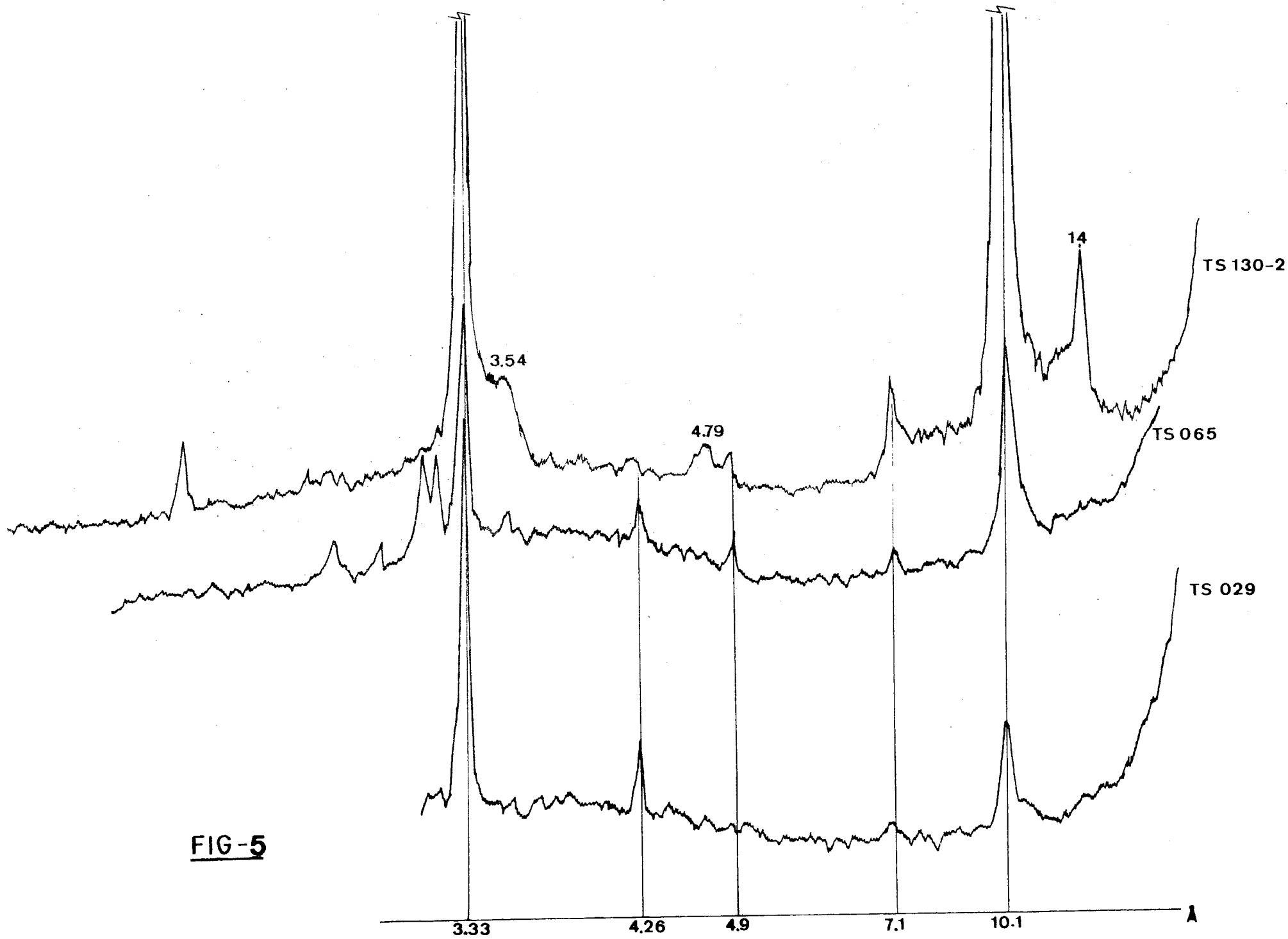


FIG. 4



### Cloritas

Son numerosas las clasificaciones de cloritas: - TSCHERMAK (1890/91), GOSSNER (1921/22/24), ORCEL (1927), - etc. Los más recientes (ORCEL et al. 1950; HEY 1954; PHILLIPS, 1964; etc.) suelen diferenciar leptocloritas y ortocloritas.

Podemos distinguir tres grupos: cloritas bien -- cristalizadas, minerales cloritizados (de alteración), y cloritas lábiles por degradación.

Pero en función al comportamiento frente a la Difracción de R-X se suelen admitir tres grupos (no mineralógicos): cloritas normales, cloritas sedimentarias, y cloritas hinchables o pseudocloritas. QUAKERNAAT 1968, las -- identifica como minerales tetramórficos trioctas.

La característica más notable para todas ellas - es la existencia de dos picos bien definidos en los 14 y 7 Å; espaciados que no suelen ser afectados por el tratamiento de EG, glicerol, o saturación con cationes inorgánicos. Excepción hecha para las pseudocloritas (sudoititas) - que al EG llegan hasta los 16 o 17 Å. El calor, a 550° las afecta singularmente: desaparecen los espaciados en la serie 001 de orden superior incluidos los 7 Å; más no así - el de primer orden, que se mantiene a 14 Å; en las cloritas sedimentarias y en las hinchables puede variar ligeramente de posición hacia los 13.5 Å y disminuye su intensidad; y en las cloritas lábiles colapsa hasta los 12.5 Å - (R.-GALLEGO y M.-VIVALDI 1964).

Diferenciar entre sí las distintas cloritas en arcillas puede ser un problema, a veces imposible en los diagramas de Difracción, debido entre otros factores, al tamaño pequeño de las partículas y al relativamente bajo grado de cristalinidad (QUAKERNAAT, 1968). Ello conduce a encontrarnos con picos difusos; ausencia de determinadas reflexiones, etc.

Las cloritas ricas en Fe, presentan el primer y tercer orden, más débil que las reflexiones 002 y 004; y los minerales diocta dan el pico 003 (2.5 Å con la máxima intensidad.

GRIM y JOHNS 1954, afirman que las cloritas "poco cristalinas" que constituyen el cemento arcilloso, de sedimentos recientes (cloritas sedimentarias), pueden desaparecer completamente al calentar a 450°, sin embargo - en nuestro caso, la mayor parte de las cloritas estudiadas, son sedimentarias, pero al calentar no desaparece la primera reflexión. Es posible que tales minerales citados, no sean verdaderas cloritas.

En presencia de minerales de 14 Å, sean expansibles o no, suelen ser fáciles de identificar por: a) sus espaciados de índices mayores (tanto en agregados orientados como en polvo), b) mediante el tratamiento térmico. - El pico a 4.7 Å, próximo al segundo orden de la illita, - no parece ofrecer para su identidad problemas graves. Con respecto a la Kaolinita, las dificultades fueron ya explicadas.

Un inconveniente sin embargo presentan las cloritas hinchables, frente a otros minerales expansibles; MARTIN-VIVALDI y RODRIGUEZ-GALLEGO 1961, expresan un modelo de tratamientos, para diferenciar cloritas de otros minerales a 14 Å, empleando el ataque ácido (SO<sub>4</sub>H<sub>2</sub> al 20%, -- 1/2 hora y posterior tratamiento con EG) el cual destruye a las cloritas. Excepcionalmente no se destruyen, quedando a 14 Å (RODRIGUEZ-GALLEGO y GARCIA CERVIGON, 1974).

En general se admite para la serie 001, en agregados orientados el siguiente comportamiento frente a los tratamientos:

	N	Mg	EG	550°	SO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> /EG
C normal	14	14	14	14	--
C sedimentaria	14	14	14	13.5	--
C expansible	14	14	17	14	--
montmorillonita	14	15	17	10	17
vermiculita	14	15	14	10	--

Clorita de la serie del Trias de Espejo (TS -060 y)

Tabla de espaciados de cloritas: (ver FIGURA 6)

Tabla II-7

hkl	Polvo* d(Å)	Or, d(Å)	N I	EG I	Δ550°C'I	Min
001	14.12	14.25 ~ 70 → 100			13.59 100	C
	10.05	10.05 ~ 25			9.9	Mi
002	7.13	7.135~ 100→ 80		80	(b. dif)	C
		4.99 ~ 20 - 15		15	4.99	Mi
003	4.75	4.74	50 -	40	-	C
	4.48					Mi
004	3.57→3.54	3.54	80		3.48(b)	C
	3.36	3.32	25		3.32	Mi
		3.038	5		3.03	Cal
005	2.85	2.84	18			C
	2.68					Mi
131;20 $\bar{2}$	2.59	2.49	3			C
133;20 $\bar{4}$	2.22					C
007		2.027	4			C
	1.99~	1.995	12			Mi
060;33 $\bar{1}$	1.5359	1.423	2			C
0,0,10		1.417	1.5			C

\* fracción < 2μ. clorita 75%, resto:mica, del tipo illita

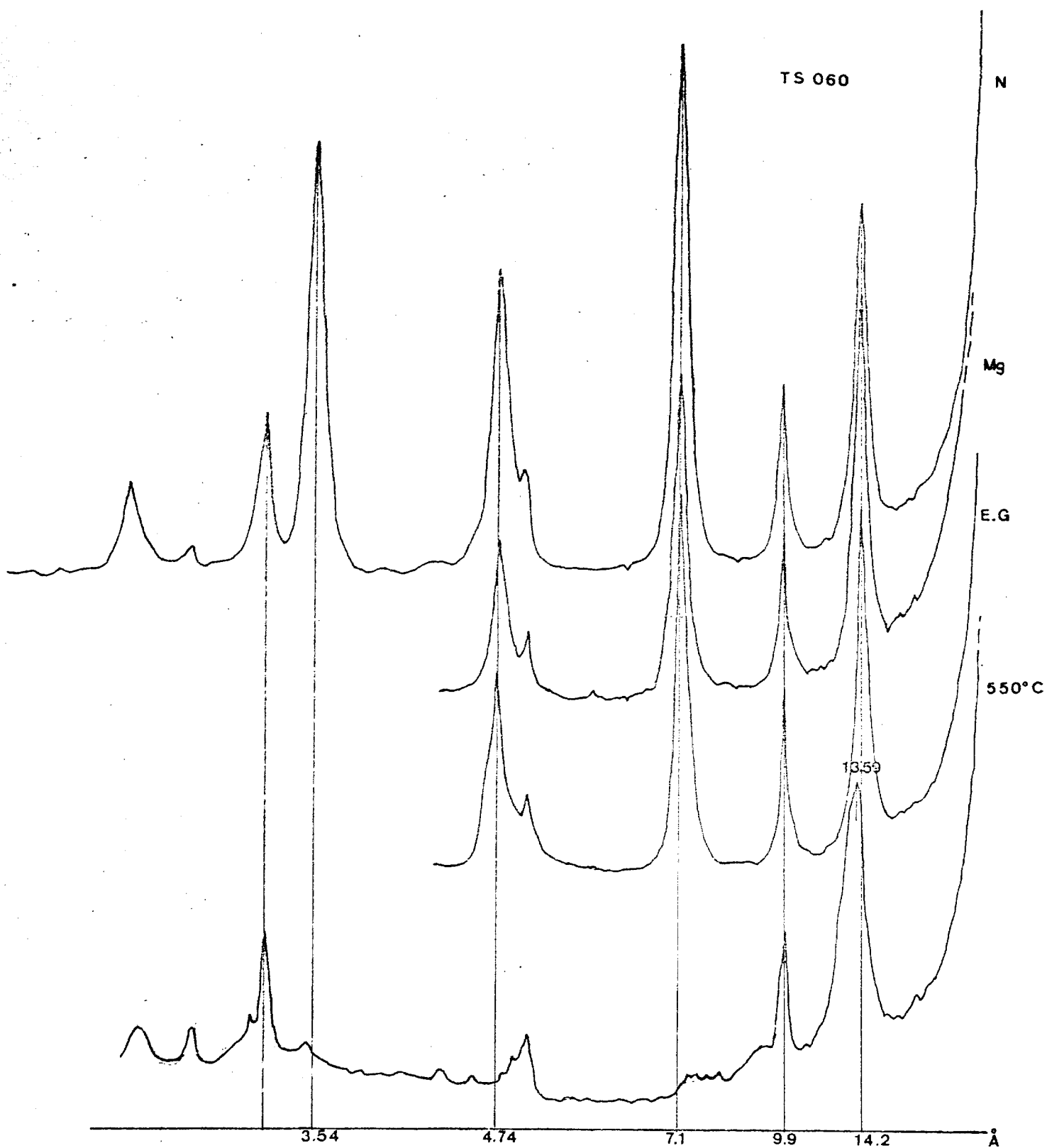


FIG. 6

### Montmorillonitas

Estudiamos, tanto las de carácter diocta como las trioctaédricas. Constituyen un grupo que responde con relativa facilidad a los diferentes tratamientos y test. Las líneas  $hk0$ , suelen coincidir en gran número de silicatos laminares, por lo que la identificación se basa principalmente en la serie de reflexiones basales 001; dicha serie varía de posición e incluso de intensidad con los tratamientos, pues la separación entre láminas depende de los siguientes factores (MACEWAN 1961):

1) Cationes de cambio presentes; 2) naturaleza de los líquidos empleados en la saturación, y cantidad de los mismos; 3) posibilidad de reacciones entre el mineral y los líquidos saturantes; 4) Carácter octaédrico de la red, grado de sustitución e iones presentes en la red. Se pueden citar así mismo la disposición que las moléculas orgánicas pueden adoptar entre láminas, y el grado de hidratación de las muestras naturales (% de humedad relativa).

La variación del espaciado basal, se consigue mediante el empleo de:

Agua y cationes inorgánicos, moléculas polares, líquidos apolares, complejos con moléculas inorgánicas y complejos homopolares orgánicos.

Los complejos con agua y cationes inorgánicos, muestran la influencia del catión en la separación de las láminas. Desde NAGELSCHMIDT (1936), se conoce la variación de la reflexión 001 con el contenido en agua, y BRADLEY, GRIM y CLARK (1937) estudiaron la entrada de una monocapa entre láminas. MOONEY, KEENAN y WOOD (1952) muestran la importancia del vapor de agua.

Los cationes de cambio y las sustituciones isomorfas también afecta a la solvatación en el E.G. y consiguientemente varían el espaciado de las reflexiones (001), MARTIN VIVALDI, R.-GALLEGO y M.-POZAS (1968) y RODRIGUEZ-GALLEGO, M.-POZAS y M. VIVALDI (1969).



Como es sabido el agua adopta una forma de doble lámina con estructura exagonal, variando el espaciado de 12 a 14 Å según el grado de saturación. La entrada de  $Mg^{++}$  como catión de cambio entre la doble capa de agua, aumenta el espaciado de 14 a 15 Å, dando lugar en ocasiones a una auténtica vermiculitización.

El uso de complejos orgánicos, es un diagnóstico muy útil; normalmente se emplean glicerol y etilén glicol, dando espaciados del orden de los 18 y 17 Å; los líquidos penetran entre láminas y excluyen el agua (según MACEWAN-1944, no existen variaciones por la presencia de una pequeña cantidad de agua). KUNZE (1955), admite que si algunas montmorillonitas forman complejos inestables con E.G, pueden dar espaciados inferiores a 17 Å.

Existen dificultades para la distinción entre montmorillonitas y cloritas expansibles; el test de calentamiento a 550°C permite diferenciarlas, ya que la clorita hinchable queda con un espaciado próximo a 14 Å y la montmorillonita colapsa hasta los 10 Å, otro test utilizado en este trabajo, ha sido el ataque por ácido  $SO_4H_2$  (MARTIN VIVALDI y RODRIGUEZ GALLEGO 1961) y posterior glicolación, apareciendo la reflexión basal de las montmorillonitas a 17 Å.

Un aspecto de interés es la variabilidad de la intensidad de los picos, que depende hasta del procedimiento de preparación de las muestras (esto ha sido mencionado por varios autores, THOREZ 1975); por esta razón se han realizado los diagramas patrones de montmorillonita con identidad de procedimientos.

BARSHAD (1952), GREENE - KELLY (1952, 53 y 55) han estudiado el efecto del calor: el agua se pierde sobre los 200°C en reacción reversible, y a temperaturas superiores en reacción irreversible hasta espaciados que dependen de la especie y de los cationes interlaminares.

Es muy difícil determinar el carácter diocta o triocta, de las montmorillonitas.

En este trabajo se han hecho distinciones entre montmorillonitas normales, montmorillonitas de suelos y saponitas, atendiendo al siguiente esquema:

	N	Mg <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup> /EG	550°C	SO <sub>4</sub> /EG	DMSO
M	12-15Å	14-15.5Å	16.8-17.2Å	9.6-10Å	17Å	18.6Å
Ms*	14Å		17.9 y 8.9Å	9.7Å		
M <sub>12</sub>	12Å		18Å	9.6Å		
Sap	15Å		16.6Å	9.5Å	se destruye	

Tabla de espaciados e intensidades, en diagramas patrón de montmorillonita (standar API nº 25)

Tabla II-8

hkl	Polvo		or. N		or. Mg <sup>++</sup>		or. EG		550° d(Å)
	d(Å)	I	d(Å)	I	d(Å)	I	d(Å)	I	
001	12.4	100	14.1	100	15.4	100	17.3	100	10
							8.5		
							5.17		
11;02	4.48	35	4.48		b4.44		5.68		Q
							4.26		
							3.33		
13;20	2.561	10							QyM
							2.508	13	
							2.450	12	
22;04	2.276	5							QyM
							1.815		
33;06	1.495	10							Q

\*: Ms:M, VAN DER MAREL (1961), con Gl., in THOREZ (1975).

Tabla de espaciados medios e intensidades en diagramas tipo, de muestras de sedimentos y suelos de esta Tesis: (montmorillonitas) FIG. 7. (Tabla II-9)

M. TS-053 FIG. 7a

II-9A

hkl	Polvo d (Å)	N d (Å)	Mg d (Å)	EG d (Å)	SO <sub>4</sub> /EG d (Å)	550°C
001	12.4 y 14.2	12.4 a 14.6	15.4	16.7	17.1	10
11;02	4.48					
13;20	2.56					

Ms TS-021

II-9B

hkl	Polvo d (Å)	N d (Å)	Mg d (Å)	EG d (Å)
001	b12.9 a 15.7	b.14	15.2	b.18.4
			5.06	b.4.64 a 5.46
11;02	4.45			
	3.33			
13;20	2.56			
060	1.503 M <sub>Na-Ca</sub> 1.535 M triocta			

Ms TS-149-2 FIG. 7b.

II-9C

hkl	N	Mg	EG
001	~14.2 Å	16.1 Å	17.6 Å
			8.5 Å
		b.5.3 Å	5.57 Å

Nota: En las tres -- muestras: a 550°C, la 001 = ~ 9.8 Å

TS 053

N

M

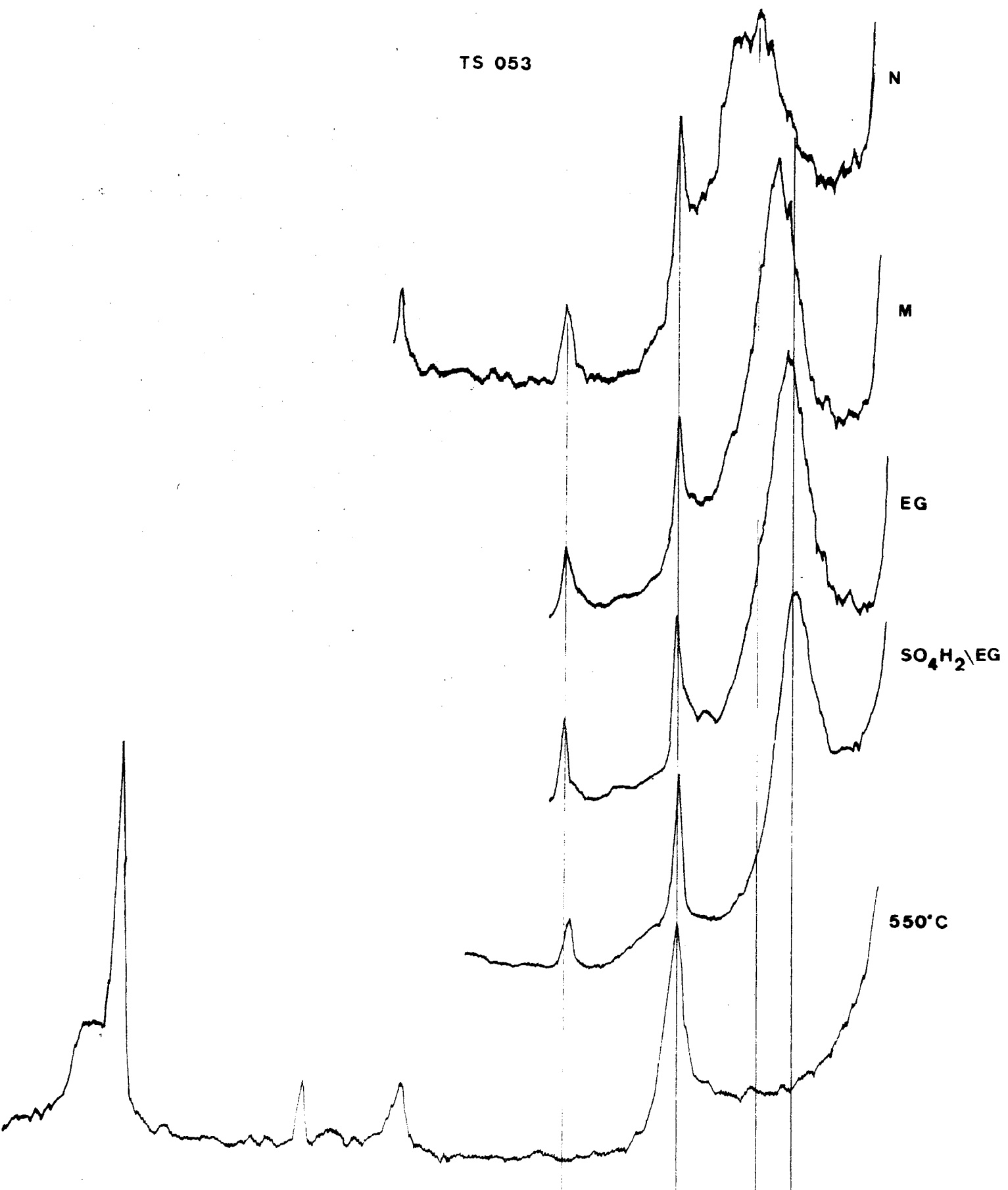
EG

SO<sub>4</sub>H<sub>2</sub>/EG

550°C

7.1 10.1 14 17.1 Å

FIG. 7 - a



TS 149-2

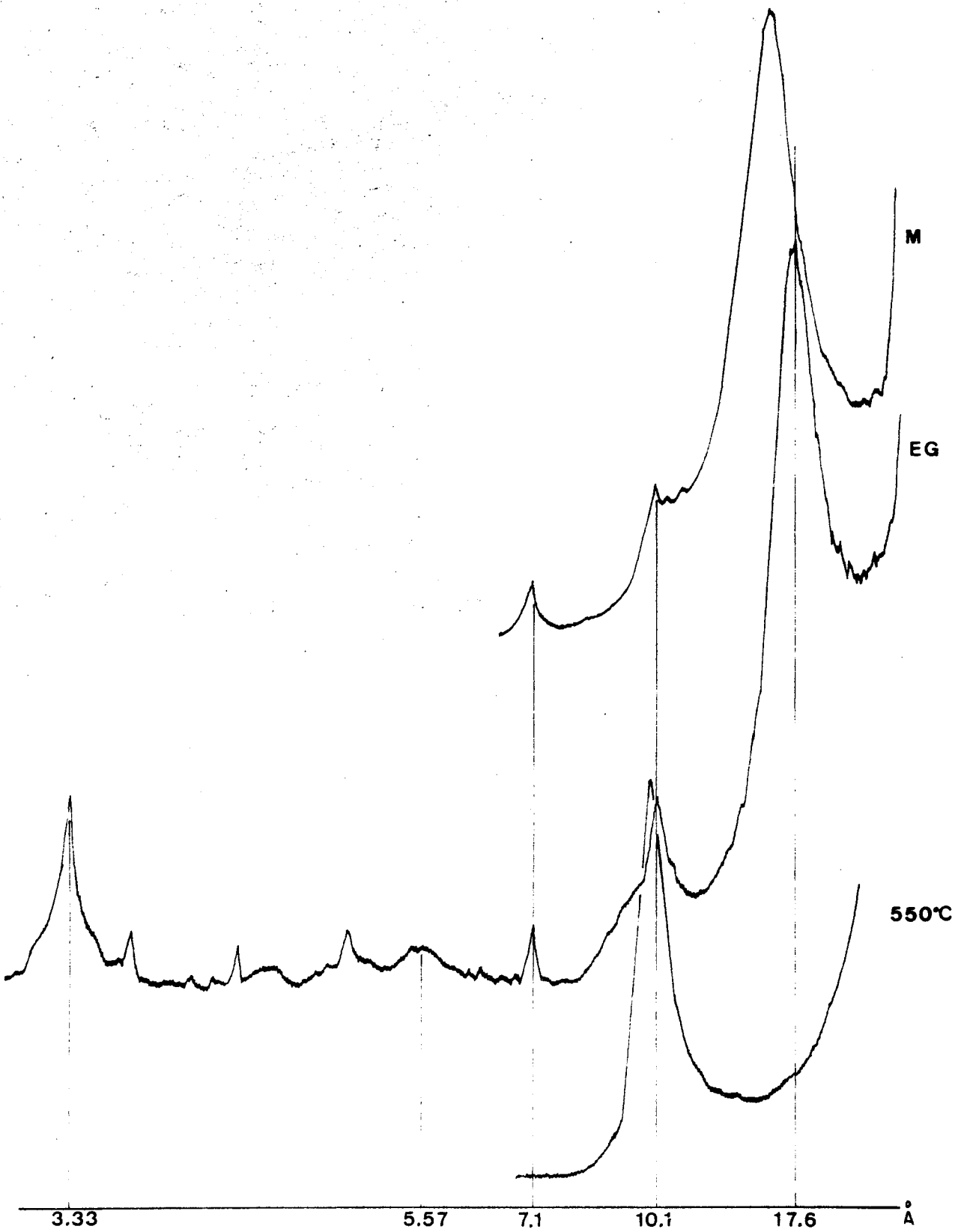


FIG. 7 - b

### Vermiculitas

Los espaciados basales son muy variables según sea el tipo de cationes interlaminares y el estado de hidratación; la muestra natural suele aparecer sobre los -- 14 Å.

Previa saturación con Mg presentan espaciados sobre 14 a 15 Å., que no suelen depender de la humedad relativa ni la temperatura ambiente (BROWN 1961), y queda definida por la serie de picos a 14, 7.1, 4.7 y 3.6 Å (QUAKERNAAT 1968).

El hinchamiento con líquidos orgánicos es de interés: al EG normalmente no varían. Sin embargo WALKER -- (1958, afirma que las vermiculitas de baja carga no expansionan más allá de 14.3 Å, y según QUAKERNAAT (1968) llegan hasta 16.3 Å. THOREZ (1975) cita espaciados de 15.5 a 15.8 Å con Mg/EG y de 13.9 a 14.3 Å al N/EG. Para QUAKERNAAT (op. cit), las denominadas vermiculitas de alta carga no varían con EG.

La total ausencia de expansión, ha sido atribuida en parte a la presencia de otros minerales o en parte a contaminantes entre láminas como por ejemplo materia orgánica, brucita y gibsita que pueden formar conjuntos discontinuos a modo de islas; RICH y OVEENSHAIN (1955), BROWN (1953), TAMURA (1956 y 1958). HATTAWAY (1955) y sobre todo SAWHNEY (1958) sugerían que la presencia del Al entre láminas silicatadas impedía la capacidad de hinchamiento y la denominaba de un modo especial: "montmorillonitas y vermiculitas cloritizadas" con Al entre láminas.

Cabe preguntarse hasta que punto es admisible hacer una distinción entre vermiculitas de baja carga y saponitas, ya que tal distinción solo se realiza en base al diferente comportamiento del retículo frente a los tratamientos.

Es evidente la dificultad para identificar los minerales de este grupo, sobre todo de sus politipos, e -

incluso entre formas diocta o triocta, por su amplia va--  
riabilidad entre ellos, su capacidad parcial de hincha--  
miento, etc.,QUAKERNAAT (op. cit.) ha interpretado las -  
vermiculitas glicoladas con espaciados alrededor de los -  
15.4 Å como capas irregulares de interestratificados cu--  
yas láminas responden a una mezcla al azar de 14.3 y 16.2  
Å, o sea vermiculita de alta y baja carga, pero su inter-  
pretación es evidentemente muy difícil.

Se admite que la mayor parte de las vermiculitas  
presentes en sedimentos fluviales son de carácter triocta  
édrico, derivadas de la meteorización de biotitas; en - -  
efecto el ataque ácido por  $SO_4H_2/EG$  las destruye. En mu--  
chos suelos de USA son comunes las dioctaédricas; como se  
verá en las conclusiones, algunas vermiculitas dioctas -  
han sido encontradas en razón a los espaciados basales.

La distinción entre vermiculitas, cloritas y - -  
montmorillonitas, se basa para las dos primeras en el - -  
test del calor, a 550°C la vermiculita pasa 10 Å mientras  
la clorita permanece a 14 Å; en cuanto a vermiculitas y -  
montmorillonitas, el EG aumenta el espaciado basal de las  
montmorillonitas hasta los 17 Å, y las vermiculitas no ex  
pansionan hasta tal punto.

El tratamiento con DMSO forma complejos fuerte--  
mente hinchados con las vermiculitas, dando la reflexión-  
basal a 17.6 Å.

En general (y a modo de resumen), se consideran -  
vermiculitas a todas aquellas cuyos espaciados responden-  
al esquema clásico siguiente (BROWN, 1961):

(hkl)	N(dÅ)	I	EG	I	550°C	K <sup>+</sup>	I	
001	~14	vs	~14	vs	9.6	vs	10.5	vs
002	7	mw	7	mw				
003	~4.70	vw	~4.70	vw				

Tabla de espaciados e intensidades del diagrama patrón de una vermiculita de Ojen (Málaga):

II-10

hkl	Polvo		or. N d(Å)	E.G. or. d(Å)	550° d(Å)	Min.
	d(Å)	I				
001	~14.3	100	~14.2	14.2	13.1 9.83	Clor. V
002	7.13	10	7.2	7.2		V+C
003	4.79	27	4.8	4.8		
004	3.59	50	3.59	3.59		V
005	2.88	60	2.88	2.88		V
006	2.39	7	--	--		V
138	2.08	10	--	--		V
2,0,10						V

La muestra se encuentra impurificada por un 10% de clorita del tipo pennina.

La tabla siguiente resume los espaciados de la reflexión basal 001 medida en Å, en varias vermiculitas según la bibliografía: (BROWN, 1961 y QUAKERNAAT, 1968, -- THOREZ, 1975.)

II-11

	N	Mσ	Mσ/EG	EG	550°	DMSO	ac
V <sub>BROWN</sub>	14.4			~14	9.6		
V	14.7		~14.7	14.7	9.6	17.6	x
V <sub>s</sub>	14	14	14	14	10		
V <sub>G</sub>	10.3-14	10.3-14	14		10		
V<q	13.5-14.3		15.5-15.8	b.13.9			
V<q		14.4-14.3	14.3-16.3	a 14.3	9.4		
V>q		14.4-14.3	14.3		9.4		

Nota: ac: SO<sub>4</sub>H<sub>2</sub>/EG; x: se destruye



Minerales fibrosos

Sepiolitas. Los minerales con espaciado a 12 Å (sepiolita) son identificables en los agregados orientados sin necesidad de recurrir a los tratamientos usuales; el tratamiento térmico a 550° las destruye.

Las sepiolitas no son frecuentes en suelos ni sedimentos, si lo están es en bajo porcentaje; ello unido al factor estructural, las hace difícil de detectar.

Paligorskita-Atapulgita. Constituye un mineral poco frecuente en suelos y sedimentos, con espaciado característico a 10.5 Å invariante a los tratamientos, reflexión que se hace difusa a los 550°C.

Tablas de espaciados de sepiolita (muestra patrón de Cabo de Gata, Almería); y espaciados característicos de la paligorskita: (Tabla II-12)

Sepiolita (Cabo de Gata)			Paligorskita*		
hkl	Polvo d(Å)	I	hkl	Polvo d(Å)	I
110	12	100	110	10.45...10.5	100
150	b.5.0		130	5.44... 5.3	50
060	4.50		040	4.49... 4.50	80
080	3.33		400	3.23... 3.25	100
331	3.188		440	2.62... 2.61	80
261	3.05				
	2.56				
	2.54				
	2.27				

Tabla II-12

\*: según bibliografía

### 2-5-2.3. MINERALES INTERESTRATIFICADOS

El estudio de los minerales interestratificados de la arcilla, presentes en sedimentos y suelos fué abordado con métodos de Difracción de R-X desde GRUNER (1934) y MAGELSCHIMIDT (1944). A partir de entonces son muy numerosas las citas; TAMURA (1952 y 1961) describe en suelos pardos (I-V) con espaciados a 10.5 Å; JACKSON et al. (1953) describe varias fórmulas en suelos americanos, DAHL (1965) estudia (I-M) en bentonitas del Permico, MUMBRUM y BRUCE (1960) en suelos sobre depósitos aluviales, GADOW (1965) y otros autores estudian (I-M) y otras formas en el Trias europeo. MARTIN VIVALDI y MACEWAN (1960) estudian cloritas e interestratificaciones con cloritas en la península Ibérica. VAN DER MAREL y HEISTEK (1960 y 1961) citan estratificaciones en Sur-Africa. SUDO (1963) y SUDO et al. (1962) estudia diversas formas, en ocasiones desarrolladas sobre suelos volcánicos, etc.

Desde la primitiva sistemática de MACEWAN (1949), se han propuesto algunas clasificaciones muy semejantes entre sí; por ejemplo la de MACEWAN y RUIZ AMIL (in BROWN 1961), SUDO et al. (1962) entre otras. Aceptamos el esquema expuesto por MACEWAN y RUIZ AMIL (en GIESEKING 1975):

- a) interestratificados regulares.
- b) interestratificados irregulares y al azar.
- c) interestratificados con segregación de cristallitos (discontínuos).
- d) interestratificados irregulares no al azar.
- e) formas complejas intergradadas (no son exactamente interestratificaciones).

Los del primer grupo se caracterizan por espaciados bien definidos, y se admiten como especies mineralógicas con nombres propios en su mayor parte: corrensita, --allevardita, mica-beidellita (RODRIGUEZ GALLEGO y ALIAS--PEREZ 1965) etc. Se suelen encontrar en alteraciones hidrotermales; y los han descrito o recopilado varios inves

tigadores: MARTIN VIVALDI y MACEWAN (1960) (con láminas - de clorita), BROWN Y WEIR (1963) y otros ya citados.

Describimos los interestratificados irregulares - en especial los grupos b y d, por ser los únicos que aparecen en este trabajo, ambos se estudian en un solo apartado.

### Interestratificados irregulares

De acuerdo con los trabajos de HENDRICKS y TELLER (1942), MERING (1949), MACEWAN (1953 y 1956), MACEWAN y RUIZ AMIL (1959), MACEWAN y RUIZ AMIL (in BROWN - - 1961) y recientemente de MACEWAN (1968) y MACEWAN y RUIZ-AMIL (en GIESEKING 1975) y en el libro de THOREZ (1975), - se caracterizan por tres puntos fundamentales en relación a los diagramas de Difracción de R-X.:

1) Las reflexiones son anormales y no se les pueden atribuir un índice hkl racional; o lo que es igual, en agregados orientados el 1 en la 001 es irracional.

2) La reflexión fundamental 001 constituida por dos láminas A y B está comprendida entre los espaciados  $001_A$  y  $001_B$  respectivamente (igual a  $d_A$  y  $d_B$ ). Cuando el porcentaje varía en la interestratificación varía también la posición del pico.

3) Midiendo el desplazamiento de los picos puede conocerse el tipo de interestratificación y el porcentaje relativo de las láminas A y B.

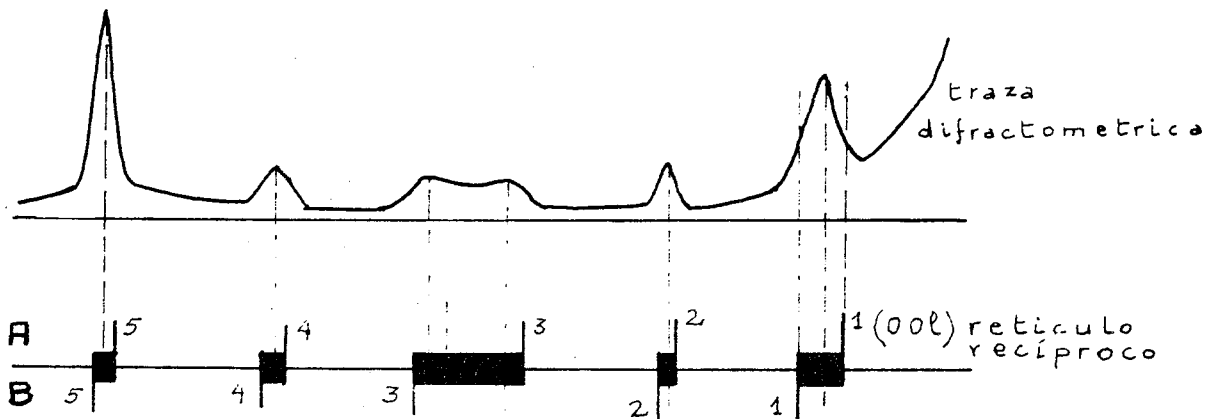
Pero la variación del pico no es lineal. Los autores citados calcularon ciertas fórmulas teóricas de la variación de la reflexión 001 en función del porcentaje, - e imponen ciertas restricciones a la aplicación de las - - mismas, según sea la naturaleza de las láminas entre - - otros aspectos. Estas, en cierto modo pueden deducirse del comportamiento frente a los diferentes tratamientos, E.G,

calentamiento etc. Varias fórmulas son sugeridas por HENDRICKS y TELLER (1942), MERING (1949), MACEWAN (1958), KAKINOKI y KÓMURA (1952 y 1954), ALLEGRA (1961) y otros.

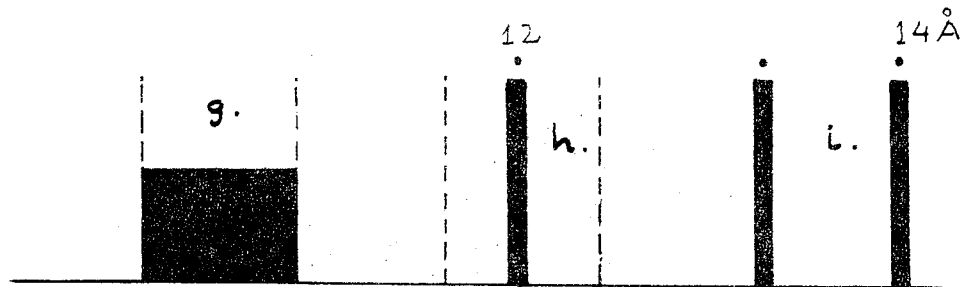
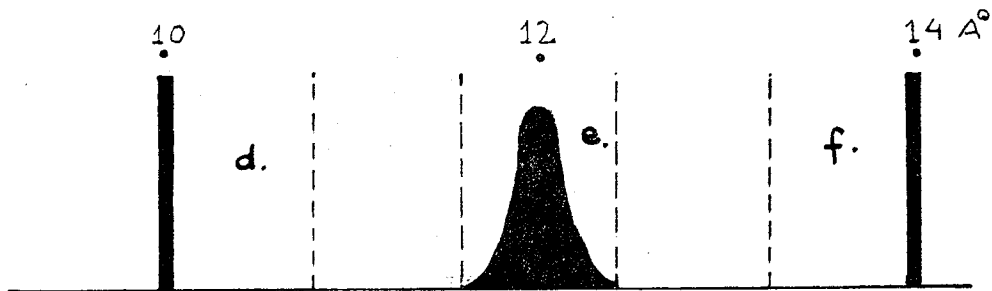
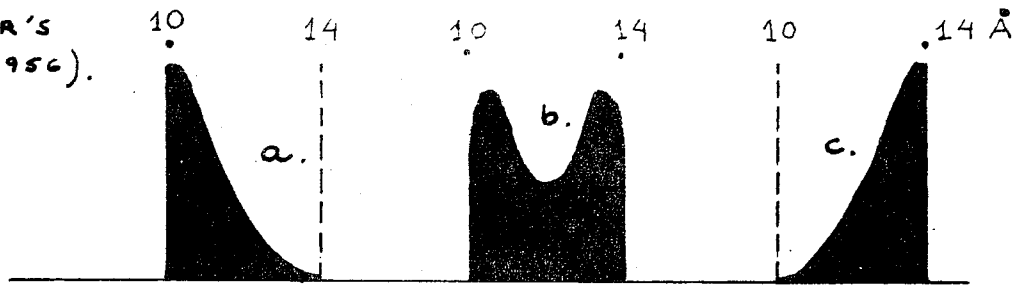
A pesar de la falta de linealidad se puede admitir que no se cometen errores excesivos si consideramos el desplazamiento linealmente (MACEWAN y RUIZ AMIL en BROWN 1961). Esta simplificación permite determinar con relativa rapidez el porcentaje de A y B en la interestratificación; también pueden seguirse unas tablas empíricas: el método de las reglas de WEAWER'S (1955 y 1956), el método de BUSTROM (1956), la ecuación de KUBLER (1960) y otros. Esta última fórmula ( $d_{Mx} = d_A + (d_B - d_A)$ , siendo  $Mx =$  mezcla; y  $d$  son espaciados en  $\text{\AA}$ ) se emplea para el primer pico ya que los demás por su baja intensidad son difíciles de definir. También están en esta línea las fórmulas empleadas en interestratificaciones de clorita por MARTIN VIVALDI y MACEWAN (1957). FIG. 8.

Sin embargo no puede descartarse que en cristales extremadamente delgados o curvados puedan presentarse fenómenos análogos a los descritos para los interestratificados, verbigracia: series de órdenes de reflexión irracionales, reflexiones asimétricas con "colas" o bandas hacia ángulos  $2\theta$  mayores o menores, etc. (GÜVEN 1975).

Lo más frecuente en diagramas con interestratificados es la existencia de variaciones en los porcentajes de ambos componentes y no son raros los procesos de segregación lateral, lo que supone un levantamiento general del fondo entre los espaciados  $d_A$  y  $d_B$ , o fuertes asimetrías de los picos, con la consiguiente dificultad en la interpretación de diagramas. Por otro lado la posibilidad de fases cristalinas de tres láminas (por ejemplo A,B,C) de comportamiento diferente, multiplica las dificultades. En la interpretación se han seguido numerosas bibliografías entre las que citamos las recopiladas en los libros-



METODO DE  
WEVER'S  
(1955, 1956).



a :  $(I-M)_{I>M}$  IRREG.

b :  $(I-M)_{I>M} + (I-M)_{I<M}$

c :  $(I-M)_{I<M}$

d : I.

e :  $(I-M)_{50\% \pm}$  RREG.

f : M.

g :  $(I-M)_X$  IRREG. X: variable, al azar.

h :  $(I-M)_{50\%}$  REG.

i : I., M., aisladas.

METODO DE KUBLER,  
(1961), y LUCAS (1965).  
(en THOREZ, 1975).  
Modificado.

Esquemas de reflexiones  
en edificios interestra-  
tificados, tipo A-B.  
(Illita - Montmorillonite.)

FIG-8

de BROWN (1961), SUDO (1962), GIESEKING (1975) y en especial THOREZ (1975), QUAKERNAAT (1968), entre otros.

Referente al problema de la nomenclatura, hay -- que hacer constar que no poseen nombres propios al ser -- formas irregulares. Se han propuesto varias fórmulas desde BRINDLEY (1952), MARTIN VIVALDI y MACEWAN (1957 y 1961), FRANK KAMENETSKY (1960), ERNST et al. (1959), LUCAS (1963), SUDO (1963), VAN DER MAREL (1964); este último da una lista de sinónimos, con numerosas formas conteniendo láminas de cloritas. Se suelen admitir las normas expuestas por BROWN (1955) en British Clay Mineral Group's (Subcomite Nomenclature of the Clay Minerals Groupe of the Bristish Mineralogical Society) y especialmente las expuestas por MACKENZIE (1965) en C.I.P.E.A. (the International Nomenclature Subcommittee of CIPEA).

Las combinaciones se simbolizan por la inicial del nombre del mineral o bien por el espaciado basal cuyo subíndice es ésta misma inicial. Están unidas mediante un guión y encerradas bajo paréntesis; en caso de conocerse el porcentaje de las láminas, se indica junto al paréntesis. La expresión 10 anuncia láminas de comportamiento micáceo.

Clave de símbolos y combinaciones binarias y ternarias posibles:

I	= Illita (espaciado basal 10 Å)
Mu	= Moscovita y micas (Mi)
10	= láminas de mica, <u>illita</u>
7 <sub>K</sub>	= K = caolinita
14 <sub>C</sub>	= láminas de clorita
C	= Cloritas en sentido lato
Cs	= Clorita sedimentaria
Cg	= Clorita hinchable
14 <sub>V</sub>	= láminas vermiculíticas
V	= Vermiculita. Ocasionalmente: V < q = verm. de alta o baja carga.
14 <sub>M</sub>	= láminas montmorilloníticas

M = Montmorillonitas en sentido lato  
M<sub>12</sub> = " con el espaciado basal a 12Å  
Ms = Montmorillonitas de suelos  
Sm = Esmectitas  
Sap = Saponitas  
[I-M] irreg. = interestratificación illita-montmorillonita irregular.

Se describen a continuación las combinaciones binarias y ternarias no equivalentes más frecuentes en este trabajo, según el esquema siguiente:

(K-I)	(I-C)	*(V-C)	*(M-C)
(K-C)	*(I-V)	*(V-M)	
*(K-V)	*(I-M)		
(K-M)			
(K-I-C)	(I-C-V)	(C-V-M)	
(K-I-V)	(I-C-M)		
(K-I-M)	(I-V-M)		
(K-V-C)			
(K-V-M)			
(K-C-M)			

(\*: descritos)

[I-M] FIGURA 9.

Los espaciados en agregados orientados aparecen entre 10 Å y 14 Å, casi siempre en una amplia banda de base muy ancha que incluye al pico de 10 Å. Suelen conservarse las reflexiones superiores: picos a 22.6 y 11.6 Å, para un 50% de montmorillonita. Con Mg<sup>++</sup> ~ 15.5 Å. Al EG, expanden hacia 16 Å, y se separa ligeramente el espaciado a 10 Å, además dan picos pequeños sobre 27.5 Å y 13.3 Å. Al calentar 550° colapsan hacia los 10 Å. Son frecuentes, fluctuaciones en los espaciados. El pico a 11.6 Å que hincha al EG, puede utilizarse como diagnóstico precoz. Con SO<sub>4</sub>/EG no dejan reflexiones netas.

Según la bibliografía y los diagramas de este trabajo, identificamos dos tipos:

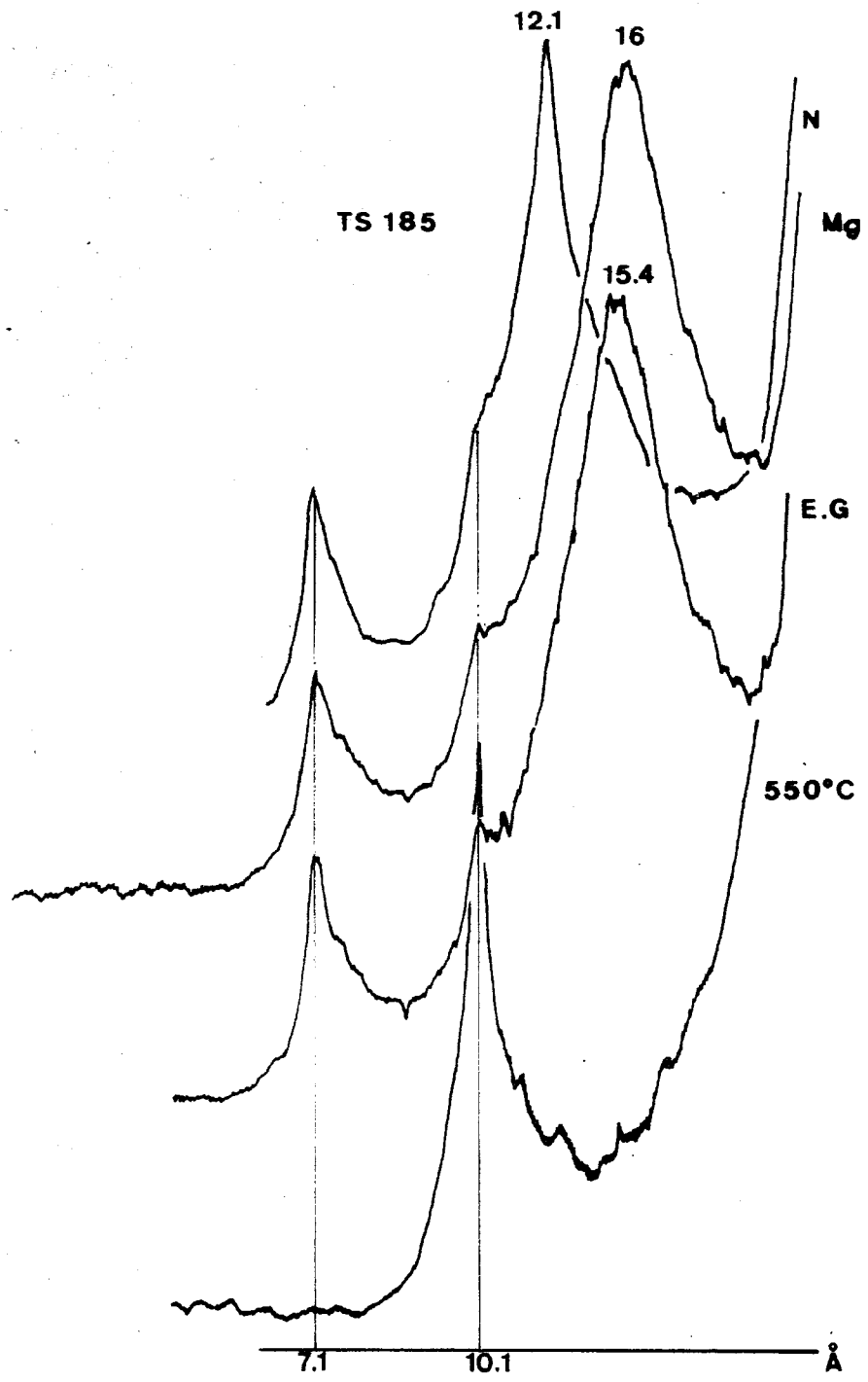


FIG. 9



- a) (I-M) irreg. con montmorillonita en porcentaje variable. Se observan dos formas, una con el natural sobre  $12.5 \text{ \AA}$  y otra con el natural sobre  $14...15 \text{ \AA}$ , (siempre un pico). Probablemente la primera se trate de láminas  $M_{12}$ , ligeramente deshidratadas.

En ambos casos al EG y al  $\Delta 550^\circ$  son idénticas.

- b)  $(10-14_M)$ : corresponde a una interestratificación illita-montmorillonita con M% variable. Normalmente se comportan de forma anómala e incluyen así mismo el espaciado a  $10 \text{ \AA}$ . Al estar en cantidades bajas en las muestras de estas tesis, hacen difícil su definición. Puede tratarse ocasionalmente de láminas a  $12$  y  $14 \text{ \AA}$  de montmorillonita, acompañando a la illita.

### [I-V]

Se encuentran dos tipos de interestratificaciones esencialmente:

- 1) (I-V) o así mismo  $(10-14_V)$ . Al natural dan -- bandas de  $12.4 \text{ \AA}$  a  $13.8 \text{ \AA}$  que incluyen el pico a  $10 \text{ \AA}$ ; con Mg y EG llegan a  $14.9 \text{ \AA}$  y al calentar colapsan a  $9.4 \text{ \AA}$ .
- 2)  $(10-14_V) + V$ , o en general (I-V)-V es decir, -- láminas de V alternando con interestratificación (I-V); responden a los tratamientos como sigue: al natural: banda de  $10 \text{ \AA}$  a  $12.8 \text{ \AA}$ ; -- con Mg: banda de  $12.3 \text{ \AA}$  a  $14.4 \text{ \AA}$ ; y al EG no expansionan. Al calentar colapsa hasta  $9.7$  o  $9.8 \text{ \AA}$

[V-M]

Son numerosas las formas descritas en bibliografía, de las que citamos exclusivamente las aparecidas en este trabajo. De ellas, (M-V) y  $(14_M-14_V)$ , recopiladas en THOREZ, 1975 son practicamente semejantes, mientras -- que la fórmula  $(M_{12}-V)$  parece ser ligeramente diferente. En el cuadro adjunto se esquematizan los espaciados (001) según su comportamiento frente a la Difracción. Se citan cuando es de interés la procedencia de la fuente.

1):  $(M_{12}-V)$  láminas de montmorillonita parcialmente deshidratada con vermiculita.

II-13A

	$M_{12}-V$	$(M_{12}-V)_{REG}$	$(M_{12}-V)_{REG}$	En esta tesis
N	13.9a14.3Å	14.3	(b)12 Å	b.13-14.7 Å (a veces:15.2Å)
Mg/EG yN/EG	16 a 16.5Å	15.3	(b)14.3-15.5Å	15.5-16 Å(Mg) <16.5Å(EG)
550°	9.8a10.1 Å	10.1	9.8-10.1Å	9.8-10.1 Å

2):  $(14_M-14_V)$  y/o bien en general (M-V)\*\*

II-13B

	$(14_M-14_V)$	$(M-V)_{REG}$	En esta tesis
N	(b)14 Å	14Å y 29Å	b.12-14Å
Mg			14.4-15.6Å
EG	(b)14-16Å	14-15.5 y 31Å	
Mg/EG			14.9-16Å
550°	10.1(a veces 9.1Å)	10Å(a veces 9.1Å) y 20Å	10.1-9.8Å*

\* con bandas hacia los 11 Å.

\*\* láminas de vermiculita y montmorillonita, irregulares - y/o con tendencia a la regularidad.

3) Fórmulas con Beidellita y vermiculita. (Son -- bastante raras, y solo se encontraron muy pocas en este trabajo).

Se citan en THOREZ, 1975 con varias fórmulas, entre otras: la descrita por HEYSTEK 1963 con N: 14.4 Å, EG: 15.7 Å, y un 9.9 Å al calentar a 550°C. Es una (Beid-Verm.) REG.

4): (V-Sm), se trata de láminas de esmectita - -- trioctaédricas, con vermiculitas. El comportamiento es = N: 12.6 y 16.4 Å; con Mg<sup>++</sup>: 10.4- y 16 Å; con EG: 15.4, 16.8 y 29 Å; al calentar a 550°C colapsan a 9.8 Å.

#### [C-M]

Se encuentran dos tipos, aunque muy semejantes: - (14<sub>C</sub>-14<sub>M</sub>) y (C-M).

Su comportamiento es el siguiente: con natural - sobre 14 Å. EG a 15.5 Å y pico a 7.8 Å. Al calentar da a 12 Å y pico muy pequeño a 23 Å (LUCAS 1963).

Véase por ejemplo las muestras TS 200-2, perfil-B y TS 061-A.

La segunda forma (C-M), presenta ligeras variaciones, con picos a: N: 29.5 Å y 14.3 Å; EG: 31.1 y 15.9 Å; 13.5 Å, 12.6 Å y 10 Å al calentar. Son formas que están - siempre en muy bajo porcentaje, por lo cual son mal detectadas (procedencia: SARKISYAN et al. 1972).

#### [C-Sap]

En general se trata de láminas de alta expansibilidad frente al EG: N con ~14, al EG llegan a >17.3 Å, incluso a 18 Å, y al calentar colapsan hacia 10 Å (9.8 Å), y quedan un pico alrededor de 13.5-14 Å. Se pueden interpretar como (C-Sap) ± regular, con clorita muy posiblemente expansible.

[C-V]

Tanto el natural como el EG mantienen una reflexión sobre  $14 \text{ \AA}$ , y al calentar hacia valores entre  $12 \text{ \AA}$  y  $11 \text{ \AA}$ ; se dan en porcentaje bajo y en reducido número de muestras en este trabajo. Creemos, dada la alta expansibilidad que en ocasiones pueda tratarse de cloritas muy lábiles.

En caso de tratarse de láminas de clorita hinchable, al EG pasan a  $17 \text{ \AA}$ , con intensidad reducida.

[Interestratificados con láminas de kaolinita]:

Son muy raros pero en determinadas muestras de esta tesis no pueden ser descartadas: así en TS-116-1 y TS-117-a, la característica general es la presencia de una banda ancha, (fondo muy levantado) entre  $7$  y  $10 \text{ \AA}$ , o incluso entre  $7$  y  $14 \text{ \AA}$ , en esta última intervienen láminas de esmectitas o vermiculitas (o cloríticas), y además el pico a  $7 \text{ \AA}$  es de base muy ancha, asimétrico o con "cola" hacia espaciados altos. (Descritas por LUCAS and SARSKISYAN en THOREZ 1975).

Interestratificados de tres láminas

Tales fórmulas son indudablemente de muy difícil interpretación, y suelen describirse en la bibliografía - como dos modelos de apilamiento en las láminas: ABC (tres láminas de comportamiento distinto), y AB-B o bien AB(BB), con una cierta regularidad en las láminas de tal modo que son eliminadas por anularse reflexiones de orden secundario por espaciados altos e intermedios . Casi siempre una de las láminas es de comportamiento micáceo, siendo escasa la interestratificación con caolinita. De la bibliografía consultada (especialmente en THOREZ-1975), y del análisis de diversas muestras en este trabajo, exponemos una tabla con indicación de la fórmula propuesta por nosotros en comparación con la fórmula citada en bibliografía, frente al comportamiento de Difracción de R-X. Tabla II-14.

La tabla II-15, resume la totalidad de espaciados altos en todo el conjunto de interestratificaciones descritas.

Tabla II-14

Fórmula y autor	Fórmula prop.	N	EG	550°C
$(10-14_M)-14_M$ Th. p89E	I-M: AB-B	14.6 15.3	13.9 + 14.3 18	~10
$(10-14_M)-14_M$ Th. p247	I-M: AB-B	10 14	10 18	10
$10-(10-14_M)-14_M$ "	I-M: A-AB-B	"	"	"
$(10-14_V)-V$ P. 69	I-V-V: (AB)-B	10 14	10 14	10 14
$(10-14_V)-14_V$ "	I-V-V: AB-B	(8.5),	(9), 10, 12	10 11
$10-(10-14_V)-14_V$ "	I-V: AABB	10, 12, 14	10, 12, 14	10, 12
$10-14_C-14_M$ Th. p237	I-C-M	10-14	10-16	10-13
$10-14_V-14_M$ Th. 75	I-V-M	16.0	16.0	9.8, (12)
$10-14_V-14_M$ Th. 75	I-V-M	13.9-14.3	16-16.5	
		9.8-10.1	9.8-10.1	9.8-10.1

Th = THOREZ (1975)

P = PAQUET (1969)

Tabla II-15

Resumen de espaciados en los interestratificados. K, I, V, C y M, aisladas no se incluyen. Recopilada de: - LUCAS, CAMET et MILLOT (1959), BROWN (1961), MARTIN VIVALDI y RODRIGUEZ GALLEGO (1961), LUCAS (1962), QUAKERNAAT -- (1968), DUNOYER DE SEGONZAC (1969), LOPEZ-AGUAYO (1972), - CABALLERO y MARTIN VIVALDI (1975), GIESEKING, edit. (1975), THOREZ (1975), muestras de este trabajo, y otros.

	N	Mg <sup>++</sup>	EG	550°C
Ms	12-15	15-16.6	17.3-19	10
10-14 <sub>M</sub>	10 <sup>^</sup> 12.3	10, <sup>^</sup> 15-16	10, 15 <sup>^</sup> 16	9.8-10.1
10-14 <sub>M</sub>	10 <sup>^</sup> 12.3	10 <sup>^</sup> 15-16	10, 15 <sup>^</sup> 16	9.8-10.1
M <sub>12</sub> -V	13-15	14-16.6	15-16.6	9.8-10
M <sub>12</sub> -V	14		16	10
14 <sub>V</sub> -14 <sub>M</sub>	13.9-14.3	<11.8	14.6-15.3	<11.8
(M-V)	14		14, 16	10
14 <sub>C</sub> -14 <sub>M</sub>	14		16	11.6
C-Sap	13.9-14.3		14.6-15.3	11.2 <sup>^</sup> 11.8
14 <sub>C</sub> -14 <sub>M</sub>			14.6-15.3	10, 14
y(14 <sub>V</sub> -C <sub>g</sub> )	~14		14.6-15.3	10, 14
(10-14 <sub>V</sub> ) + V	10, <sup>^</sup> 12, 14	10, 12, 14	10, 14, 17	~10
(I-M) 50%M	(24), 12		10, <sup>^</sup> 16	<sup>^</sup> 10

### 2-5.3. ANALISIS CUANTITATIVO POR DIFRACCION DE R-X

El análisis cuantitativo por Difracción de R-X, presenta problemas en ocasiones insolubles; en especial - las mezclas de minerales de la arcilla pueden dar amplios márgenes de error. En los últimos años se ha llegado a soluciones de compromiso normalmente aceptables. Entre - - otras medidas se tiende a realizar varios test comparativos, mediante la aplicación de fórmulas diversas, deducidas a partir de distintas condiciones experimentales. Recientemente SCHOEN, FOORD y WAGNER (1972), exponen los - problemas del análisis cuantitativo de las arcillas y la enorme dificultad debido a las condiciones de experimentación: la bondad de los análisis, depende de la precisión de las medidas, intensidades relativas de los picos, método de preparación de las láminas de agregados orientados - o polvo, tratamientos, tiempo empleado en el cálculo , -- etc.

Sin embargo, F. ECKHARDT (1972), discute este - trabajo afirmando no sin cierto pesimismo tres puntos:

- 1.- normalmente se utilizan seis diferentes métodos de determinación cuantitativa, pero exigen un mínimo de -- tiempo considerable.
- 2.- un método que presenta mayor "elegancia" consiste en utilizar muestras transparentes a la radiación, descrito por BERGIN 1964.
- 3.- "... en mi opinión, un método realmente cuantitativo de R-X para la determinación de minerales de arcilla es realmente imposible....., e incluso afirmando identidad de condiciones cristalográficas, químicas y de diámetro de partículas, al emplear minerales standards comparativos." ECKHARDT.



Desde un principio los métodos de análisis cuantitativo, parten de los cálculos de las intensidades reflejadas por los distintos planos cristalográficos. Las primeras informaciones que aportan datos sobre el análisis de las mezclas, datan del 1936 (CLARK y REYNOLDS) y utilizan un standar interno, empleando el método de DEBYE-SCHERRER.

Las condiciones necesarias, para un análisis, (en registro fotográfico y sobre papel) han sido estudiadas por ALEXANDER y KLUG, y fueron expuestas en: "X-ray Diffraction Procedures", 1954. Son de interés además los trabajos de: JOHNS, GRIM et BRADLEY (1954); ENGELHARDT (1955); JARVIS, DRAGSDORF and ELLIS (1957); MITCHEL (1960), y más tarde los de BERTRAND, LOISEL (1961); BRINDLEY (en BROWN 1961); DRITS (1961); NORRISH and TAYLOR (1962); SCHOEN (1962); THEISEN et BELLIS (1964); ALEXIADES and JACKSON (1966); VAN DER MAREL (1966); GIBBS (1967). Todos o casi todos ellos, para el tratamiento general del análisis cuantitativo.

Las técnicas utilizadas se pueden resumir en cuatro categorías:

a) utilizado por JOHNS, GRIM y BRADLEY (1954); se basa en que la ecuación de la intensidad de un pico puede ser reducida a una forma sencilla:  $I = |F|^2 \cdot (L \cdot P)$

Siendo I = intensidad integrada de la línea de Difracción; F = factor de estructura; L . P = una combinación de la constante de LORENTZ y el factor de polarización, que es constante para cada ángulo  $\theta$ .

Este método tiene varias desventajas, una de ellas cuando dos minerales coincidan bajo el mismo ángulo.

b) utilizado por SCHULTZ (1955, 1960 y 1964), - consiste en comparar, una arcilla standar pura de composición y cristalinidad similar a la muestra desconocida y - determinar los factores que relacionan la intensidad del pico con el volumen o peso en tanto por ciento; la ventaja es que los factores de multiplicación, al ser comparativos son más seguros que el cálculo del factor Lorentz++polarización realizado aisladamente en la mezcla.

Este método puede utilizar la fórmula de KLUG y ALEXANDER mediante la existencia de los standars internos. También pueden utilizarse adiciones a las mezclas de porcentaje conocido (BRINDLEY in BROWN 1961), en esta línea SALY and DRITS (1972) describen (basándose en parte en -- DRITS 1961 y BRINDLEY 1961) un complejo método de adiciones controladas en una mezcla.

c) el tercer tipo de cuantificación, utilizado - por GIBBS (1967) se basa en trabajos de SCHULTZ (1955, 1960 y 1964), sobre mezclas de arcillas standars.

Una cuestión importante en el uso de los standars internos es que necesariamente todos los minerales de la mezcla y el propio standar deberán cumplir unas condiciones de homogeneidad, como son: tamaño de partículas, factor de orientación de la ref. 001, grado de cristalini--dad, etc. y que indudablemente no cumplen.

Sin embargo y como han mostrado MARTIN POZAS, RO DRIGUEZ GALLEGO y MARTIN VIVALDI (1969), el grado de - - orientación y otros factores de influencia pueden conocerser relativamente bien en cada caso, por lo que el problema se simplifica algo (véase además TAYLOR y NORRISH 1966 y QUAKERNAAT 1968 y 1970).

d) un cuarto tipo de métodos, se inicia con CU--LLITY (1956), y se basa en la comparación directa.

Como es sabido la intensidad de un pico, depende de varios factores: densidad electrónica, factor de Lorentz, factor de estructura, factor de polarización, etc; pero puede admitirse, que para un mineral y un plano hkl-determinados se reducen a dos valores:  $K(hkl)$  una constante función del plano de reflexión considerado, y  $\bar{\mu}$ : coeficiente de absorción másico de cada mineral en la mezcla.- Se cumple pues la ecuación:

$$I_A = K(hkl) \frac{\omega_A \cdot \rho}{\rho_A \cdot \bar{\mu}} = K_A \cdot \omega_A / \rho_A \cdot \bar{\mu}^* \} I_A = K(hkl) \cdot \frac{V_A}{\bar{\mu}}$$

siendo  $V_A$  la proporción en volumen del componente A.

Como la intensidad de la radiación reflejada es proporcional, al número de cuentas registradas por el sistema de detección, puede afirmarse que la suma por integración del número de cuentas, es proporcional al área comprendida entre el fondo y la curva del diagrama: para una mezcla binaria se sabe que los porcentajes de los componentes A y B vienen expresados por:

$$\omega_A = \frac{\bar{\mu}^*}{\rho_A} \cdot A_A \quad \text{y} \quad \omega_B = \frac{\bar{\mu}^*}{\rho_B} \cdot A_B$$

siendo  $\omega_A$  y  $\omega_B$  los porcentajes de los minerales A y B;  $\rho_A$  y  $\rho_B$  los coeficientes de poderes de reflexión de A y B,  $A_A$  y  $A_B$  son las áreas respectivas del pico de reflexión de los minerales A y B.

De aquí se deduce la conocida fórmula de KLUG y ALEXANDER:

$$\omega_A = \frac{I_A \cdot \bar{\mu}^* \cdot \rho_A}{K_A \cdot \omega_A} = \frac{\bar{\mu}^*}{K_A} I_A = \frac{\bar{\mu}^*}{\rho_A} \cdot I_A$$

o bien de forma resumida:

$$\omega_B = \omega_A \cdot \frac{A_B}{A_A}$$

El problema se reduce pues a conocer las áreas - y los coeficientes de absorción másica de cada componente de la mezcla. El coeficiente de absorción másica puede -- significar un problema en las muestras de polvo y en los agregados orientados estudiados por reflexión, problema - resuelto en parte por NORRISH y TAYLOR (1962), TAYLOR y - NORRISH (1966).

QUAKERNAAT (1968) basándose en las consideraciones y cálculos efectuados por ALEXANDER y KLUG (1948), -- VON ENGELHARDT (1955), BISCAYE (1964) y JUMPERTZ (1965), - calcula los coeficientes másicos de absorción, tanto de - muestras de arcillas en mezclas, como de minerales stan-- dards, para ello utiliza el método de la radiación transmi-- tida y emplea muestras más o menos transparentes a la radiación (orientadas y no orientadas). Así mismo utiliza - para el cálculo cuantitativo los diagramas obtenidos por reflexión, mediante el empleo de standars internos, o por comparación con el poder de reflexión del pico 001 de un mineral (kaolinita) considerado como unidad.

Los resultados de este autor son interesantes, - ya que la transmisión y la reflexión de los R-X, vienen - a dar valores cuantitativos similares. Los índices, coefi-- cientes másicos y poderes de reflexión son calculados ba-- sándose en el poder de reflexión del cuarzo, según LE- - GRAND, 1960, y el índice de cristalinidad y poder de re-- flexión de la kaolinita, de BRINDLEY, y KURTOSSY, 1961 y 1962, y discusión de VAN DER MAREL, 1962.

Hay que tener presente además, el factor de - - orientación selectiva para ciertos minerales de la arci-- lla. MARTIN-POZAS, RODRIGUEZ-GALLEGO y MARTIN-VIVALDI, -- (1969) en cámara de Weissemberg y difractogramas, modifi-- cadas (1968), muestran el grado de orientación y su in- - fluencia en los datos cuantitativos de mezclas.

Numerosos autores, usando la ecc. de ALEXANDER-KLUG, y mediante el cálculo de los coeficientes de absorción másica han investigado el poder de reflexión de algunos picos característicos. (La fórmula puede escribirse en función de las relaciones I/P (intensidad/Poder de reflexión), bien mediante un patrón interno de % conocido en la muestra y cuyo poder de reflexión se toma como unitario, o bien de modo simple sin la presencia de standar internos. En este último caso, todos los poderes reflectantes de cada mineral son relativos con respecto al poder reflectante de un mineral de características bien conocidas (la kaolinita), que se toma como unitario. La fórmula se escribe pues:

$$C_{A\%} = \frac{I_A^{(001)} / P_A^{(001)} \cdot 100}{\sum I_n / P_n^{(001)}}$$

siendo:  $C_A$  = Concentración o % del mineral A en la mezcla.

$P_A$  = Poder reflectante del pico (001) del mineral A.

$I_A$  = Intensidad del pico (001) del mineral A.

A,B,C,... = minerales presentes en la mezcla.

Valor unitario = El poder reflectante de la reflexión (001) de Kaolinita. MARTIN-POZAS (1968)

La relación I/P del pico de reflexión máxima han sido tomadas como el porcentaje de algunos minerales de la arcilla, de un modo simple. Siguiendo una modificación de GRIM y BRADLEY (1954), y PIERGE and SIEGEL (1959), se suelen tomar las áreas de los picos 17, 10, 7 y 3.20Å en los diagramas al EG como los valores de las intensidades dividido por un factor propio de cada mineral: suelen tomarse las siguientes:

- a) El área del pico a  $10 \text{ \AA}$ , corresponde al % en Illita (micas). GRIM y BRADLEY, 1954, y otros.
- b) El área a  $17 \text{ \AA}$ , dividido por 4 corresponde al % en Montmorillonitas (GRIM y BRADLEY 1964).
- c) El área del pico a  $7 \text{ \AA}$ , dividido por 2 corresponde al % del Clorita + Kaolinita (SCHULTZ, (1965), MARTIN POZAS et al., (1968).
- d) El área del pico a  $3.20 \text{ \AA}$ , partido por 3 es igual al % en Paragonita en ausencia de Feldespatos (GONZALEZ-GARCIA, FENOL HACHI, MARTIN-VIVALDI 1970).
- e) El pico a  $7 \text{ \AA}$ , una vez tratado con ácido, permite la distinción entre Clorita y Kaolinita, por lo que previa comparación con el pico a  $10 \text{ \AA}$ , se establece la relación: área del pico a  $7 \text{ \AA}$  (ClH) dividido por 2 es igual a porcentajes de Kaolinita 4, RODRIGUEZ-GALLEGO 1961-a, b).

Estas cifras han sido utilizadas por numerosos autores, sin embargo no son coincidentes los resultados de muchos minerales, por ejemplo SCHULTZ en 1964, expresa un valor para el poder de reflexión del pico a  $3.343$  del cuarzo igual a 2 mientras que otros autores dan cifras del orden de  $1,5 \text{ \AA}$  (ambas referidas al valor 1 de la cara a  $10 \text{ \AA}$  de la mica).

Revisada la bibliografía y los cálculos sobre los poderes reflectantes de diversos minerales, se han utilizado los valores expuestos en la tabla adjunta, escogiendo como valor unitario el pico 001 de la Kaolinita.

Algunos de los valores han sido calculados en muestras de mezclas preparadas para este fin, utilizando los patrones seleccionados en este trabajo.

Los cálculos de porcentaje son fáciles de conocer siempre que la cristalinidad sea elevada y los picos estén bien separados entre sí. Normalmente se sigue el procedimiento indicado por la fórmula, pero si las arci-

Las contienen impurezas de carbonatos especialmente el problema se reducirá a utilizar la siguiente ecuación:

$$\omega_p = \frac{A'_p}{\Sigma A'} (100-\% \text{ arcillas})$$

Tabla de Poderes de reflexión (P.r.) admitidos - y usados en este trabajo, para los cálculos cuantitativos de las muestras. Tabla II-16

Minerales	d (Å)	hkl	P.r.	AUTOR y año
CAOLINITA	7	001	1	MARTIN POZAS 1968
ILLITA	10	001	0.5	" " "
CLORITA	14	001	0.6	" " "
MONTMORILLONITA (N)	14	001	1.8	" " "
MONTMORILLONITA (Mg)	14-15	001	1.8	muestra patrón
MONTMORILLONITA (EG)	17	001	2	MARTIN POZAS 1968
VERMICULITA	14	001	2.9	" " "
VERMICULITA (EG)	15	001	2.8	muestra patrón
SEPIOLITA	12	110	1.1	DORRONSORO 1969
TALCO	10	001	2	GALAN HUERTOS 1972
C <sub>14</sub> -M <sub>14</sub> (EG)		002	0.2	CABALLERO 1972
Interestrat. (I-M)		001	0.2-1.5	
MICA (MOSCOVITA)	10	001	0.4	
CALCITA	3.03		0.5	1/2 de SHULTZ 1964
PARAGONITA	3.20	003	1.5	1/2
DOLOMITA	2.88		0.5	1/2 de SHULTZ 1964
CUARZO	3.343		0.75	
"	4.26		0.22	
"	3.343		1	1/2 de SHULTZ 1964
ORTOSA	3.24		0.5	1/2 de SHULTZ 1964
SIDERITA	3.06		0.3	
ALUNITA	2.97		0.37	
PLAGIOCLASAS			0.5 variable	



### Medida del área

En los casos de picos agudos, de minerales bien cristalizados y con una base estrecha se admite que el -- área, y la altura del pico son prácticamente identifica-- bles; (minerales con bajo espaciado como cuarzo, dolomita, etc). En las arcillas con picos simétricos y de fondo pla no suele tomarse el área del triángulo isósceles como - - equivalente al producto  $b \cdot 1/2 h$  ; siendo  $1/2 h$  la se - - mialtura del pico desde el fondo del diagrama y  $b$  la an-- chura medida en la mitad del mismo.

En fondos con suave pendiente, el error es peque ño, si admitimos que el fondo se encuentra entre la línea que une los extremos de la base del pico, y en ausencia - de interferencias con otros minerales próximos (por ejem- plo cuando se solapan dos curvas de picos muy próximos, - ya que entonces se levanta el fondo común).

Existe el caso más complejo de fondos no planos: en especial con picos de espaciado alto, por ejemplo  $17\text{Å}$ . Entonces si el mineral se encuentra aislado no exige más problema que la adecuada delimitación del fondo en esa zo na, y puede emplearse idéntica medida:  $b \cdot 1/2 h$ .

En picos de base muy amplia de espaciados altos y asimétricos, puede demostrarse que el área  $b \cdot 1/2 h$ , con tiene un error por exceso, de difícil control. Para paliar en lo posible este problema, se adoptó la medición con -- planímetro de precisión modelo OTT.

Para trazar el diseño del fondo se usaron lámii-- nas portamuestras de vidrio normales y calentadas a  $550^\circ$  - (para comprobar la ausencia de deformación al calor), la zona de ángulos bajos de la pastilla de sílice y un pol- vo de una sustancia inerte (gel de sílice). Las condicio- nes de barrido del equipo de Difracción de R-X, se mantu- vieron invariantes.

La medida de las áreas se efectuó en los diagramas orientados  $Mg^{++}/EG$  para evitar el efecto de solapamiento y dado el mayor poder reflectante, el alto grado de orientación y la homogeneización de las muestras con el catión Mg.

En caso de interferencia entre dos picos próximos (por ejemplo 10 y 14 Å) el fondo común está levantado. En el punto de mínima intensidad y a una altura mitad (o ligeramente inferior), sobre el fondo teórico, se diseña la intersección de las curvas de ambos picos; - - siempre en ausencia de minerales con espaciados intermedios.

Los datos cuantitativos se refieren exclusivamente a los minerales de la arcilla.

De todas maneras el análisis cuantitativo está expuesto a errores debido a que la influencia de las sustituciones isomórficas, el grado de cristalinidad y - - otros factores, son muy difíciles de controlar a priori.

C A P I T U L O   I I I

DATOS GEOLOGICOS



## INTRODUCCION

En el presente capítulo, exponemos la mayor parte de los datos experimentales y las descripciones de campo de los materiales sedimentarios, utilizados en esta tesis.

Se agrupan en perfiles (o conjunto de muestras --afines) cuya descripción de campo va seguida de los datos-analíticos: análisis texturales en su caso, mineralogía de la fracción arcilla, estudiada mediante Difracción de R-X., y el estudio petrográfico de la fracción arena. Finalmente se citan los datos micromorfológicos de muestras incoherentes (láminas delgadas embutidas en resinas plásticas), o en láminas delgadas de rocas, describiendo su análisis mineralógico y micropaleontológico, cuando este último se ha hecho.

La situación de perfiles y muestras se expone en el Mapa nº 1.

### 3-1. ESTRATIGRAFIA

#### 3-1.1.- PALEOZOICO

Está ampliamente representado en el sector N, ocupando las hojas de Santa María de Trassierra (922) y Córdoba (923); en general no se han diferenciado pisos, formaciones ni estructuras hercinianas que lo afectan. Está constituido por materiales que abarcan desde el Precámbrico hasta el Carbonífero (aunque el Silúrico y el Devónico están ausentes en nuestro mapa).

Presentamos una breve descripción de los materiales que afloran:

#### PRECAMBRICO Y SERIE DE TRANSICION

Son numerosas las citas sobre el Precámbrico de la zona de Ossa Morena (el cual encontramos en los alrededores del embalse de la Breña), CAPDEVILLA, MATTE y PAREDES (1971), FABRIES (1963), FRICKE (1962), PARGA (1971), PARGA y VEGAS (1972), entre otros. CASTELLO y RAMIREZ (1972), atribuyen los términos más antiguos al Cámbrico. Prescindiendo de la discusión sobre la edad, hemos admitido el término Precámbrico, basándonos en la presencia de discordancias con las series detríticas inferiores del Cámbrico cordobés: "El Cámbrico está discordante sobre el Precámbrico, aunque el paso de un sistema a otro no es neto y se hace mediante una serie compleja de transición, con predominio de materiales volcánicos básicos e intermedios, rocas piroclásticas y cinéritas" (FONTBOTE 1972). Aparecen los siguientes términos:

Precámbrico: PCA

tramo 1: "pizarras con intercalaciones volcánicas" (CASTELLO y RAMIREZ 1972). Aflora en el borde Noroeste del mapa desde las ruinas de Medina-Azahara hasta las inmediaciones de la Serrezuela de Posadas.

Se intercalan areniscas ("arcosas albíticas y litarcosas volcánicas") y cuarcitas micáceas. Hacia el Oeste (donde el metamorfismo es evidente) afloran importantes series vulcanosedimentarias, descritas como filitas y esquistos albíticos, acompañados de "Metaconglomerados volcánicos".

En lámina delgada (mestras del Cerro Cobati llas, Pantano la Breña) se pueden identificar diabasas y espilitas verdes con: ortosa, albita-oligoclasa, biotita dudosa y clinopiróxenos con fuerte alteración, en gran parte sericítica.

tramo 2: serie vulcanosedimentarias de "queratófidos ferríferos y espilitas. Son mencionados en la región de Medina-Azahara, donde "predominan las volcánicas masivas y queratófidos de aspecto morado". Localmente hay brechas volcánicas e intercalaciones lutíticas. Hacia el Oeste se citan también espilitas verdes porfídicas. La composición mineralógica del tramo se ha seguido mediante láminas delgadas de los queratófidos morados y espilitas verdes.

Parece tratarse de la Serie de Transición.

Cámbrico: CA<sub>1</sub>

tramo 1: "unidad detrítico conglomerática", con areniscas del tipo arcosas, descansa sobre un conglomerado poco potente y con frecuentes variaciones laterales en granulometría.

Parece tratarse de la Serie Inferior del Cámbrico, y reposa discordante. La composición mineralógica nos advierte la presencia de cuarzo, feldespatos, microclina y abundante impregnación de óxidos de Fe. Es frecuente la mica blanca.

tramo 2: serie carbonatada fosilífera: Serrezuela de Posadas y las Ermitas de Córdoba especialmente y un pequeño afloramiento al E. del santuario de Linares. Diversos autores citan:

a) calizas tableadas y margas arenosas de tonos azules más o menos metasomatizados por efecto de las rocas intrusivas a mármoles.

b) subtramo medio: calizas, dolomias, margocalizas y pizarras, con una potencia entre 200 y 1.000 m. (FONTBOTE 1972); aparece un complejo de dolomias-biomicrofitas (margas nodulosas verdes con frecuentes restos orgánicos de Arqueociátidos) y capas carbonatadas y margosas, acompañadas de pizarras y arcosas arcillosas\*.

c) subtramo superior: serie detrítico carbonatada de análogas características.

La mineralogía de todo el paquete es muy variada, encontrándose cuarzo, feldespato potásico, yesos (en cavidades) y micas (en especial biotita cloritizada) acompañadas de muy escasa turmalina y zircón. Es muy abundante la presencia de hematites así como dolomias rojas probablemente de metasomatismo (CASTELLO y RAMIREZ 1972).

tramo 3: "unidad detrítica superior". Aflora en la Serrezuela de Posadas y posee las mismas características que las descritas por los autores citados en la zona Occidental de la hoja de Trassierra y en la región N. Descansa concordantemente con las calizas y constituye una "facies arenoso pizarrosa de arcosas grises cuya mineralogía es: cuarzo, albita, feldespato potásico y moscovita acompañadas de rutilo, titanita, turmalina y zircón"; según la misma cita son frecuentes las intercalaciones volcánicas y hacia el techo se aprecia una mayor pizarrosidad y margosidad. A nuestro juicio la Serrezuela constituye un horst con cierta morfología de glacis en especial por su bordura meridional. La edad de este tramo es atribuida al Cámbrico Inferior, parte alta.

---

\*: en las capas carbonatadas son especialmente frecuentes lechos de estromatolitos, y numerosa fauna recifal, -- con algas, trilobites, etc. LIÑAN (1974)

Carbonífero: H

Está representado únicamente en el sector Centro-Este, y constituido por una serie alternante de esquists pelíticos (pizarras de colores oscuros) y "grauwacas" en series rítmicas y con potencias variables. Aflora discordante sobre el Cámbrico, ya que están ausentes el Silúrico y el Devónico. La fauna de lamelibranquios y otras formas los datan como Viseano Medio y Superior. Constituye una serie de carácter flysh. Toda la serie se inicia con un conglomerado, cuyos cantos de cuarcita evidencia su procedencia siluriana. Localmente se han encontrado porfidos cuarcíferos, con feldespato rosado y cuarzo visibles; su aspecto es semejante a grauwacas ácidas o intermedias (Santuario de Linares).

Se han encontrado en el arroyo Linares, abundante fauna de aviculopectem, mytilidos, productidos, spiriferidos y formas libres de tetracoralarios, celentéreos s.p. etc., que precisan bien la edad de la formación (LIÑAN y otros).



3-1.2.- TRIAS: T<sub>B-K</sub>

Es conocida la existencia de dos tipos de materiales de las facies germano-andaluza en esta región:

EL BUNTSANDSTEIN, con características detrítico-conglomerática, aflora en pequeños retazos subhorizontales sobre la cota de 300 m. al N-E de Córdoba, fosilizando el relieve posthercínico. Lo forman cantos de cuarzo roja bien rodados y con diámetros heterogéneos entre 2 y 200 mm. con algunas huellas de presión y estrías. El cemento es silíceo y arcilloso con intenso color rojo. Se han encontrado algunos helechos similares a los citados en el Carpio, LIZAUR y PRIETO (1950). La potencia no es superior a 15 m. por la intensa erosión que lo ha afectado.

EL KEUPER, aflora en el sector Sureste: Espejo y Castro del Rio, afloramientos ya conocidos por LIZAUR y PRIETO (1952 y 1955). El único afloramiento dentro de nuestra zona que permite una estratigrafía detallada, corresponde a unas yeseras explotadas desde antiguo, próximas a la Silla del Caballo (canteras de D. Germán Jurado). En las salinas de Duernas (Km. 304.5 de la carretera de Granada) se identifican los niveles más bajos.

La especial abundancia de arcillas rojas y yesos de colores abigarrados frecuentemente rosas, en bancos a veces masivos o nodulares, y la presencia de niveles carnioloides en especial hacia el techo, parece indicar la facies Keuper del Trias Sup. Algún lecho de dolomía carnoloide es rosado.

El conjunto es más arcilloso, con margas rojizas hacia el E. de Castro del Rio, donde abundan las limolitas amarillas. Solo en las salinas se encuentran calizas grises cuyo aspecto recuerda el Muschelkalk.

En la figura se observan la columna estratigráfica y los análisis mineralógicos, de las muestras globales junto al análisis de texturas (arena-limo-arcilla);- y se indica la situación en la Serie, de las arcillas estudiadas por Difracción. FIG. 10.

Como puede advertirse en la citada columna, la serie de Espejo es bastante variable en potencia, y con frecuentes cambios litológicos. En la tabla siguiente, exponemos la composición global de las muestras de esta serie, referidas a los diagramas de Difracción de R-X (polvo).

-ARCILLAS-

Nivel	Muestra	Espac. en Å						Calcita	Dolomita	Otros	Å
		14	10.7	10	7	7.5	4.26				
Dolomia brechoide	200-9	+	+	+	+		+		+		
Yeso blanco	200-8						+	+++			
Yeso	200-7			++		++	t?		+		
Dolomia gris	200-6					+	t?	+			
Yeso + dolomita	200-5			t		+++	t?	+++			
Yesos rojos y verdes.	200-4					+++	++				
Arcilla roja	200-3	+	+	+	+	+	+	+			
Arcilla negra	200-2	+	+	+	+		+	+	+		
Dolomia rosa	200-1	+	+	+	+		+	+			
Arcillas blancas y verdes.	060-y	+		+	+	+x	tx	+		(+)	

En lámina delgada los yesos blancos (TS-200-8), -  
presentan el aspecto de las microfotografías 1 y 2 . Se -  
aprecian las siguientes características:

TEXTURA: microcristalina, con filoncillos criptocristali-  
nos.

COMPOSICION MINERALOGICA: yeso 70%, anhidrita 1%, matriz-  
hialina 20%, con color de interferencia gris de-  
primer orden.

FACIES: evaporítica

OBSERVACIONES: la granulometría del yeso es muy homogénea.  
En los filoncillos de mayor cantidad en material  
hialino, puede estudiarse el movimiento de halo-  
cinesis, donde los cristales de yeso son arranca-  
dos y arrastrados, en determinadas direcciones -  
de flujo. En ocasiones es muy visible el micro-  
plegamiento.

Los yesos se suelen intercalar a niveles de yeso  
negro, con arcillas oscuras carentes de materia orgánica,  
o con muy escasa proporción de ella (0.8 a 0.9% según aná-  
lisis) y ricos en Mn (pirolusita entre otros), muestra --  
TS-200-2, o en marcasita.

Los yesos rosados (TS-200-4) presentan aspecto -  
gneísico y nodular, con grandes cristales de 2 a 5 cm de-  
media.

En las dolomias brechoides (TS-200-9), se obser-  
van en lámina delgada los siguientes detalles:

TEXTURA: brechoide, con cemento arcilloso calizo.  
aséptica; la arcilla del cemento engloba fragmen-  
tos muy triturados.  
Matriz rojiza alrededor de los granos de mayor -  
diámetro.

COMPOSICION MINERALOGICA: dolomita, calcita, algún frag-  
mento de mármol, cuarzo con inclusiones transpa-  
rentes, cantos dolomicríticos con pelets.

HUECOS : son interpartículas recubiertos por tapices crís-  
ticos de calcita y dolomita. Porosidad acusada.

CLASIFICACION: dolomia brechoide.

FACIES : marina-lacustre, tectonizada.

En la figura 10 se indican los porcentajes de las  
fracciones arcillosas, mediante diagramas circulares, y un-  
diagrama triangular clorita-micas-montmorillonita.

MICROFOTOGRAFIA nº 1. Lámina TS-200-8.

Yeso blanco, Trias Sup. Filoncillos hialinos en  
globando cristales de yeso.

90X. Pol. cruzados.

MICROFOTOGRAFIA nº 2. Lámina TS-200-8.

Otro aspecto. Masas hialinas en posición de ex  
tinción.

90X. Pol. cruzados.

A continuación y en base a una mejor claridad en tre los datos estratigráficos y mineralógicos, se expone una tabla que resume la composición mineralógica de la fracción arcillosa. Aunque tales datos serán incluidos en el capítulo 4, correspondiente al estudio de los diagramas de Difracción de R-X.\*

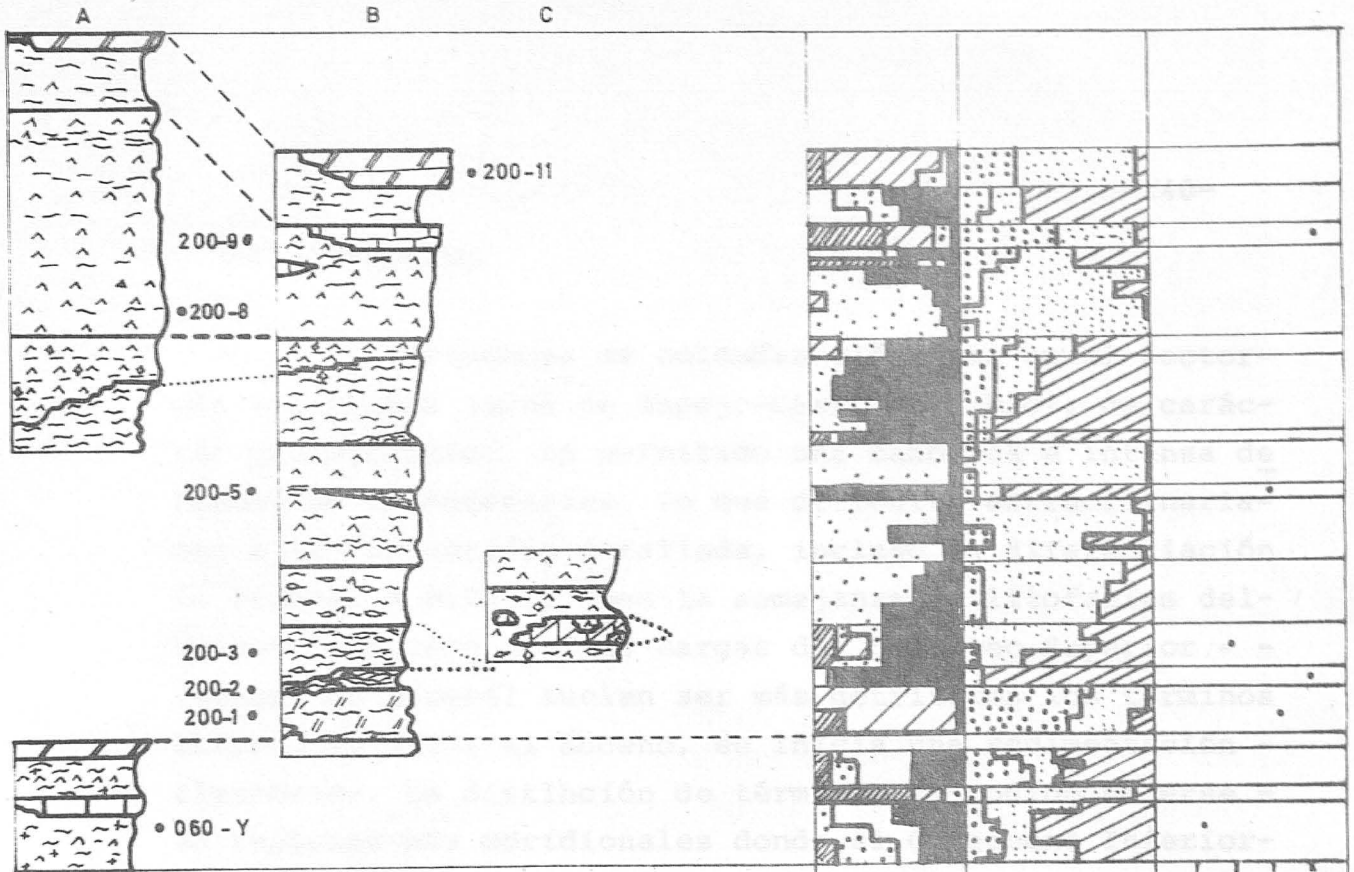
Muestra	060-yeso	200-1	200-2	200-3	200-9
Montmorillonita				10%	
Vermiculita		+			
Illita	25%		44%	65%	70%
Clorita sed.	75%			25%	25%
14 <sub>C</sub> -14 <sub>M</sub>			55%		
(I-M)x				t	
(V-C)					t
(I-V)		++			
Dolomita		++	+	+	+
Cuarzo		+	+	+	+
Yeso		+		+	+
Calcita	+	+	+		
Otros**					

Indice de cristalinidad y relaciones 002/001 de cloritas e illitas:

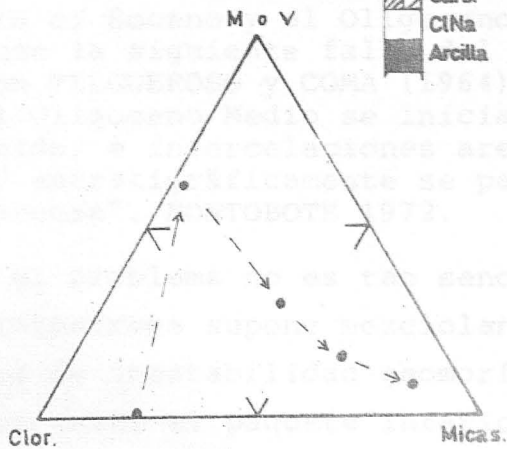
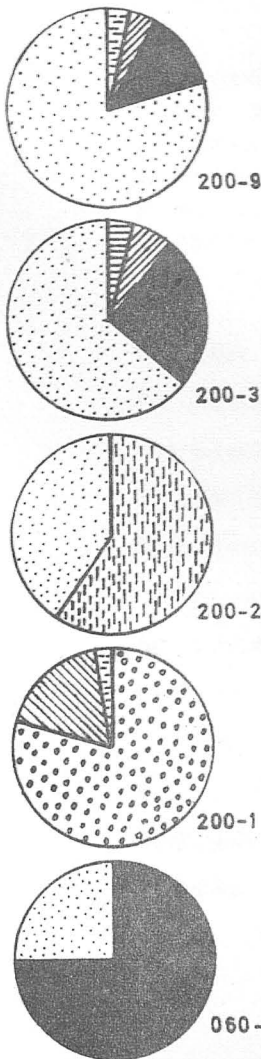
	060-y	200-1	200-2	200-3	200-9
Ind.cristalinidad I	2.5	0.15+0.21	9+8	4+4.5	8.5
Relación 002/001	0.43		0.38	0.26	0.25
Ind.cristalinidad C	1.57				
Relación 002/001	0.56			0.86	

\*: Como se indicó en la Introducción de esta Tesis esta norma se seguirá a lo largo de este capítulo.

\*\* : Feldespatos y Palygorskita.



A y B = canteras S y N  
C = salinas de Duernas



Yeso	Arena	Indice crist.
Carb.	Limo	Ilitas y rel.
ClNa	Arcilla	Al / Fe+Mg
Arcilla		



SERIE DEL TRIAS DE ESPEJO (KEUPER)  
Mineralogía de arcillas, composición global y columna estratigráfica.



FIG 10

### 3-1.3. NEOGENO

La presencia de unidades alóctonas en el sector más meridional (zona de Espejo-Castro del Rio), de carácter olitostrómico, ha permitido una cahótica e intensa de formación de materiales, lo que dificulta extraordinariamente la cartografía detallada, incluso la diferenciación de tramos. A ello se suma la semejanza de litofacies del Paleoceno-Eoceno con las margas del Cretáceo Superior - - (aunque en general suelen ser más detríticos los términos altos). Ya desde el Eoceno, se inicia una sedimentación - flyschoides. La distinción de términos ha podido hacerse - en regiones más meridionales donde el Oligoceno Inferior - suele faltar, consecuencia posiblemente de la "mise en -- place" del Olistostroma:

"Entre el Eoceno y el Oligoceno Medio existe una discordancia con la siguiente falta del Oligoceno Inf., - según mostraron FELGUEROSO y COMA (1964). Los materiales inferiores del Oligoceno Medio se inician con calizas de aspecto brechoide, e intercalaciones arenosas y margosas, y al descender estratigráficamente se pasa a una fase - - francamente margosa". FONTOBOTE 1972.

Pero el problema no es tan sencillo, pues la aparición del Olistostroma supone mezclolanza de materiales - (a consecuencia de inestabilidad geomorfotectónica), de - niveles que van desde el paquete "inferior" más plástico - triásico (y que sin embargo debe ser el menos mezclado -- con los depósitos sincrónicos al deslizamiento gravitatorio), hasta el Mioceno Medio detrítico-margoso, incluyendo retazos de jurásico (por ej. próximo a Osuna) y Cretáceo margoso: en la confluencia del Guadajoz con el Arroyo-Salado afloran con reducidas proporciones unas margas grises con abundante fauna de ammonites del Hauteriviense: - Phylloceras tethis, Phyllopachyceras infundibulum, Neocomites, etc. (todos d'ORBIGNY).

En conjunto el Eoceno-Oligoceno y Mioceno Inferior afloran, ligados tectónicamente al olitostroma, aunque reposan discordantemente sobre él, en la zona meridional, y en ellos puede distinguirse a grandes rasgos una cierta estructura de plegamiento.

Diferente problema lo presenta el Mioceno detrítico de las facies del borde de Sierra Morena, que se inicia por niveles estratigráficamente más altos (Mioceno Superior s.p.). En la mayor parte de la Depresión del Guadalquivir existe un predominio de formaciones margosas, discordantes sobre los términos citados para las unidades alóctonas de Espejo-Castro del Rio. En esquema podemos distinguir:

<u>Zona Norte</u>	<u>Zona Centro</u>	<u>Zona Sur</u>
Mioceno Sup. detrítico	Andaluciense Tortonense Sup.	Mioceno Sup. detrítico*
*: Formación de - Teba.		Mioceno Medio- Superior**
**: Margas blancas		***Eoceno-Mioceno Inferior.
***: Series detríticas aloctonas.		Olitostroma s.s.



Niveles alóctonos (Unidad Espejo-Castro del Rio)

Comprende el Trias (facies Keuper ya descrito) y un conjunto margoso con edades muy distintas (Cretáceo - -Mioceno). Dada la naturaleza margosa, la meteorización y potentes suelos, es virtualmente imposible separar tramos estratigráficos (incluso reconocer afloramientos). Solo se distingue el Keuper por su coloración roja abigarrada. Afloran en zonas de topografía suave y baja: A. Malperdi-da, N del A. Salado.

EOCENO-MIOCENO SUPERIOR

Ligado al movimiento tectónico del olistostroma- aunque reposa discordante sobre los materiales plásticos- infrayacentes. No es factible conseguir una estratigrafía detallada, entre muchas razones porque el Trias ha funcio- nado diapíricamente con posterioridad a la "mise en pla- ce" de la tectónica de manto, lo cual complica aún más la estructura: diápico de las Yeseras de D. Germán Jurado. - Aflora en Espejo, Castro del Rio (al N), en zonas de topo- grafía elevada ya que los materiales detríticos permiten- cierto relieve.

Los perfiles estudiados se localizan en el Mapa- nº 1 y la figura 11.

Fundamentalmente los términos son detríticos, -- con calizas brechoides de poca profundidad con frecuentes intercalaciones arenosas y margosas (flyschoide) que anti- guamente habían sido atribuidos a un Stampiense-Aquita- niense.

Al N. del Cerro Tordecillas junto al Km. 302.5 - de la Carr. Córdoba-Granada, y cerca de Espejo, los térmi- nos parecen corresponder, a niveles más bajos, mientras- que en Cerro Harinillas, y otros puntos pueda tratarse de niveles altos. En los afloramientos citados aparecen los- siguientes subtramos:

- a): Biocalcarenitas beige. Calizas detríticas, que petrográficamente son ruditas, y biorrudmicritas (facies costera poco profunda, con medios ricos en aportes detríticos). Bancos de 20-30 cm\*. Microfauna acumulada en lechos esporádicos. A veces aspecto brechoide. Frecuentes aglomerados arcillosos glauconíticos. La microfauna determina un OLIGOCENO (En general es alto: AQUITANO-BURDIGALIENSE?):

En lámina delgada (TS-010, 011, entre otras) se observan los siguientes aspectos:

Son biosparitas y biosparruditas (algunas biomicrruditas) con: calcita, cuarzo anguloso, plagioclasa, glauconita, moscovita, sericita, biotita, y otros.

La microfauna es muy abundante en ortophracminas, globigerínidos, nummulites, algas (litothanmiun), amphisteginas, briozoarios y políperos, y fragmentos de equínidos, oogónidos de characeas, entre otros. Microfotos n<sup>o</sup> 4, 5 y 6.

- b): Calizas detríticas y niveles arenosos (carretera Km. 302.5): unos 10 m de pot. alternancia de calizas de grano fino, con margas y areniscas beige y amarillas, bien estratificados, bancos no gruesos. Hacia el techo se hacen margosos, con pasadas intercaladas de calizas detríticas poco fosilíferas. Debido a la abundancia de derrubios muy remezclados, la situación límite con las margas blancas del Burdigaliense-Helveciense que sobre ellos reposan, puede quedar desdibujado. De hecho parece tratarse de un nivel de transición.

En lámina delgada (serie TS-076 a TS-082 por ejemplo), aparecen como: biosparruditas, y en especial Areniscas biomicritas, con: cuarzo (abundante y muy fragmentado), calcita, glauconita y hematites (estas últimas como relleno de fósiles), muy escasos minerales pesados (biotita, etc). La microfauna es de: lepidociclynas, (localmente abundantísimas), globigerinas, nodosarios, miogypsims? y algas. Es en conjunto menos abundante que en los paquetes del subtramo a).

En celdilla se reconocen entre otras formas las siguientes: heterolepas, algas calcáreas, astacolias?, dentalinoides, nonius y globotruncanas erosionadas.

---

\*: En Espejo llegan a ~50 cm.

Mineralogía de las arcillas:

	076	078	079
Montmorillonitas		60%	
(M <sub>12</sub> -V)	60%		50%
(C-V)			5
Illita	30	25	30
Caolinita	10	3	5
Cuarzo	t		
Calcita			5
(I-M)			10?

Mineralogía de las arenas:

- 076 Casi todo foraminíferos. Muy escasos: hematites, - - cuarzo, magnetita y óxidos de Fe.
- 078 Foraminíferos, espículas silíceas, radiolarios, y - 10% de glauconia. El resto: hornblenda verde, limonita y glauconia (relleno de fósiles), algún cuarzo.
- 079 Solamente foraminíferos, espículas y algún cuarzo - con grafito, minerales ambarinos\*; relleno de fósiles glauconita , cuarzos idiomorfos.

En otro punto (cerro Harinillas) bancos muy bien marcados de 30 cm. de caliza detrítica, biosparrrudita, dan microfauna de lepidocyclinas que - identifican el Aquitaniense, y son coronadas por caliza detrítica muy blanca en alternancia con - arenisca y arenas sueltas amarillas con fenóme-- nos de slumping.

En lámina delgada (TS-091), aparecen como arenis cas cementadas y biocalcarenitas, las primeras - con cuarzo dominante y limonitas, sin fauna; y - las segundas con lepidocyclinas.

En la fig.11, puede estudiarse los cortes cita-- dos de estos niveles, que incluyen detalles sobre la es-- tratificación y estructuras sedimentarias observadas. Son frecuentes estratificación gradada, huellas sinsedimenta-- rias de reptación y slumping entre otros.

\*: brookita y estaurotita.

Analogamente se encuentran: laminaciones en niveles calizos, laminación cruzada (climbing ripples-lamination y otras formas), etc.

En conjunto la microfauna permite pues datar términos desde un posible Eoceno hasta un Mioceno Inferior:

Así las formas siguientes indican:

Discocyclina, Asterodiscus, Nummulites sp. Operculinas, Gypsinas, Lithotammium, Globorrotalia, Cibicides, Discorbis, otros: (Germán Jurado): EOCENO-OLIGOCENO.

Otras láminas indican microfauna abundante de: Lepidociclinas?, Amphisteginas, Heterosteginas, Eulepidina, Miogypsinoidea complanatus, Globigerinas muy abundantes, -nodosáridos, y otros. Además: algas, characeas, briozoarios, etc.

Indican en conjunto OLIGOCENO-MIOCENO (Inferior?)

Localmente se ha encontrado próximo al río Salado, algún canto más o menos rodado de calizas blancas con alveolónidos, miliólidos, opertorbitolítidos, briozoarios y otras formas del Eoceno. No pertenecen a estas series, pero posiblemente son cantos resedimentados durante el movimiento olistostrómico. MICROFOTO n<sup>o</sup> 3.

Las microfotografías n<sup>o</sup> 4, 5 y 6, muestran el aspecto de estos niveles detríticos.

MICROFOTOGRAFIA nº 3. Calizas con alveolinas. -  
Orbitolítido. La caliza es una Biosparita.

25 X. Sin pol.

MICROFOTOGRAFIA nº 4. Lámina TS-080".  
Nodosariado y globigerínidos del Oligoceno de--  
trítico. Biomicrita.

25 X. Sin pol.

B) BURDIGALIENSE Y HELVECIENSE

"Corresponde a una alternancia de finos bancos - de calizas margosas y margas blancas" (FONTBOTE, cit 1972 a F. y COMA, op. cit.), bien representadas en la margen derecha del Guadajoz (Santa Cruz). Potencia no superior a 40 m. (fuera del mapa alcanzan los 100 m. en Castro del Rio). La microfauna permite confirmar la presencia de un-BURDIGALIENSE.

Láminas delgadas: micritas muy arcillosas, con escasa fauna.

En celdilla se identifican: heterolepas, nonius, lenticulinas, amphyteginas sp., \* globigerinas, astaculus, orbulina. En diámetros finos se encuentran glandulinidae, praeglobulimina, y radiolarios, espículas de opalo.

Mineralógicamente son margas arcillosas con abundante microfauna, glauconita y cuarzo en la fracción arena.

Mineralogía de las arcillas:

Muestra	009'	071	090
Montmorillonita (I-M)	70%	70%	70%
Clorita sed.	x		
Palygorskita		t	x
Illita aislada	18	15	18
Caolinita	3	3	5
Cuarzo	t		
Calcita	t		t

Mineralogía de las arenas:

- 009' Foraminíferos, espículas silíceas. En muy bajo porcentaje hay: cuarzo y mica.
- 071 Foraminíferos (95%), arcillas limoníticas, menos de un 4% es cuarzo y calcita; espículas de opalo.
- 090 Practicamente solo hay foraminíferos: globigerinas, lagénidos y buliminas. Resto: tubos (fósiles) limoníticos y calcita.

Todo el conjunto detrítico se hunde y acuña suavemente hacia el N.

\*: Amphysteginas

MICROFOTO nº 5. Lámina TS-081.

Biocalcarenita (Biomicrocista arenosa), con globigerínidos.

25 X. Sin pol.

MICROFOTO nº 6. Lámina TS-  
Lepidocyclina, discoidea.

25 X. Sin pol.

En Castro del Rio, reaparecen las margas claras, bastante arcillosas, y en aparente concordancia con las series detríticas de Espejo. Aquí no se ven términos de transición. Son extraordinariamente ricas en radiolarios y espículas de ópalo, por lo cual se consideran como el área fuerte, junto a los afloramientos citados de Santa Cruz-Fernán Núñez, de tales microfaunas aparecidas en los depósitos cuaternarios del Guadajoz y Guadalquivir. Los estratos son bancos de 10-20 cm., a veces hasta 40 cm, -- con estratificación tableada.

Las muestras estudiadas, separadas 15-20 m. en la vertical ofrecen idéntica mineralogía de arcillas:

Datos analíticos: texturas

	arena	limo	arcilla	carbonatos
TS-110	10	~20	70	35-40
TS-110'	<5	~20	75	~35

arcillas	10-14 <sub>M</sub>	K	Clorita
TS-110	90	<5	5
TS-110'	90	<5	5

Fracción arena: casi exclusivamente microfauna. Entre la arena: cuarzo (+), mica (+), goethita (aglomerada):(+++)- y otros.

La microfauna es: (Lámina delgada y celdillas):

Radiolarios abundantes: actinomma, podocyr~~tis~~, -stephanodiscus, etc. Espículas de esponjas (de ópalo): tetractinellas, triactinas, hexactinélidos, y tetractinellas. Además aparecen ophirhabde, microscleras (de hexactinélidas), etc. Abundantes diatomeas: coscinodiscus pan--tocseki, etc.

Tales datos indican una zona de medios profundos (en el off-shore) de mayor profundidad que los afloramientos de Santa Cruz, BURDIGALIENSE-HELVECIENSE.

Nota: En la zona de Fernán Núñez y con pot. no determinable, los lechos blancos afloran con niveles silíceos (sillex), más calcáreos y pueden considerarse como el término más alto del conjunto olitostromico, por su fauna HELVE--CIENSE.



Unidades Autóctonas: MIOCENO (M)

Las series más potentes y mejor representadas en la región constituyen las unidades autóctonas del Mioceno. Podemos diferenciar las siguientes formaciones:

Formación detrítica inferior.-

Se sitúa en dos grandes afloramientos: al Sur, - con niveles de areniscas, calcarenitas y biomicritas con cuarzo, (Cerro de Teba) cuya microfauna, data un Helveciense-Tortonense?, y descansan discordantes sobre una serie de transición margosa entre las unidades del Tortonense Superior y las margas Helvecienses.

Al Norte, forman parte del conjunto "facies - - transgresiva de borde." Ver fig. 11 y mapa 1.

1- Zona Sur (Cerro de Teba)

Tramo de calcarenitas y biocalcarenitas amarillas (petrograficamente son biomicritas y biosparitas con cuarzo) que descansan sobre un nivel de transición de margas arenosas grises. Hacia el techo y lateralmente pasan a arcillas y margas azules (Formación del Tortonense Superior). La continuidad lateral se pierde hacia el N y O. La microfauna, bastante rota y resedimentada no permite precisiones en la datación, tanto en lámina como en celdilla. La microfauna son lamelibranquios (pectínidos, chlamys y ostreidos rotos). Se han identificado: (en lámina delgada): algas, litotammiun, miolépido-cyclinas, etc. Y en celdilla: lenticulinas, nonius, heterolepas?, etc.

Los bancos son groseros, masivos con estratificación cruzada normal y torrecial, megarrípples, rípples de oleaje y de corriente, y otras formas: gradación de tamaños, zonas nodulares (resedimentarias), etc, que evidencian un medio de alta energía en las zonas Subdeltaicas.- La potencia no es superior a 40 m. y es variable. Corresponde a la zona de canales deltaicos. El análisis de pa--

leocorrientes muestra dispersión de datos, en general hacia el Sur.

La mineralogía de arcillas muestra: interestratificaciones M-V-I o bien I-Sap, de difícil interpretación:

	TS-095-1	184-1	
Interest. 1*	75%		1*: Láminas I-M-V o -
Interest. 2*		90%?	bien I-Sap. .
Illita aislada	20%?		2*: I-Sap. o bien I-V.
Caolinita	5	10%?	
Calcita	t		

La fracción arena contiene:

095-1 = 40% microfauna (foraminíferos abundantes)  
 30% cuarzo (en especial rosado e idiomorfo).  
 10% calcita rodada.

184-1 = Fósiles calizos casi exclusivamente. Alguna espí-  
 cula de ópalo.

En lámina delgada se han determinado:

Lámina TS-096, (Zona de Sta Cruz).  
 TS-098, (Zona de Teba?)  
 TS-100,

En los subtramos arcillosos (arcilla rosada y --  
 verdosa), la mineralogía de las arcillas es:

Muestra	087-1	087-2
Montmorillonita	15%	15%
Illita	70	70
Caolinita	10	8
Clorita sed.	8	12
Clorita hinchable (I-M)	x	x
		x

Fracción arena:

- 087-1 70% de cuarzo, 10% de foraminíferos sp., 20% limonita, 6% fósiles.
- 087-2 Alguna mica (biotita, moscovita), arcillas rojizas con Fe., cuarzo roto, algunos con patina de Fe, cuarzo melado (cuarzos rodados), limonita, fósiles, entre otros: dientes de peces; brookita, glauconia.

La facies del borde N, transgresivas se describen de W a E, e ilustran en la figura 11.

2) Serie de Cuevas Altas. (Según transcripción - de CASTELLO y RAMIREZ 1972): (Facies al N).

Tramo 1: Conglomerado calizo con cantos de calizas, pizarras y alguna cuarcita paleozoica. Heterometría y espesor variable. Macrofauna abundante con ostreidos.

Tramo 2: Arenas sueltas con niveles compactos de lumaquelas de ostreidos. Contienen mica. Hacia el techo el grado de compactación es mayor, por cemento calizo.

Abundante fauna de: globigerínidos, myolepidinas, miogipsinas, y otros.

tramo 3: Biocritas y biosparitas con fauna mal clasificable, de 10 a 15 m. de espesor. Lo atribuyen al TORTONIENSE SUPERIOR.

3) Pantano de la Breña: (Facies al N).

Tramo 1: no observado

Tramo 2: arenas margo-arcillosas, que en algún punto pasan a margas arcillosas, potencia de 20 a 30 m.

Tramo 3: calizas detríticas de tipo conglomerático que hacia el techo se hacen biocritas y biosparitas, con presencia de fauna, potencia de 30 a 40 m.

Al O. del pantano se ha descrito un corte de mayor potencia con características similares, a excepción del conglomerado basal y sin datar por microfauna. Observaciones personales al S. y N. de Posadas (la Serrezuela) nos permiten afirmar la mayor abundancia de margas arcillosas, intercaladas hacia el techo de las arenas. Además reaparece el conglomerado basal, y la caliza detrítica es realmente una arenisca de cemento calizo con microfauna de: globigerinoides, nummulítidos, radiolas y placas, lamelibranquios, y posibles miogipsinas, que confirma el TORTONIENSE SUPERIOR. La mineralogía es de: cuarzo roto, y escasísima glauconita y moscovita.

4) Zona del Brillante (Facies al N).

Tramo 1: conglomerados calizos discontinuos y de potencia reducida.

Tramo 2: calizas arenosas y arenas sueltas, calcáreas. -- Abundante macrofauna de equínidos, ostreidos, - pectínidos, braquiópodos, y una microfauna que - caracterizan facies costeras poco profundas (sub - arrecifal?).

Tramo 3: lechos discontinuos de biosparitas y biomicritas con estructuras de algas. En efecto en lámina - delgada aparecen: nummulites, ortophracminas, - amphistegina, lithotamium, miogypsinas; placas y radiolas. Las algas son rodofíceas.

Al N. del Brillante las calizas detríticas des-- cansan sobre un conglomerado basal, son tableadas y de ma - yor cementación. Series semejantes afloran en Asland. (7).

5) Afloramientos de Alcolea. (Corte del Guadiato)

Tramo 1: conglomerados transgresivos, calizas y biocalca - renitas amarillas (muestra TS-138).

Tramo 2: arenas azules con moscovita, locales lumaquelas - de lamelibranquios (muestra TS-139).

Tramo 3: calcarenitas y/o biocalcarenitas. Es discontinuo (muestra TS-137).

Tramo 4: arenas margosas grises; (término de transición - hacia las arcillas y margas azules).

Este corte se ha estudiado con cierto detalle, - así las fracciones arena, arcilla y el estudio de lámii-- nas delgadas y microfauna indican:

Tramo 1: muestra TS-138: Lámina delgada con microfauna de algas, cantos de cuarcita roja muy frecuentes y - esquistos, clorita (biax +), opacos.

Tramo 2: muestra TS-139, textura: ar:66%, lim:16%, arc:18%.  
arenas: moscovita (50%), cuarzo (30), glauconita (15), clorita (2-3), calcita (1), dolomi - ta (0,5), 1 cristal de andalucita?, acti - nolitas. No hay fósiles. Hornblenda (en - Ø más fino), ortosa.

Ver foto nº 7.

Mineralogía de las arcillas: montmorillonita - -  
20%, clorita x , mica blanca\*, illita 65%, caolinita - -  
12%, moscovita x , (C-V) irreg.

Practicamente, carece de microfauna.

La microfauna de todo el conjunto permite datar un HELVECIENSE-TORTONIENSE, sin más precisiones.

6) Otras localidades permiten corroborar esta datación: el tramo 2 aflora con abundante fauna en los márgenes del Guadajoz (carretera a Sevilla, Km. 423; y carretera a Almodóvar, Km. 4, etc). En este último punto, se distinguen: (perfil TS-064):

Subtramo 1: 10 m. de arenas azules con dos bancos intercalados, con lumaquelas de ostreidos.

Subtramo 2: 4 a 5 m. de arcillas azules, cortadas discordantemente por depósitos del Guadajoz.

Mineralogía y microfauna (TS-064-c) del conjunto:

Mineralogía de las arcillas: montmorillonitas > 50%, clorita hinchable 10%?, illita 10%, -- caolinita 2%?, moscovita x?.

Mineralogía de las arenas: 30% de cuarzo roto, 10% cuarzo idiomorfo, 25% foraminíferos, 15% glauconia, 12% feldespatos, 2% biotita, y algunas moscovitas.

Microfauna: Lenticulinas, globigerínidos (cámaras), sedas y radiolas, pocas espículas de opalo.

En colinas más septentrionales, a cotas más altas, desaparecen las arenas con moscovita, y son más abundantes las calizas (calcarenitas\*).

---

\*: Mica 2M, ± fengítica.

\*: Los cortes descritos se exponen en la figura 11.

Serie de Asland

Encontramos dos tramos, con un cambio de facies importante en ambos:

Tramo 1: Areniscas azuladas y grises, con variación lateral a margas y arcillas grises. Bancos bien estratificados, con potencia de ~4 m. Bien calibrados, con un <5% en arcilla. La mineralogía es sobre todo calcita, y algunos cuarzos, glauconita y micas blancas. La microfauna y macrofauna (semejante al afloramiento de Alcolea) suministra una edad TORTONIENSE SUPERIOR. El límite superior es marcado por la variación de color (de gris azulado a amarillo y beige), que no es paralela a la estratificación.

Tramo 2: Areniscas pálidas amarillentas y beige. Bancos masivos, con potencia de ~5 m. Algunos lechos son compactos, constituidos practicamente por foraminíferos, en disposición paralela a la estratificación, de heterosteginas (*gomezangulensis*, PERCONIG 1971), que datan el TORTONIENSE SUPERIOR.

MICROFOTOGRAFIA nº 7. Lám. TS-139.

Moscovita con agujas de turmalina. 100 X. Pol. - cruzados.

MICROFOTOGRAFIA nº 8. Fracc. arenas.



Formación de arcillas y margas azules: M<sub>2</sub>

Potente formación de margas arcillosas y arcillas azules grises, con finas y esporádicas intercalaciones de areniscas ocre y amarillas (ferruginosas). Las areniscas no pueden ser seguidas en el campo con fidelidad, pese a su aparente continuidad, debido a la escasa potencia y a la naturaleza arcillosa de toda la formación. Los estratos han sufrido una fuerte removición superficial. En ocasiones, un potente suelo impide toda observación. Por tanto no existen auténticos niveles guía.

Hacia el techo dominan niveles detríticos y colores amarillos, de acuerdo con FELGUEROSO y COMA (1964) y FONTBOTE (1972); y constituyen el "tramo arenoso amarillo y ferruginoso." Localmente se han seguido algunos niveles detríticos en cartografía: carretera Granada Km. 286 a 294 (estratos de 80 cm. de arenisca, muestras TS-056), carretera Granada Km. 294 en margen izquierda del Guadajoz (perfil TS-085 a 87).

Todo el conjunto presenta una potencia visible en este área entre 80 a 250 m. En nuestra opinión son aceptables para la transversal de Córdoba y según la cartografía, potencias de 100 a 250 m. Al N. y O. y 200 a 270 al Sureste. Son abundantes niveles de yesos.

En lámina delgada (muestras TS-046, 066, 108-3, 073' y 085-2 entre otras), aparecen:

Cuarzo subrodado y dominante 35%, micas 5%, con cemento calizo a veces, calcita 30%, limonita ~15%, glauconita ~2% y algún feldespatos ~3%.

Fauna de Globigerínidos especialmente, rellenos de glauconita, globorrotalías dentalinas y monoseriados (nodosarias).

Son rudisparitas cuarzosas con fósiles y biomicritas cuarzosas, con calcita.

En otras láminas se aprecian espículas de esponjas (ópalo), radiolarios y abundantes camarillas de globi

gerinas, junto a políperos y miogypsinas. Ocasionalmente, se estudian cloritas y otras micas, y rellenos de Fe en los fósiles.

Los niveles arcillosos (en lámina delgada) contienen: feldespatos, sericita, turmalinas, serpentina, micas, óxidos de Fe pardos, andalucita (solo local), y calcita (el cuarzo es dominante).

El estudio petrográfico de las arenas tanto de niveles areniscos como arcillosos se resume en las tablas siguientes:

Niveles areniscos:

Muestra	046	TS-055	057	057 <sub>1</sub>	066
Serpentina	+				
inclus. en Q	+				
Cuarzo	+++		++++	+	35
Plagioclasa	+				4
Ortosa	+				+
Calcita	+++		++		(30)
Dolomita	++				+
Yeso					+?
Biotita alterada	+				3
Moscovita	+		+		1-2
Clorita			t		t
Glauconita	+				1-2
Sericita	+				+
Limonita	+		++	+	15-20
Magtita	+				
Opalo (espículas)	++	+		+	+
Foraminíferos	(+)	+	++++	+++++	10%
Circón					t

Nota: La formación arcillosa aflora extensamente desde el Guadalquivir. Véase FOTOGRAFIA nº 9.

Niveles arcillosos (Arenas)

Muestra	TS-009	021	056-2	066'	085-4	108-3	115-1	119-0	087-1	087-2
g. con inclus.						+				
Cuarzo	+++		++	25%	70%	+++		+	70%	60%
Calcita						+	++			
Ortosa+seric.				15%		++		+	10%	
Plagioclasa				+		++		+	+	
Hematites						+				
Limonita	+	++++		25%	4%	+	+++	+	20%	++
Dolomita							+			
Biotita		+				++		+		
Moscovita			+	10%		++		+		
Clorita				1%	3.5%	+		+		
Hornblenda	+							+		
Glauconita	+			6%	10%	+	+?			+
Frag.de rocas	+	+			+	++	++	++		
Opalo		++			7%					
Foraminíferos	+++++	++	+++++		+		+++++	++	6%	+
Cloritoide								+		
Dientes										+
Otras rocas			+				+	silex		
Turm. (agujas)						t				

FOTOGRAFIA nº 9. Formación arcillas y margas - azules TORTONIENSES. Meandro del Guadalquivir, próximo a Córdoba.

En lámina delgada se observan las siguientes características:

Lám. TS-046 Nivel areniscoso

TEXTURA: Microgranuda, subaglomerática granular, de granos sueltos angulosos y homométricos (fragmentos muy rotos). Suborientación visible. Seudoestratificación marcada por la hematites.

ESQUELETO: Cuarzo, calcita, caliza microcristalina, dolomita, ópalo (espículas), moscovita, glauconia, biotita muy alterada, ortosa, cuarzo con inclusiones, plagioclasa calcosódica, hematites, serpiente, sericita, frag. calizos y opacos (magnetita), cemento calcítico muy pulverulento (criptocristalino).

MICROFAUNA: Foraminíferos: globigerinas de paredes finas y globotruncanas; frag. de erizos, abundantísimas cámaras de globigerínidos, radiolarios y espículas de esponjas.

EDAD : MIOCENO SUPERIOR?

FACIES : Areniscas, mar somero, maduras.

NOMBRE : BIOCALCARENITA, o arenisca con fósiles. (Arenas cuarcíferas arcillosas).

Lám. TS-066 Nivel areniscoso

TEXTURA: Aglomerática, microgranuda, suborientación de micas, dispersión de diámetros, casi nula. Homométrica.

ESQUELETO: Cuarzo 35%, roto subangular, alguno contiene grafito; calcita 30%, subidiomorfa o idiomorfa, macla polisintética; limonita 15 a 20%, rodeando cristales (matriz), biotita 3 a 4%, o mica muy alterada; plagioclasas y feldespatos muy alterados 3 a 4%; glauconita verde 1 a 2%, masas criptocristalinas de calcita (matriz) con pelets; moscovita 1 a 2%, albita, sericita, circón, dolomita, aragonito?, restos de foraminíferos 10%, yeso.

MICROFAUNA: Globigerinas de paredes finas y gruesas, algunas rellenas de glauconia; globorrotalias rodadas; frag. de lamelibranquios; dentalinas muy escasas; monoseriados; talos de algas; abundan cámaras aisladas de globigerinoides; nodosaria sp.; caparazones reticulados de globigerinas con limonita; posible amphistegina?.

FACIES : Arenisca calcárea, marina, de medio oxidante, lavada, madura y bien clasificada.

NOMBRE : rudisparita cuarzosa.

EDAD : MIOCENO SUPERIOR? TORTONIENSE SUPERIOR.

OBSERVACIONES: muy características figuras de interferencias en los globos de globigerinidos. En otra muestra el 20% son foraminíferos.

Lám. TS-108-3 Nivel arcilloso

TEXTURA: Porfírica.

PLASMA : Homogéneo sin separaciones: aséptica; se diferencian tres dominios:

- a) dominios papulares, masas más o menos oscuras con hidromorfismo, y diferenciados del resto del plasma. Crísticas y microcrísticas.
- b) dominio cristalino con granos minerales rodeados de arcilla (aglomerática).
- c) zonas intermedias entre las anteriores. El contacto es difuso. Coexisten dominios con arcilla masiva no orientada y presencia de Fe posiblemente gleyificado (hidromorfismo). Agregados de aspecto calcánico muy oscuros y sin orientación, generalmente alrededor de huecos Lithorelictos arcillosos.

ESQUELETO: Cuarzo, plagioclasa -sobre todo 60 y 90% en Na-, ortosa en parte sericítica, frag. de rocas ácidas con moscovita y biotita; son escasos: turmalina en agujas, glauconita, clorita, hematites y óxidos de Fe pardos, hay además calcita, y zoisita incluida en el cuarzo. Posible serpentina.

HUECOS : Irregulares e interconectados. Abundan las subcavidades.

PORCENTAJE CUANTITATIVO: Plasma 40%, minerales 50%, huecos 10% -media de cinco medidas-.

Todo el conjunto se atribuye al MIOCENO SUPERIOR = TORTONIENSE SUPERIOR?.

En general la microfauna estudiada en celdilla -  
da.

Lenticulinas, elphidium, heterolepas, frondicula-  
ria, globorrotalias y globigerinas, vaginulinopsis, nodo-  
sáridos, uvigerínidos y neofabellina (las tres últimas --  
son escasas).

Formación detrítica superior: ANDALUCIENSE: Ms

Hacia el techo la formación anterior se hace de-  
trítica y areniscosa, iniciándose una regresión. En el --  
sector oriental (cerros del Toscal, Trapero, etc.) son --  
más abundantes y potentes estos niveles (se alcanzan los-  
60 m.), en bancos delgados de 10 a 20 cm. Mineralogica--  
mente se caracterizan por cuarzo angular, en ocasiones ro-  
deado de patinas rojizo-amarillentas de óxidos de Fe limoniti-  
cos arcillosos, y calcita, con escasa mica; y microfauna-  
muy pobre, de globigerínidos y algún monoseriado.

En los sectores más occidentales afloran en apa-  
rente concordancia, arenas sueltas y conglomerados hetero-  
métricos que hacia el techo están caracterizados por una-  
intensa rubefacción. Describimos a continuación los cor--  
tes más interesantes:

Perfil de Guadalcazar. TS-195. Véase FIG. 11

Junto al arroyo de la Marota, próximo al pueblo.

Tramo 1: arcillas azuladas y episodios detríticos, 10 m.

Tramo 2: arenas y conglomerados sueltos, con especial -  
abundancia en lentejones y lechos ricos en bolas  
de arcillas armadas, : "armored mud balls"

Tramo 3: arenas blancas homométricas. Estratificación y -  
estructuras sedimentarias bien definidas. Convo-  
luted, ripples, etc. y bolas. Mica blanca abun--  
dante.

Tramo 4: en aparente discordancia descansan arcillas grises, algo arenosas y tableadas, con escasa potencia. Convoluta, estructura laminar turbidítica en parte, cross bedding. Mica blanca.

Tramo 5: 4 m. de arenas en bancos masivos. Suave cementación hacia el techo, y alguna arcilla.

El conjunto está coronado por arcillas grises -- del MIOCENO SUP.-ANDALUC. y presenta características de turbidez en zonas de playa. Son turbiditas, cuya petrografía es como sigue: cuarzo: 60-70, cuarcita: ~10-15; fragm. rocas metamórficas: ~<10; frag. rocas ácidas ~5; micas (biotita alterada y moscovita) ~3-5; hematites y óxidos de Fe, plagioclasa, etc.

Las características de las bolas que en este perfil se hayan fuertemente encostradas en óxidos de Fe, son expuestas en el capítulo 6; Su aspecto puede apreciarse en la fotografía nº 10

Perfil de Arrecife y la Marota. Vease FIG.11.

Constituye una gravera en el Km 423 de la general a Sevilla y a 2 Km. al S, arroyo de la Marota. TS-195

Tramo 1: arcillas arenosas grises, con yeso y nódulos calizo-arcillosos. Bancos arenosos de 20 a 10 cm. intercalados, en buzamiento suave.

Tramo 2: en discordancia progresiva descansa un paquete de conglomerados con intercalaciones de bolas de arcilla, ("armored mud ball"). Estratificación -- cruzada, con abundantes ripples. Color amarillo y ausencia de rubefacción. Algún lecho arcilloso. Potencia total ~10-15 m.

Tramo 3: idéntica constitución que el anterior, pero de mayor homometría en las arenas, con abundante arcilla muy rubefactada. La presencia de sliques -- side y estructuras cutánicas demuestran su origen de iluviación. Potencia 10 a 5 m.



La transición entre ambos tramos, es marcada por presencia de rubefacción en la matriz arcillosa y una mayor homometría en la arena. Localmente, en grietas bien lavadas, la arcilla muestra coloración amarilla. Estratificación cruzada poco -- marcada. Ausencia de bolas.

Tramo 4: conglomerados rojos. No pertenecen a la serie y yacen discordantes, constituyendo la terraza cuaternaria antigua de cota 220 m.

La fotografía muestra el fuerte arroyamiento que sufren los niveles de arenisca roja, tramo 3, en el corte expuesto en la trinchera de la carretera a Sevilla, Km. - 422 junto a Arrecife. FOTO n°11.

Las microfotografías muestran el aspecto en lámina delgada de los sedimentos de arenisca roja (tramo 3), - láminas TS-196, donde puede apreciarse la orientación preferencial de la arcilla roja sobre los granos y la presencia de cutanes. Fotografías: 12, 13 y 14.

La figura. 57 indica el aspecto de las curvas granulométricas.

La mineralogía de las arenas es: cuarzo, en especial anguloso y roto, calcita y alguna moscovita; y de la arcilla: óxidos de Fe, illita degradada, caolinita y un - posible (I-C). La microfauna es muy escasa: a veces son - observados nodos áridos, alguna globigerina, etc.

Contrariamente al perfil de Guadalcazar, las estructuras de bolas cárecen de encostramientos de óxidos - de Fe, y el lavado del perfil es menor.

En conjunto la formación del tramo 3 y 2 son car tografiables, y los criterios a adoptar en el campo son: - menor diámetro de partículas, selectividad de tamaños - - (buen calibrado), presencia de arcilla roja con fracturas brillantes (sliquen-sides), y cutanes bien visibles en lámina delgada.

En la fig. 12, puede verse la columna estratigrá general de la totalidad del Neógeno.

FOTOGRAFIA nº 10. Formación areniscas amarillas ANDALUCIENSE. Lechos con armored mud balls. Perfil TS-195, Guadalcázar.

Descripción de las láminas delgadas y aspectos micromorfológicos, de muestras de esta Formación.

TS-196-1

FOTOGRAFIAS: 12, 13 y 14

TEXTURA: granular microcristalina, con matriz arcillosa roja. Granos homogéneos y subangulares.

PLASMA : la textura plásmica, totalmente sépica, característica: skelsépica y vosépica; a veces mosépica. Color rojo intenso. En su mayor parte constituyen cutanes de iluviación: alrededor de granos minerales, de huecos y en ocasiones masas diferenciadas en el interior del plasma. Pápulas en el interior de algunos cutanes vosépicas más grandes. Algún cután vosépico se presenta completo con zona interior pálida. La mayor parte son argilanes y existen algunos ferricutanes\*

Son cutanes de iluviación en su totalidad, y constituyen un total de hasta 10% de plasma. Otras formas: calcanes cristalinos, y micropápulas.

ESQUELETO MINERAL: el cuarzo es dominante junto a la ortosa. Son visibles y por este orden: plagioclasas, chert, ortosa con sericita, mica blanca, augita, pertitas, etc. Se ve alguna glauconita.

HUECOS : la mayoría son grietas de retracción, rellenas de cutanes (argilanes) iluviados, algunas son vésiculas y otros de empaquetamiento. Aparecen grietas interiores por retracción en los cutanes grandes.

PORCENTAJES CUANTITATIVOS: la tabla adjunta expone los porcentajes obtenidos mediante conteo automático con Microvideomat, en 5 medidas de distintas áreas.

	<u>Huecos</u>	<u>Plasma</u>	<u>Minerales</u>	<u>Cutanes</u>
	35	44	20	12/44
	38	27	35	6/27
	38	33	29	9/33
	39	29	32	8/29
	32	33	35	10/33
media :	36.4	33.2	30.2	9
máxima :	39	44	35	12
mínima :	32	27	20	10

\*: Ferriargilanes.

TS-196-2

TEXTURA: Porfírica, mediogranuda, con granulometría bimodal. Plasma totalmente orientado: sépico, skelsé pico, y localmente vosépico y masépico.

PLASMA : casi en su totalidad en forma de cutanes, argillanos y ferriargillanos. Con pápulas. Canales rellenos de arcilla cutánica, de color pálido, por lavado del Fe.

Dos dominios: los canales con arcilla pálida, -- tienen mayor porcentaje en arcilla. Es de movilidad posterior. El resto es muy semejante a la muestra anterior.

Pápulas, y algunas discontinuidades. Fe removilizado.

ESQUELETO: Cuarzo y ortosa dominante, plagioclasas (albitica), moscovita. En menor cantidad: serpentita, turmalina -incluida en cuarzo-, cuarcita con -- moscovita plumosa y sericita, circón, hornblenda. De las ortoclasas se han encontrado: mirmequita, pertita y ortosa con sericita.

HUECOS : De empaquetamiento, y menos cantidad de metahuecos, y alguna vesícula. Las grietas de tracción abundan relativamente, y ortohuecos.

PORCENTAJES: Las medias son : minerales 60%\*, huecos 9%, plasma 31% (material cutánico >de la mitad).

\* Se ha hecho un conteo de granos de arena -granulométrico- que arroja los siguientes datos (sobre el 60% de arena):

<u>Ø mm</u>	<u>%</u>	<u>% acumulativo</u>
5.5	2	2
3	4.5	6.5
2	10	16.5
1.5	25	41.5
1	10	51.5
0.5	30	81.5
0.2	10	91.5
0.1	6	97.5
0.05	2.5	100

Se advierten dos máximos de frecuencia en partículas de diámetro de 1,5 y 0,5 mm.

FOTOGRAFIA nº11. Perfil de Arrecife.

Carretera Córdoba-Sevilla, Km.422. Formación areniscas del ANDALUCIENSE. Arrollamiento en el talud. Encima y discordantes: conglomerados del Cuaternario antiguo.

MICROFOTOGRAFIA nº12. Lámina TS-196

(Formación areniscas ANDALUCIENSES).

Cután mixto: ferriargillán, con interior pálido, vosépico. Con dominios internos papulares (intercutánicos) Grietas de retracción. 100 X, polarizadores cruzados.

MICROFOTOGRAFIA nº 13. Lámina TS-196

Areniscas con arcilla roja del ANDALUCIENSE. Grandes cutanes vosépicos de iluviación (ferriargillanes). El esqueleto mineral son cuarzos angulares. La arcilla es sépica.

30 X. Sin analizador.

MICROFOTOGRAFIA nº 14. Lámina TS-196

Idéntica a la anterior. Polarizadores cruzados.

### 3-1.4. CUATERNARIO

Los materiales del Cuaternario y de acuerdo con la bibliografía citada (en especial FELGUEROSO y COMA -- 1964, Mapas de Síntesis de Cartografía, 1970, y CASTELLO y RAMIREZ 1974) son abundantes en esta zona, distinguiéndose tres grupos de terrenos: Cuaternario Antiguo, Medio y Moderno. En general constituye terrazas y depósitos - asociados al Guadalquivir y principales afluentes.

Hemos atendido a diversos criterios para la delimitación de terrazas, en especial al litoestratigráfico, y somos conscientes de la irregularidad de las superficies de depósito de las mismas, lo que se tiene en cuenta al valorar el criterio topográfico. Las terrazas antiguas se depositan sobre una superficie más o menos alabeada; no ocurre así con los depósitos actuales, pudiéndose diferenciar cuando lo permiten las observaciones de campo, los límites de point bar respecto a la llanura de inundación (flood plain).

En la descripción del Cuaternario seguimos la siguiente distinción:

Cuatern.	Antiguo.	$Q_1$	=	Terrazas antiguas	( $1^a$ y $2^a$ )
"	Medio	$Q_2$	=	Terrazas medias	( $2^a?$ y $3^a$ )
"	Reciente	$Q_{3.1}$	=	Terrazas actuales	( $4^a$ y $5^a$ ) del Guadalquivir.
"	"	$Q_{3.1}'$	=	Terrazas del Guadajoz	( $1^a$ y $2^a$ )
"	"	$Q_{3.2}$	=	Derrubios, Aluviales y depósitos de Ladera	

A) TERRAZAS ANTIGUAS (Q<sub>1</sub>)

Suelen estar constituidas por limos y arcillas - con intercalaciones de conglomerados y arenas, y en especial con cantos rodados y gravas de fuerte heterometría, - ausencia de cementación pero con costras calcáreas y niveles de abundantes caliches. Ocasionalmente las costras - son agatoides y completamente endurecidas, en lámina delgada muestra estructura de crecimiento y segregación que indican un origen mixto: véase la microfotografía: 15.

Está ampliamente rubefactada con color rojo intenso y en general es poco potente; la matriz arcillosa - posee aspecto cutánico.

Se distinguen dos niveles de aterrazamiento, que podemos denominar 1<sup>a</sup> y 2<sup>a</sup> terraza, pero de litología muy semejante. El criterio de diferencias de cota solo puede seguirse en el entorno de cada transversal.

El esquema siguiente para la transversal de Cuesta del Espino se basa en parte en CARBONELL (op. cit.):

Cota 300	Terr. Altas	1 <sup>a</sup>	Cuesta el Espino(S)
Cota 200,min.	Terr. "	2 <sup>a</sup>	Descenso al Alamo
Cota 120-140	(Terr. Medias	3 <sup>a</sup>	Cuatern. medio)
Cota 100-120	(Terr. Bajas	Guadajoz)	
Cota 180-200	Terr. Altas	2 <sup>a</sup>	Los Visos (al N)

En cambio en las transversales Almodóvar a Guadalcázar y la de Posadas a Fuencubierta, las terrazas rojas altas por su topografía, parecen responder a la segunda, manteniendo continuidad cartográfica con la primera. - En ambos perfiles, de análogas cotas, (entre 120 y 140m), se diría que hay una sola terraza alta.



Al E. de Alcolea aflora a la máxima cota de toda la región:

Terraza 1<sup>a</sup> Cerro del Toscal 371 m. Cotas medias de 350 a 300 m.

Terraza 2<sup>a</sup> En Cerro de la Morena, por debajo de los 300 m. Las cotas mínimas quedan en 220 a 240 m. En este sector se han cartografiado conjuntamente.

La descripción de los perfiles estudiados en ambas terrazas, es la siguiente:

PERFIL TS 174

Carretera Posadas a la Carlota Km. 8.7.

Terraza 1<sup>a</sup> o 2<sup>a</sup> no diferenciable. Sobre ella un suelo rojo con horizonte B textural, sin acumulación de carbonatos.

Subtramo 1: Margas arenosas. Color amarillo a gris amarillento. Bien estratificadas. Recorridas por grietas rellenas de arcilla roja (iluviación), y arenas.

Subtramo 2: Arenas amarillas de carácter margoso, con presencia de limonita. Como en el inferior, hay grietas de paredes lisas rellenas de arcilla arenosa muy roja. El límite superior brusco y muy neto (mientras que el inferior es progresivo). 1 m.

Subtramo 3: Conglomerado rojizo con cantos bien rodados de cuarcita muy heterométricos, y textura terrosa a granular; aspecto masivo; color rojo. Películas brillantes de arcilla (ferriargillanes) rodeando los cantos. Espesor 30 cm. variable. Hor. C ?.

Horizonte 4: (B residual? t/A). Cantos rodados en un 5%, arcilla y arena con cierta textura granular a poligonal. No se ven slickenside, es un B textural residual y removilizado, en parte por acción humana. Color rojo a pardo rojizo, con un cierto lavado de arcillas.

En todo el perfil el color de las arcillas es 10

La mineralogía de los subtramos más representativos (nº 1 y 2) es:

Arcillas: I-M, saponita?, clorita, escasa caolinita, y halloysita, siendo dominante la illita aislada.

Arenas: cuarzo (dominante), calcita, sílex, cuarzo idiomorfo, ortosa, sillimanita?, brookita, estauroлита, óxidos de Fe.

#### PERFIL TS-196

Carretera de Sevilla, Km. 429: Arrecife.

Sobre una superficie inferior de paleocauce, instalada en el perfil descrito 196, afloran conglomerados con arcilla roja (también 10 R 4/8), de 1 a 3 m. de potencia. Los cantos muy bien rodados son cuarcíticos, y de fuerte heterometría.

En las graveras de la Garrucha, la Cardenchoza y hacia la provincia de Sevilla, se encuentra bien representada esta terraza y con gran potencia. No se ha hecho análisis mineralógico en este punto.

La FIG 13 muestra algunos aspectos de la misma.

#### PERFIL TS-053

Terraza 1<sup>a</sup>. Carretera Córdoba a Bujalance Km. 8.

Nivel 1: 30 cm. de arenas finas beige. Reposan discordantes sobre margas del Tortoniense.

Nivel 2: 2.5 a 3 m. de conglomerados con cementación de carbonatos variable. Estratificación grosera.

Nivel 3: consta de dos subtramos: un horizonte inferior - (20 a 30 cm) discontinuo de arcilla rojiza y cementación calcica.

El superior son 30 a 40 cm. de limos con muy fuerte concentración de carbonato cálcico (contra calcárea) en gran parte edáfica.

Nivel 4: constituye realmente el suelo, sin diferenciación en horizontes, se trata de un B textural pardo rojizo, 30 cm.

Localmente el nivel 3, pasa lateralmente a un -- conglomerado fuertemente rojo con arcilla de iluviación, quien se transforma en el horizonte A<sub>B</sub> residual rojo, (en efecto véase TS-053').

La mineralogía de las arcillas de los niveles -- conglomeráticos es: (C-V) saponita, clorita, illita y muy escasa caolinita.

Petrología de la fracción arena: cuarzo, foraminíferos calizos, óxidos de Fe (limonita, goethita), micas-- muy alteradas. Calcita (abundante), dolomita, algún cir-- cón. Ocasionalmente yeso y otros (aragonito).

MICROFOTOGRAFIA nº 15. Costras carbonatadas con estructuras de crecimiento y segregación (Q antiguo). Aspecto agatoide. 30 X. Pol. cruzados.

B) TERRAZA MEDIA ( $Q_2$ ) = terraza roja 3<sup>a</sup>.

Está caracterizada por cuatro tramos no siempre-presentes, de los que los dos superiores deben considerarse como horizontes edáficos. Suelen estar coronadas por depósitos de tipo coluvional, que en cierto modo podría considerarse como una subterrazza discontinua y sin criterios personales de identificación. En la transversal de la Cuesta del Espino aparece a cotas de 130 a 120 m.; la transversal de Almodóvar y en la de Posadas, la cota es de 100 m.; y al E. de Alcolea entre 160 y 120 m. como valores extremos. Es dominante en la margen izquierda del Guadalquivir pero aflora así mismo en la margen derecha: enlaza con suelos rojos sobre el Paleozoico de Alcolea -- (sobre los 140 m. de cota, perfil TS-136 por ejemplo), o aparece junto a la Escuela de Agrónomos (cota 107). Véase su situación en el mapa nº 1, y cortes en FIG. 13.

En general los cuatro subtramos son:

- Subtramo 1: conglomerados con gravas muy heterométricas; acusan cementación de carbonatos. La naturaleza de los cantos es muy variada y están bien rodados. Potencia variable no superior a 5 m. Se conocen yacimientos arqueológicos con puntas de flechas labradas, datados como MAGDALENIENSE?.
- Subtramo 2: paquete de 1 m. de potencia de arenas con alguna intercalación conglomerática, blancas y bien clasificadas. Están muy sueltas. Numerosas estructuras sedimentarias le afectan.
- Subtramo 3: de potencia bastante homogénea, entre 1.5 y 3 m. se inicia por arenas que hacia arriba aumentan su porcentaje en limos, color amarillo pálido a blanco (ocasionalmente rojo por iluviación), hacia el techo se inicia una cementación en carbonato cálcico y llega a ser un nivel muy endurecido. Es pues el horizonte C.

Subtramo 4: presente en casi todos los perfiles, constituye el horizonte cálcico de acumulación de carbonatos de tonalidades blancas. Es un  $B_{Ca}$ ; en muchos casos la transición entre los subtramos 3 y 4 es gradual. Puede faltar como consecuencia de procesos edáficos.

Subtramo 5: nivel de arcilla roja. En realidad constituye el horizonte  $B_T$  textural rojo de los suelos desarrollados sobre esta terraza. Los procesos de iluviación son importantes en el mismo, se puede afirmar que se trata de paleosuelos, muchas veces tapados por coluviones actuales, y otras con un neosuelo u horizontes alterados superficialmente, instalados sobre este horizonte rojo. Como es sabido la iluviación no progresa más allá del horizonte cálcico, pero en ausencia del mismo, las arcillas rojas impregnan los niveles arenosos de esta terraza.

Los perfiles de esta terraza se describen de E. a O. Ver mapa 1 y Fig. 13.

#### PERFILES TS 129 y 130.

Situación en ambos, la antigua carretera de Alcolea a Castro del Río. Perfil 129 en Km. 4. y Perfil 130 en Km. 5.

#### PERFIL 129

- Nivel 1 : Constituye el muro; margas y arcillas Tortonienses.
- Nivel 2 : 2 m. de conglomerados grises bastante cementados. Subhorizontales o con cierto buzamiento. Intercalaciones de arenas. (Es parte del point bar según las estructuras sedimentarias).
- Nivel 2 : Arenas rojas y amarillas (la roja hacia abajo) 1 m. de espesor.
- Nivel 3 : Complejo paquete de horizontes cálcicos de arenas rojas y amarillas; hacia el techo arenas rojas y amarillas en idéntica sucesión y algún horizonte de carbonato cálcico.

Nivel 4 : Limos arenosos y arenas con abundante cementación de carbonato cálcico. Lentejones de carbonato que pueden desdoblarse. Potencia 1.10-m. En la base, lechos fuertemente calizos -20 cm-. Horizonte C<sub>Ca</sub>.

Nivel 5 : Suelo rojo-pardusco bastante descalcificado, probablemente procedente del clásico B textural del paleosuelo de esta terraza y evolucionado posteriormente. Dos horizontes, uno superior húmico A-B y otro inferior arcilloso B.

El análisis micromorfológico de los sedimentos -lámina TS 129-1- describe el nivel 3:

TS 129-1 (Lámina delgada)

Se aprecian tres dominios subestratificados y de contacto difuso -descritos de techo a muro:

Dominio a) Textura granular prácticamente sin plasma ni cemento. Partículas suborientadas paralelamente -micas-.

Minerales idiomorfos y homométricos. Finísimos cutanes arcillosos, skelsépicos, se trata de argillanes pálidos. Los minerales son: calcita 30%, cuarzo 20%, ortosa 10%, biotita 7%, plagioclasa cálcica 6%, dolomita 5%, plagioclasa sódica 2%, moscovita 2%, moscovita fibrosa radiada, microcristales de calcita, glauconita, serpentina?, mica con inclusiones de grafito, micas con hematites y óxidos de Fe, microclina, mirmequita 2%, biotita cloritzada y otros -por ejemplo cuarzo con zoisita-.

Dominio b) Mayor cementación de arcillas y carbonatos, con calcita microcristica. Cutanes: calcanes.

Minerales: calcita microcristalina, cuarzo, biotita, en especial rojas y grado de orientación elevado.

Huecos de empaquetamiento.

Dominio c) Presenta plasma de máxima cementación caliza, cutánica. Masas arcillosas de relleno orientadas -mosepic-. Nódulos calizos.

Minerales: cuarzo, mirmequita, ortosa, albita, cuarcita y arenisca muy cementada.

Huecos de desecación irregulares, algún canal y pequeñas grietas mamilladas en el interior de las masas calizas.

Observaciones: hacia el muro, el tamaño de partículas es mucho mayor y aparecen argillanes-skelsépicos. Es de notar, la presencia de - - cuarzo incluyendo micas vermiculares, biotitas con circones, plagioclasas fuertemente sericiticas, calcedonias, pertitas, dolomita, - circón, andalucita y arfvedsonita.

#### PERFIL TS 130

Es un perfil muy heterogéneo con pasos laterales de facies. Los niveles 1 y 2 pueden fallar -la situación se indicó junto a la TS 129-

- Nivel 1 : Sobre un muro de margas del Mioceno -de color pálido- afloran arenas y conglomerados blancos y grises bastante cementados, no muy potentes; sobre ellos descansa un lecho de arenas y conglomerados rojos, o bien pasa lateralmente a los niveles rojos. Potencia total no superior a 2 m.
- Nivel 2 : Arenas sueltas con películas cutánicas de arcilla roja. Localmente muy compacto, con estratificación cruzada y gradada, cantos imbricados.
- Nivel 3 : Nivel arenoso y conglomerático amarillento. 1 a 2 m. Hacia el techo aumenta el porcentaje en arena fina y limo. Ocasionalmente descansa sobre lechos de arena blanca.
- Nivel 4 : Es un horizonte B textural, relicto, rojo 10-YR desarrollado sobre un B<sub>Ca</sub> -cálcico- con poca cementación.

#### TS 130-1 (Lámina delgada)

- TEXTURA : Granular e intersticial, cemento calcáreo oscuro; crística con cristales de calcita, pequeñas cristalizaciones posteriores.
- Granulometría variable entre ciertos límites, en especial abundan las de 1 mm.

ESQUELETO: cuarzo, cuarcita, chert, foraminíferos, algas - cuarzo hidrotermal con hematites, hematites, -- cuarzo con biotita, ortosa cristales de desmezcla, cuarzo con inclusiones líquidas, plagioclasa, albíta, biotita, micaesquistos con hematites, paragonita, nódulos calizos, biotita muy alterada, fragmentos de rocas básicas, ofita o dolerita, biotita cloritizada, caliza micrítica, calcedonia.

Porcentajes: cuarzo 30%, ortosa 30 a 40, fragmentos de esquistos, cuarcitas y pizarras 20, - resto de minerales 10, matriz 30 a 35, poros 25 a 35.

HUECOS : irregulares interplásmicos, y huecos de empaquetamiento.

PORCENTAJES: plasma 30%, minerales 30%, huecos 30%, cemento 10%.

TS 130-6 (Lámina delgada)

TEXTURA : intersticial a granular localmente. Abunda la porfiroscelica con plasma totalmente orientado.

PLASMA : skelsépico a veces orientación difusa. Localmente algún cután de iluviación.

ESQUELETO: cuarzo con mica vermicular, moscovita fibroso--radiada, hornblenda, ortosa con sericita, plagioclasa cálcica, cuarzo anómalo, masas oscuras muy alteradas, ortosa de desmezcla, micacitas, --de moscovita-, clorita, foraminíferos, cuarcitas y numerosos fragmentos de alteración, dominante cuarzo y feldespatos.

Existe un dominio microgranudo, con grandes fenoclastos.

HUECOS : de empaquetamiento, a veces irregulares.

PORCENTAJES: plasma 20 , minerales 50 , huecos 30 (aprox.)

TS 130-8 (Lámina delgada)

TEXTURA : intersticial a porfírica y granular. Bastante homogénea en tamaño de partículas.

PLASMA : totalmente sépico, skelsépico y osépico. Además hay omnisépico, semiondulado



Cutanes de presión alrededor de huecos, y algunos de iluviación, pero casi siempre intersticiales, minargillanos de arcilla de alteración.

HUECOS : de empaquetamiento y grietas de tracción.

Se advierte cierta orientación de partículas -- del esqueleto.

ESQUELETO: cuarzo, fragmentos de rocas y ortosa. Alguna -- biotita.

La mineralogía en conjunto de ambos perfiles es como sigue:

<u>Nivel</u>	<u>Muestra</u>	<u>Arcillas</u>																		
1	130-7	(M <sub>12</sub> -V) 40%, illita 50%, caolinita 8%.																		
2	130-8	M, C, (10-14 <sub>M</sub> )x, illita, caolinita.																		
		<u>Arenas</u>																		
1	130-2	Cuarzo (33), esquistos (18), fragmentos rocas ácidas (5), fragmentos rocas básicas -- (7), magnetita (3), caliza y/o calcita (10), foraminíferos (5), micas (18), otros: epidota, granates, andalucita, augita, hornblenda, estaurolita, etc.																		
3	130-3	Magnetita (111 y 001), ilmenita, cuarzo + ortosa rosada, biotita + micas doradas, fragmentos rocas, cloritoides, calcita (idiomorfa: 111 y 221), cloritas. Con radio mayor: estaurolita, andalucita, - magnetita, cuarzo + ortosa rosada, esquistos magnéticos, micas doradas y otras. De 1 mm: casi todo fragmentos de rocas; ortosa + cuarzo, plagioclasas albiticas, - -- otras rocas. Siderita, esquistos verdes, -- cuarzo ahumado, microclina, esquistos rojos*																		
1	130-7	Cemento calizo, fragmentos de areniscas, -- hornblenda verde, brookita, micas, mica con grafito.																		
2	130-8	<table border="0"> <tr> <td>Cuarzo</td> <td>Anortita</td> <td>Ilmenita</td> </tr> <tr> <td>ortosa</td> <td>hornblenda</td> <td>magnetita</td> </tr> <tr> <td>plagioclasa</td> <td>andalucita</td> <td>limonita</td> </tr> <tr> <td>caliza</td> <td>granates</td> <td>otros anfiboles</td> </tr> <tr> <td>cuarcita</td> <td>clorita</td> <td>turmalina</td> </tr> <tr> <td>frag. rocas ácidas</td> <td>augita</td> <td></td> </tr> </table>	Cuarzo	Anortita	Ilmenita	ortosa	hornblenda	magnetita	plagioclasa	andalucita	limonita	caliza	granates	otros anfiboles	cuarcita	clorita	turmalina	frag. rocas ácidas	augita	
Cuarzo	Anortita	Ilmenita																		
ortosa	hornblenda	magnetita																		
plagioclasa	andalucita	limonita																		
caliza	granates	otros anfiboles																		
cuarcita	clorita	turmalina																		
frag. rocas ácidas	augita																			

\*: además esquistos moscovíticos, etc.

frag. rocas básicas	circón
mica blanca	hematites
biotita	flogopita
mica dorada	brookita
paragonita	estauroлита
aragonito?	casiterita?
fósiles (foraminí-- feros)	arfvedsonita

Nota: Muchos cuarzos son idiomorfos.

Coordenadas y cotas:

129 = 37° 54' 50" N, 0° 56' 50" W. 145 m.

130 = 37° 54' 32" N, 0° 56' 25" W. 160 m.

Las fotografías 16 y 17, muestran respectivamente el aspecto de biotitas en diferentes grados de alteración y micas blancas con inclusiones de grafito muy frecuentes en sedimentos de esta terraza.

MICROFOTOGRAFIA 16. Fracc. arena. (TS-130-2).

Biotitas en varios estados de alteración: la más opaca presenta mayor alteración. Se observan halos pleocroicos alrededor de circón.

30 x. Sin analizador.

MICROFOTOGRAFIA 17. Fracc. arena (TS-130-1).

Mica blanca con inclusiones de grafito.

100 x. Sin analizador.

PERFIL TS 115

Carretera nacional 4, Córdoba a Madrid.

Terraza roja inferior, descansando sobre margas TORTONIENSES. Fuertes tránsitos y variaciones laterales de facies.

- Nivel 1 : Paquete de conglomerados y arenisca bastante cementadas, grises muy bien estratificados, homométricos de alta kurtosis, en bancos individuales, minerales micáceos suborientados (lámina 115-0). Constituyen restos de un point bar antiguo, sobre los que descansan horizontes conglomeráticos y arenosos. Localmente la cementación es casi nula y la heterometría mayor. Potencia global unos 3 m. Estructuras sinsedimentarias con ripples, cross bedding, etc. Hacia el techo y lateralmente se transforma en conglomerados sin orientación, carentes de estructuras sedimentarias típicas, y pueden pasar a conglomerados rojos (subtramo 2) con o sin cementación carbonatada.
- Nivel 2 : Conglomerados rojos, con o sin cementación de carbonatos. Lechos intercalados de arena. Heterometría muy variada. Color rojo intenso por rubefacción. Arcilla skélica suborientada, 10 YR y 10 R/4/6-8. Bancos masivos que presentan estratificación cruzada muy grosera. Ripples.
- Nivel 3 : Arenas rojas, con intercalaciones de gravas. Las gravas son cantos "shale" muy planos e imbricados. Hacia el muro aumentan de tamaño, y hacia el techo se cementan. Cross bedding, graded bedding y otras formas dominan el nivel. Localmente es indentado o se acuña bajo el horizonte carbonatado. Potencia unos 2 m.
- Nivel 4 : Horizonte rojo (10 R, y 2,5 YR 3/6) argílico -- que suele faltar, arcilloso o muy arenoso. Hacia el techo pasa a arenas crema discontinuas. Estratificación masiva.

El horizonte anterior puede faltar por tránsito lateral a un horizonte calizo arcilloso, de espesor medio (20 a 30 cm.), que puede transformarse en una masa subestratoide de bandas carbonatadas muy cementadas, en alternancias con arcillas cementadas, y de 1.5 m. de potencia. Parecen niveles discontinuos, en superficie erosiva, sobre los horizontes 2 y 3.

Nivel 5 : No constituye propiamente un nivel de la terraza, pues se trata de un suelo pardo rojizo a rojo de características no homogéneas, desarrollado indistintamente sobre cualquiera de los niveles anteriores. No existen coluviones.

Mineralogía de las arcillas y arenas de estos niveles:

Nivel Muestra                      Arcillas y porcentajes

		(I-M)	V	M	I	C	K
1	115-2		50		40		6
2	115-3	20			70	+	+
3	115-4	++			+		+
4	115-5			+	+	+	+

Arenas

- |   |       |   |
|---|-------|---|
| 1 | 115-1 | Practicamente son todo foraminíferos: anomalinidae, hanzawaia, buliminia, turrilini de, lagena, nodosárido, globorrotalia?. Resto: limonitas. (Son del Mioceno Sup.).   |
| 2 | 115-2 | Micas: (blancas con inclusiones), clorita, biotita, cuarzo hialino y melado. Actinolita, epidota?.  |
| 3 | 115-3 | Magnéticos ++, . Cuarzo, ortosa rosada, albita, microclina, cuarcita violácea, esquistos y fragmentos de rocas (ácidas y básicas), actinolita, broncita, goethita, hornblenda, olivino, epidota. Baritina, calcita. Micas (dorada). Otros: turmalina, estaurolita, andalucita, quiastolita, micas con grafito, clorita, otros?. |
| 4 | 115-4 | ∅   |
- 
- |                     |                                   |
|---------------------|-----------------------------------|
| Esquistos           | cuarzo, calcita                   |
| fragmen. areniscas  | ortosa, plagioclasa, micas        |
| serpentina          | arfvedsonita, actinolita          |
| actinolita, epidota | frag. esquistos y otros           |
| cuarzo, ortosa?     | epidota, magnéticos, rutilo       |
| otros, plagioclasa  | granates, andalucita, estaurolita |
| silex               | turmalina, distena.               |

PERFIL 116

Carretera Nacional Madrid-Córdoba, Mapa 1 . Ci-  
ta Rabanales.

Terraza roja inferior, sobre un Mioceno arcillo-  
so, colgada.

- Nivel 1 : Margas y arcillas gris de tonos claros (Torto-  
niense Superior).
- Nivel 2 : 1 metro de conglomerados rojos, heterométricos.  
Cantos no superiores a 10 cm. de diámetro, cuar-  
cíticos, muy bien rodados.
- Nivel 3 : Serie alternante de conglomerados y arenas, bas-  
tante heterogéneos en litología y granulome-  
tría. (Los bancos arenosos son más homogéneos).  
Coloración muy roja 10 R y 2,5 YR. Ausencia ca-  
si total de arcillas, que solo constituyen pelí-  
culas cutánicas.
- Nivel 4 : Previa zona de transición, con un lecho conglo-  
merático en la base, se pasa a un horizonte ar-  
cilloso, con alto porcentaje en arenas. Rojo. -  
Ocasionalmente discontinuo. La arcilla aumenta  
hacia el techo.
- Nivel 5 : También previa transición; suelo pardo arenoso-  
arcilloso, con los dos horizontes A y B corona-  
dos por limos de arrastre (coluviones?).  
Es importante indicar aquí, un deslizamiento de  
Ladera.

Composición mineralógica (TS 116-1)

Arcillas: (I-M), (C-V), I 80%, K 10%.

Arenas: Cuarzo 20%	cuarcita
calcita 15	cuarcos (muy pocos)
foraminíferos 10	rutilo
micas doradas 15	micas doradas
otras micas 5	ortosa, albita
magnéticos 2-1.5	esquistos
cloritas	magnéticos
frag. rocas	
otros minerales 10-15	
andalucita, quiastolita	
estauroлита	
fibrosos verdes:*	
epidota	

\*: anfíboles s.l. tremolita y actinolita.

PERFILES 118 y 119

Situación: perfil 118, zona del Polígono, desviación desde el Km. 396 de la Nacional 4 Córdoba-Madrid.

Situación: perfil 119, desvío al Santuario, Km. 395 de la Nacional IV de Córdoba-Madrid, hacia el N.

Ambos perfiles constituyen la terraza roja inferior, que descansa sobre margas grises y claras del Tortoniense Superior.

- Nivel 1 : Margas grises del Tortoniense Superior.
- Nivel 2 : Conglomerados rojizos y amarillentos no cementados. 1 m. como mínimo. Espesor variable (2 mm. de media).
- Nivel 3 : Horizontes margosos con arcilla y abundantes caliches. Se desdobla con intercalaciones arenosas y puede perder potencia. Potencia entre 0.5 a 1.2 m. Hacia el techo abunda en limos mientras que el color pasa a rojizo. Es notoria la presencia en todo el horizonte de tubos rellenos de carbonato cálcico fuertemente cementado con arena y arcilla, de 20 cm. de longitud hasta 2 cm. de diámetro (macrotúbulos de relleno edáfico, pero de origen anterior al propio suelo).
- Nivel 4 y 5: Son realmente horizontes B y A/B de un suelo rojo, con 30-45 cm. de espesor. El límite con el nivel inferior queda patente por la ausencia de carbonatos.

PERFIL 119

Con potencia total 4 m. aparecen de muro a techo:

- Nivel 1 : Muro de la terraza: margas de colores claros. - En numerosas grietas que las afectan, y en los planos de estratificación se encuentran rellenos de arenas con patina roja de indudable contaminación superficial.
- Nivel 2 : Arenas rojas de grano grueso. El color 10 R y - 2.5 YR, debido a la arcilla fuertemente rubefactada que rodea a los granos. Esta película suele ser brillante y cutánea.

Nivel 3 : Paquete potente (más del 50% de la totalidad - del perfil) de arenas rojas de grano medio en - alternancia con conglomerados.

Nivel 4 : La facies de arena roja aumenta su contenido en arcilla, pero sin pasar por horizontes característicos de esta terraza (horizonte cálcico - blanco amarillento, y horizonte argílico B textural arcilloso), y se transforma en un suelo de arena roja y arcilla (con porcentaje bajo en limos), de aspecto totalmente masivo y muy endurecido, color rojo a pardo. La orientación de las arcillas que rodean las arenas ya no es visible, pero no están ausentes los cutanes argílicos, muy delgados.

Mineralogía de las arcillas y arenas.

Nivel Muestra Arcillas y porcentajes

		( <sup>14</sup> C- <sup>14</sup> M)	M	I	K
2	118-0	50		40	5
2	119-1		40	52	9
3	119-2		52	44	5

Arenas

Minerales	118-0	119-1	119-2
Magnéticos	10	+	+
frag. rocas	1		
esquistos	10	++	+
calcita			+
cuarzo	26	45	++
ortosa	15	40	+
plagioclasa	1	+	+
biotita			
mica dorada	15	+++	++
moscovita	1	++	+
clorita	5	+	
hornblenda	1	+	
circón			(+)
anfíboles	1		
granates	2		
estauroлита	1		
epidota			
andalucita	5	+	+
broncita	1		
turmalina	1		
silex		+5	+
limonita		++	++
foraminíferos		+	
glaucónita		+?	



PERFIL TS-B

Situación: Escuela de Agrónomos. Margen derecha. Aparecen los cuatro horizontes, coronados por unos coluviones rojizos. Es un paleosuelo rojo del tipo ALFISOL.

- Nivel 1: Conglomerados cementados. Alta heterometría. 1m. localmente pueden llegar a 2 o más m.
- Nivel 2: Arenas claras y sueltas. Hay varios lechos. Granulometría variable según la posición: 1-1.5 m.- Estratificación cruzada, ripples y algún lentejón de conglomerados, discontinuo.
- Nivel 3: Limos, hacia el techo se cementan cada vez más.- Amarillentos.
- Nivel 4: Horizonte B cálcico -30 a 40 cm a veces menos - con limos blanco-amarillentos.
- Nivel 5: Horizonte B<sub>t</sub> textural, rojo intenso. Es un suelo relicto, paleosuelo.

Encima y discontinuo, aparecen coluviones con bioturbación, mala estratificación de limos y arcilla - con profusión de restos árabes y tartesos-. Está excavado en muchos puntos. Reposo sobre un horizonte de cenizas muy poco visible, que correspondería a una etapa erosiva entre los coluviones y el suelo rojo (B<sub>t</sub>).

Composición mineralógica:

Nivel Muestra Arcillas y porcentajes

		(C-M) irreg	(14 <sub>C</sub> -14 <sub>M</sub> )	C.	I	K	Dolom
1	B-I	60		15	20	5	+
2	B-II	~30		10	50	10	
3	B-III		~45	3	~45	7	

Arenas:

	B-I	B-II	B-III
Frag. rocas	16%	3%	25%
Cuarzo	16	10	44
Feldespatos	17	12	12
Biotita	22	15	5
Clorita	+	++++	++
Moscovita	++	+++	++++
Turmalina	2		
Andalucita	1		
Hornblenda	1	+	+
Goethita, hematites	<2		
Titanita		+	
Circón	6	3	+
Brookita		+	
Yeso	2	3	
Granates		3	
Calcita		3	
Foraminíferos	3	3	

PERFIL DE CASILLAS

Situación: carretera de Almodóvar, por margen izquierda, junto a Casillas.

No se han realizado análisis, pero se cita por su interés: Constituye en parte un point bar.

- Nivel 1: Conglomerados. Son discontinuos -1 a 1.5 m.-
- Nivel 2: Arenas blancas y amarillas -2 a 4 m.- Estratificación cruzada. Hacia arriba aumenta el porcentaje en limos y con ligera cementación.
- Nivel 3: Nivel discontinuo -20 cm- de arcillas y limos -- con carbonatos.
- Nivel 4: Horizonte rojo B textural; la superficie inferior es muy rectilínea, la superior está erosionada en parte, constituyendo pequeños paleocauces -20 a 40 cm-.
- Nivel 5: Discordante sobre el paleosuelo (niveles 3 y 4), -1 a 2.5 m-, de material arcilloso oscuro, procedente de derrubios acumulados. Algunas pasadas de conglomerados, y calizas blancas de carbonatos, rellenando los paleocauces.

PERFILES TS-062 y 063

Es un perfil semejante al de Casillas, Carretera Almodóvar por margen izquierda. Km. 3.4-4

Afloran los niveles:

- Nivel 0: Margas tortonienses. Color pálido.
- Nivel 1: Conglomerados y alternancias con lechos de arena -1 a 3 m, incluso hasta 5.5 m- con cantos muy gruesos de 200 y 300 mm.  
Algún lecho presenta rubefacción roja o rosada.
- Nivel 2: Arena gruesa; arenas finas y limos hacia el techo, donde son ostensibles caliches -2 m-. Las arenas con gran cantidad de biotita "dorada", micas verdes, feldespatos, cuarzo, plagioclasas y otros.
- Nivel 3: Tránsito de limos a horizonte cálcico ( $B_{Ca}$ ). En un punto se ven dos bandas de mayor porcentaje en  $CO_3Ca$ , en otros solo un horizonte de ~30cm. En ambos casos es un paleosuelo. Ocasionalmente falta.
- Nivel 4: Horizonte rojo B textural -30 cm-, hay una zona superior de transición rojo pálida (hor A/B), por discontinuidad al nivel 5.
- Nivel 5: Coluviones margosos. Un suelo de coluviones, de características casi vérticas, con nódulos calizos de  $CO_3Ca$  muy puro; color verdoso.

La mineralogía de arcillas y arenas es:

Arcillas:	062-d	062-c	063-a	063-b
M			40%	30%
V		40%		
V-M	++++	10%?		
I	50%	50%	45%	60%
C			+	+
K	7%	10%	4%	4%
Otros			+	

Arenas:

	062-d	062-c	063-a	063-b
Frag. rocas			+	5%
Esquist.	10%	?	+	15
Cuarzo	35	<20%	+++	16
Ortosa	30	25	+++	20
Plagioclasa	10	5	+	6
Calcita		20	+	5
Oxido de Fe		<25	+	5
Biotita	15	15		15
Moscovita	5	10	+	
Clorita			+	
Magnetita	+		+	(4)
Ilmenita	+			
Serpentina	+		+	5
Hornblenda	+		++	+
Actinolita	+		+	+
Turmalina		+		+
Augita	?			?
Circón	(+)	+	+	
Rutilo		+		
Yeso			+	
Foraminífero		+		
Opalo		+		

PERFILES TS-150 y 152

Carretera al Higuero, por margen derecha del -  
Guadalquivir. Km. 7.3. FOTOGRAFIA 24.

TS-152

Nivel 1: Conglomerados, suave cementación de carbonatos.-  
Heterometría. Bancos muy bien estratificados, -  
con ripples y estratificación cruzada grosera.

Encima y lateralmente -solo aflora al S- existe-  
un nivel suavemente carbonatado, con ripples, me-  
garipples y acuñamiento de arena.

Nivel 2: Horizonte de arena azulada -20 cm- bien calibra-  
da, sobre él un lecho de 1 m. de arena fina ama-  
rillenta. Láminas lenticulares arcillosas inter-  
caladas. Manchas rojas de arcilla -como cementa-  
ción-. Hacia arriba pasa a conglomerados y cos-  
tras carbonatadas locales, de unos 20 cm de espe-

sor. Conglomerados esporádicos de 5 a 10 cm de espesor, y cantos no muy gruesos. En el techo, arenas medias a groseras, con abundante arcilla entre los granos, y de 1 m. de espesor. Entonces adquiere color rojo muy intenso -2.5 YR 3/6-, generalmente las arenas rojas pueden unirse a los conglomerados de base. Películas cutánicas, granos imbricados, ripples y cross bedding.

Nivel 3: Limos amarillos compactos y duros, con suave cementación de carbonatos, en especial hacia el techo -aspecto masivo-. De apariencia nodular, muy bioturbada hacia el techo. Grietas rellenas de arcillas rojas procedentes de los horizontes superiores, son visibles en su mitad superior, y en parte son de naturaleza cutánica. El color de la arcilla aquí es de 7.5 YR 7/2, y el de los carbonatos 5 YR 7/6.

Límite superior bastante neto, a veces brusco. Existen krotovinas de hasta 1 m. de profundidad rellenas de arcilla. Presencia de yesos.

Entre este horizonte y las arenas finas del horizonte 2, se presenta un lentejón de arenas rojas que se acuña al N.

Nivel 4: Limo cementado -5 YR 7/6-, corresponde al horizonte B cálcico. Con espesor variable -25 cm. de media-.

Nivel 5: Previa zona de transición; es el horizonte B textural argílico rojo, de color 2 YR 4/6 a 2.5 YR 4/6.

Nivel 6: Constituye los horizontes superficiales A/B y A, del suelo actual rojo pardo.

Los niveles 4, 5 y 6 no se describen aquí.

TS-150

Situado al noroeste del 152, a 500 m. Presenta numerosos cambios de facies, pero en general el corte más completo es similar al anterior, aunque con menor potencia.

Nivel 1: Arenas y conglomerados generalmente blancos, bastante constante. Muro no visible. Potencia sobre 2 m.

Nivel 2: Conglomerados y arenas rojas. Potencia muy variable de 30 cm. a 2 m. localmente 3 m. Cuando tiene gran potencia, se intercala con niveles de -- arenas rojas de diámetro fino y bien clasificadas. De cantos imbricados y estratificación cruzada, a veces masiva.

Nivel 3: Horizonte edáfico B<sub>Ca</sub>. Se inicia con arenas finas que concluyen en limos, siempre con fuerte cementación de carbonatos, potencia desde 0.2 a 1.6 m., se considera como el horizonte cálcico de los suelos de estas terrazas -C o B<sub>Ca</sub>, en parte-.

En un perfil situado más al N, este horizonte -- queda cubierto por un paquete de conglomerados - en estratificación cruzada de unos 30 cm, sobre el que reposa un nuevo lecho de limos con cementación de carbonatos.

Nivel 4: Horizonte argílico B textural rojo. Yace en forma discontinua sobre los carbonatos o los conglomerados arenosos rojos. Espesor de 10 a 40 cm. - con media en 25 cm.

El nivel 5 son los horizontes edáficos.

Composición mineralógica de las arenas -muestra- 152-3 perteneciente al nivel 3-: (pesados)

Frag. rocas	+
esquistos	++
biotita	++
clorita	+++
moscovita	++
turmalina	?
opacos	+++
rutilo	+
actinolita	+
hornblenda	+++
arfvedsonita	+
magnéticos	+
hematites	+
augita	+
granates	+
epidota	++
cloritoides	+
estauroлита	+
andalucita	?
hiperstena	+

Porcentajes:

magnéticos	1	
pesados	10	
micas	8	
verdes (anfíboles y piroxenos)	~ 3	
ligeros	78	[
		cuarzo idiomorfo y roto 22
		ortosa, escasa
		calcita 25
		foraminíferos 15
		plagioclasa y ortosa 35

Las sucesiones litológicas y las secuencias sedimentarias, indican un importante point bar indentado al flood plain. Uno o varios canales se cruzan rectos en dirección perpendicular a los perfiles descritos. Véase la figura 13.

PERFIL TS-172

FOTOGRAFIA: 18

Situación: carretera local Posadas a la Carlota. Km. 4.1.

Son sobre todo conglomerados rojos; por su situación corresponden a una zona de fans aluviales. Sobre ellos se desarrollan suelos rojizos, en gran parte relictos. Muro no visible (margas y arcillas del Mioceno Superior).

Nivel 1: En la base: 1 a 2 m. de arenas heterométricas -- con lechos conglomeráticos, cantos desordenados, (TS-172-0) sin orientar, no es posible deducir su continuidad lateral, rojo a pardo rojizo, poca cementación.

Arriba: tres lechos conglomeráticos con pasadas-arenosas discontinuas, alternantes. Color rojo intenso 2.5 YR 4/8, con arcillas en parte de iluviación, y películas cutánicas. Granulometría de arena gruesa, pero muy heterométrica. Ausencia de cementación. Cantos imbricados, más o menos paralelos. Espesor ~1 m.

Nivel 2: De 30 a 50 cm. Conglomerado rojo con cantos paralelos, en cierto modo a consecuencia de su mayor (TS-172-1) grado de aplanamiento. Esquistos y cuarcitas. Matriz arenosa, aumentando el % en arcillas hacia el techo. Color: 2.5 YR 4/8 a 10 YR 4/8.

Localmente está coronado por un lecho de arenas-arcillosas rojas, de ~10 cm.

Nivel 3: Horizontes edáficos. Descansan sobre el nivel anterior, conglomerático, que puede considerarse como horizonte C. Encima hay un B<sub>tCa'</sub> coronado por un A-B pardo-rojizo.

Datos analíticos y composición mineralógica:

Texturas:

Arcillas:

Muest.	arena	limo	arcilla
172-1	86	5	9
172-0	84	4	10

Muest.	(I-M) <sub>x</sub>	K	I
172-1	+	+	++



Arenas:

<u>Ø grueso</u>		<u>Ø fino</u>	
cuarzo	40%	biotita	40%
ortosa		micas	
frag. rocas ácidas	25 a 30	moscovita	10
frag. rocas básicas	5	andalucita	6
silex		cloritoides	2
plagioclasas		óxidos de Fe	7
hedenbergita	?	magnéticos	3
hiperstena	?	titanita	1
hornblenda		hornblenda	++
esquistos	4.5	turmalina	
		clorita	
		estauroлита	
		actinolita	
		arfvedsonita	
		augita	?
		olivinos	?

Coordenadas y cotas:

TS-B	37° 51' 48" N	1° 06' 30" W	100 m
TS-Casillas	37° 50' 05" N	1° 07' 10" W	110 m
TS-062-63	37° 50' 05" N	1° 25' 50" W	≈120 m
TS-150-152	37° 51' 10-45" N	1° 09' 20-50" W	≈110 m

FOTOGRAFIA 18. Terraza 3<sup>a</sup> Guadalquivir, sector occidental. Perfil TS-172. Conglomerados rojos de un posible fangolito. Sobre ellos un suelo rojo.

C) CUATERNARIO RECIENTE (Q<sub>3</sub>)

Se pueden distinguir dos terrazas para el Guadalquivir (4<sup>a</sup> y 5<sup>a</sup>) y dos superficies de aterrazamiento en el Guadajoz. Además se deben incluir coluviones, materiales de derrubio y aluviales sobre algunos afluentes. Las terrazas recientes se embuten horizontales ocupando la llanura de inundación (flood plain) y se instalan sobre los cauces actuales tipificando canales (channel) y point bar.

Tanto los depósitos del Guadalquivir como en el Guadajoz pueden presentar bien visible un escalón de 1 a 3 m., cartografiable -al menos en el río principal-. Litológicamente son arenas y conglomerados, coronados por arenas finas y limos en un claro episodio de agradación de diámetros. Hay numerosos cambios de facies -granulométricos y sedimentarios-. Entre los dos escalones mencionados no suelen existir diferencias a excepción del sector de Almodóvar del Río, donde es visible una suave cementación hacia el nivel de cota más alta: 4<sup>a</sup> Terraza a 85 m.

La bibliografía menciona una potencia considerable, llegando a 30 m.; ausencia de rubefacción y de costas (FELGUEROSO y COMA 1964 y FONTBOTE 1972).

Las cotas están comprendidas entre los siguientes extremos:

	Villafranca	Córdoba	Posadas
máximo	120 m	105 m	90 m
mínimo	115 m	95 m	60 m

Los cortes más representativos se describen a continuación e ilustran en la figura nº 13. En este capítulo debemos incluir numerosas muestras aisladas, en espe

cial de los depósitos más recientes del Guadalquivir cuya situación se ilustra en la citada figura, y cuya mineralogía será resumida al final de este apartado. El conjunto "muestreado" responde al esquema:

		Perfiles de E-O	Muestras aisladas
Q <sub>3-1</sub>	Terr. 4 <sup>a</sup> Guadalq.	TS 065,106,123 y 124	133, 168
	Terr. 5 <sup>a</sup> Guadalq.	TS 158	132,101...105,117 122,125,167
Q <sub>3-1'</sub>	Terr. altas Guadajoz	TS 068, 059	
	Terr. bajas Guadajoz	TS 072,074,084,- 083,093,094	
Q <sub>3-2</sub>	Coluviones		
	Depósitos aluviales sp	TS 108, 109	146,147,140...144, 156,161,164,182,- 194

TERRAZAS 4<sup>a</sup> y 5<sup>a</sup> DEL GUADALQUIVIR (Q<sub>3-1</sub>)

PERFIL TS-065

Gravera alta del cortijo Reina, mapa n<sup>o</sup> 1.

Coord. y cota: 37°50'~10" N, 1°08'~45". ~100 m.

Complejo perfil de 6 m. a 8 m. Descansa sobre las arcillas del Tortonense Superior. Los niveles de muro a techo son:

Nivel 1: 5 m. de conglomerados y gravas sueltas. Visibles dos tamaños preferenciales de 10 a 50 mm. de media. Cantos de caliza, cuarcita y escasas pizarras. Local cementación de carbonatos. Cantos imbricados groseramente. Alguna intercalación de arena gruesa con buena clasificación. Presencia de matriz limonítica amarilla, a veces abundante -2 m.-.

En algunos lechos de conglomerados, los cantos están recubiertos por lignitos. En especial hay un importante lecho hacia la base de la formación.

Estratificación cruzada, con tres grandes paquetes cortados discontinuamente; megaripples. En general la granulometría es gradada, tanto en el detalle como secuencial -hacia el techo es más fino el tamaño-.

El último metro se inicia por un cambio granulométrico hacia arenas cada vez más finas, y con lechos limo-arcillosos bien clasificados; limonita entre la matriz. Cross y graded bedding; ripples con ondulación atenuados hacia arriba.

Nivel 2: Arcillas azuladas -50 cm de espesor- y un lecho de arcilla arenosa de 30 a 40 cm.; son discontinuas y cortadas por una superficie de discontinuidad; laminación paralela continua, convoluted, huellas de carga sobre las arcillas; coloración irregular: azul pálido la arcilla y el de las arenas es amarillento más oscuro.

Nivel 3: Alternancia de limos y arenas muy finas con lechos de lignitos -2 a 3 m.-. Hacia la base es un estrato discontinuo de arena y limos arenosos, ma

sivo, y un nivel de arena blanca. En el techo, - los limos se intercalan con arcillas. Color amarillento excepto un lecho de 0.1 m. muy bien lavado de arena blanca.

Nivel 4: Horizonte edáfico de textura limosa y características de entisol muy poco evolucionado. Espesor medio 30 cm. pudiendo llegar a 1 m. Suele estar removido y bioturbado.

Mineralogía de las arcillas y arenas de estos niveles:

Nivel Muestra Arcillas y porcentajes

		(14 <sub>M</sub> -14 <sub>V</sub> ) Smectita Illita Caolinita Cuarzo				
2	065-6	50%		46%	4%	
2'	065-7	50%?		42	6	
3	065-4		65%	29	6	+
3'	065-5		50	40	10	

Arenas:

Nivel	1	3'	3	3'	2	2'
Minerales	065-1	-3*	-4	-5	-6	-7
Frag. rocas	+++	>35				+
Esquistos	+	20		4.5	4	+
Cuarzo	+	20	++	>20	50	10
Ortosa	++		+	7.5		
Plagioclasas	+		+			
Biotita	+	+	+	+	2	+
Moscovita	+	12.5	(+)		8	+
Calcita	+	+	++++	6+++	5	25
Foraminíferos		6	+	+	15	20
Glauconita				+	5.5	+
Turmalina		+	(+)	+		
Hornblenda	+	+	(+)			+
Actinolita		+				
Andalucita				2+		+
Magnetita		+			(+)	+
Ilmenita		+				
Oxidos de Fe			+			30
Clorita				+	+	+
Epidota			+			
Otros		+	Granates +	Granates +		
Silex		6		5.8	+	+
Caliza		13				
Circón		+	+	+		
Calcedonia						
Opalo					+	

Es un perfil de point bar con niveles superiores de flood plain. Los lignitos indican, etapas de movimiento de agua muy lento, con cierto ambiente pantanoso.

\*: diámetro ~ 0.5 mm.

PERFIL TS-158

Gravera cortijo Reina, a cota baja. Aluvial.

Carretera Córdoba a Almodóvar por margen izquierda, Km. 5.6.

Coordenadas y cota: 37° 50' 20" N, 1° 08' 55" W.  
90 m.

Nivel 1: 1.5 a 1 m., de gravas sueltas y conglomerados, a veces con cementación de carbonatos. Mal clasificados, estratificación grosera. Localmente lechos con lignitos -patinas sobre cantos sueltos- Hacia arriba lentejón de arenas blancas bien clasificadas y lavadas -unos 20 cm.).

Más arriba hay un paquete de arenas bien clasificadas, con marcado gradado, de espesor variable -0.5 m. aproximadamente-, más o menos masivos, coronados por lechos de conglomerados porosos, sueltos o con locales cementaciones de carbonatos, estratificación cruzada y ripples.

Este nivel es bastante discontinuo, y en otro corte son visibles: Conglomerados -no más de 1m- con locales carbonatos y lignitos, en general sueltos. Arenas sueltas, mejor clasificadas granulométricamente -aproximadamente 1 m.-. Arenas y gravillas, con lechos intercalados de conglomerados -lentejones-.

Nivel 2: Limos amarillentos con ligera cementación. Se inician por un paquete de arenas de 1 a 1.5 m.

Su composición es: Cuarzo xxx, calcita xx, ortosa x, foraminíferos x, y mica blanca x en la fracc. ligera, y de: clorita xxxx, biotita xx, mica con grafito xx, hornblenda xx, flogophita x, magnetita, turmalina, estaurolita, y actinolita, en la fracc. pesada.

Nivel 3: Constituye en realidad el horizonte A de un suelo AC, muy compacto, casi franco, de color pardo oscuro, y límite inferior difuso. Los datos se consignarán en capítulo 4º.



Otros perfiles de idénticas terrazas, son muy semejantes, tanto litológica -descripción de campo- como mineralógicamente. Así pues los aspectos de mayor interés son:

En los flood plain, se inician por arenas y conglomerados en alternancias con cantos imbricados, lechos de lignito y grandes ripples, gradación de tamaño en los niveles más finos, etc. Hacia arriba se intercalan con limos y gravillas bien clasificadas, y más al techo en estratificación laminar se intercalan con lentejones de arcillas y limos muy finos. Disposiciones análogas se observan en los point bar actuales, donde abundan niveles de barros y arcillas en los estratos más modernos.

Los depósitos más recientes son arenosos y limosos, se encuentran en buena parte bioturbados, y en los lechos del río constituyen arcillas. Su situación es marcada en el Mapa nº 1.

La mineralogía de arenas y arcillas responde a las tablas siguientes:

Arcillas:

Minerales      106-2   101   102   103-2   104   105   117-a   123-1   125-1   132-1   133-2

M		10						40%	+++		
Sm		40									
V	+	+			45%						
M-V (10-14 <sub>V</sub> )			60%			60%				50%	+++?
Bei-V	45%			40%							
M <sub>12</sub> -V										+	
I	44	40	36	50	45	36	70%	50	++	40	++
K	6	6	4	7	5	4	9	5	+	7	+
C	5								+	8	(+)
(I-M)		+	+					5			
(I-C)	+										
Mica		+	++								
Q			+		+	+					
Dolomita					+						
Feldespato		+	+								



TERRAZAS DEL GUADAJOZ ( $Q_{3-1}$ )

Se consideran dos niveles: una terraza alta a cotas de 20-40 m. por encima del cauce, y un aluvial -terraza baja- a nivel del río. Esta última con o sin escalón.

La terraza 1<sup>a</sup> o alta, constituye depósitos dis--contínuos más frecuentes en la margen derecha, pero cons--tantes a lo largo de todo el cauce. Cortes representati--vos, son difíciles de estudiar por la abundancia de derrubios y las removiciones humanas -para explotaciones agrí--colas-. Los mejor conservados son TS-068 y 059, que se--describen a continuación. FIG. 13.

PERFIL TS-068

FIGURA 13

Carretera Granada Km. 293, desvío al Cañuelo del Genovés.  $37^{\circ}46'15''$  N,  $4^{\circ}40'20''$  W, 265 m.

Suelo rojo , desarrollado sobre margas y conglo--merados más o menos cementados de la 1<sup>a</sup> terraza--del Guadajoz.

Nivel a: Conglomerados muy heterométricos, con escasa ce--mentación de carbonatos y matriz arcillosa, de 1 a 2 m. Lateralmente pasa a niveles arenosos y --margosos, o alternancias de conglomerados y are--nas. A veces lentejones arcillosos.

Nivel b: Por tránsito lateral de los conglomerados ante--riores, aparecen margas y arcillas verdosas, moteadas por pintas de hierro y caliches o nódulos de carbonatos. Textura poligonal y prismática - con superficies brillantes (sliken side). Espe--sor de 0.1 a 2 m. Se han hecho los análisis ha--cia el muro y el techo. Presencia de cutanes y -microporos; restos de antiguas raicillas fosili--zadas. Visible la estratificación.

Parece tratarse de una transición Fan→depósito -sublagunar, (o bien fan→flood-plain)paleoedafizado en parte. En la trinchera es patente la transición lateral.

Mineralogía de las arcillas y arenas:

TS-068-1, nivel inferior:

Arcillas: Clorita expansible y sedimentaria 10%, Montmorillonita (xx), (o saponita) con interestratificación de M-C y (I-M)x. Además: Illita 20% tipo - 3 T? y trazas de palygorskita. Caolinita: <4%.

Arenas: Frag. rocas +, esquistos 10%, cuarzo 30%, ortosa +, magnet. (001 y 111), ilmenita +, calcita +, foraminíferos 12%, óxidos de Fe 20%.

PERFIL TS-059

Carretera de Granada, Km. 296.5, cota 170 m. (35 m. sobre el cauce).

Coordenadas: 37°45'20" N, 4°39'10" W.

Subtramo 1: Conglomerados y arenas con notable inclinación -10° hacia el N-.

Subtramo 2: Separado del anterior por niveles discontinuos arenosos y arcillosos. Son arenas y conglomerados suavemente cementados hacia el techo. Constituyen un posible fangolito. Relleños de paleocauces con conglomerado rojizos. En un punto de esta gravera hay costras calizas, pulverulentas muy blancas.

Minerales de la arcilla y de las arenas:

Nivel	Muestra	Arcillas
2	059-3	(M <sub>12</sub> -V) 80%, illita 15%, -- caolinita 5%, trazas de -- cuarzo y palygorskita.

Arenas

Nivel	Muestra	feldesp.	cuarzo	calcita	moscov.	foramin.
1	059-1	+	++	+	t	+
2	059-3	+	++	+	+	+

Las terrazas actuales, ocupan el amplio valle del Guadajoz en depósitos de llanura de inundación -con localizados point bar-. El río es un cauce divagante. Hay dos escalones de muy difícil delimitación en cartografía. Las cotas máximas, no son fiables, por la contaminación de -- los materiales margosos derrubiados, y las mínimas son -- muy poco variables.

Litológicamente, hay conglomerados en la base, y arenas claras muy limosas con alguna intercalación de arcillas. Todo el conjunto no sobrepasa los 2 a 4 m. En muchos puntos la superficie está bioturbada, siendo frecuentes ciertas estructuras sedimentarias, pero en general -- suelen ser bastante homogéneas.

La mineralogía se expondrá al final, y los perfiles -ilustrados en la fig. 13- son descritos, a partir de cotas más altas en el mismo cauce.

#### PERFILES TS-093 y 094

Situación: a  $\sim 37^{\circ}44'30''$  N,  $\sim 4^{\circ}33'40''$  W , cota a  $\sim 170$  m.

Sobre un paquete conglomerático afloran 2 a 2.5- m. de arenas limosas y limos, con alguna intercalación fina -arcillas- y estructuras burrow hacia el techo. Sobre ellos y mal diferenciados -- afloran suelos de tipo entisol, muy limosos.

En el perfil 093 situado muy próximo al anterior, se intercalan niveles conglomeráticos groseros -gravas-.

#### PERFIL 074

Situación: próximo al puente de la carretera a Granada.

Con una potencia mayor de 2 m., un paquete muy arenoso contiene varias intercalaciones arcillosas, de las que en especial la más alta, posee estructuras burrow y bioturbadas.

PERFIL 072

Situación: puente de la carretera a Granada, a -- 0.5 Km. río arriba. Próximo al 074.

Dos niveles limosos y arenosos reposando sobre conglomerados. Corresponden a un flood plain con algunas láminas intercaladas limo-arcillosas, muy homogéneo. No se distingue prácticamente diferenciación de carácter edáfico en el nivel superior.

Junto al puente existe una terraza con: a) horizontes arenosos de 1 m. con estratificación cruzada, b) horizontes limosos prácticamente sin suelo. Corresponde a un flood plain cortado por un meandro. En la orilla derecha, sedimentos arenosos bien clasificados, y con estratificación gradada, característica de los point bar, con una lámina limosa de suelo de escasos centímetros, prácticamente sin evolución alguna.

PERFILES TS-084 y 083

Situación: zonas de llanura de inundación. (\*)

Sobre conglomerados, se desarrolla un conjunto fuertemente bioturbado de limos, en alternancia con arcillas limosas de colores grises. En el perfil TS-083 es visible un suelo AC -prácticamente un regosuelo con cierta estructura granular.

---

(\*): Km. 294. de la carr. a Granada. 37°45'30" N, y -4°40'30" W, cota aprox. ~135 m. (TS-084)

Composición mineralógica de estos perfiles:

Arcillas:

	093	094-1	-2	-3	-4	074-1	-2	072-1	-2	083-1	-2	083'	084-2	-4
M						64%	55%							
(14 <sub>M</sub> -14 <sub>V</sub> )	45%	50%	45%	40%	45%					45%	30%		40%	45%
(M <sub>12</sub> -V)								40%	50%					
(10-14 <sub>M</sub> )												70%		
(I-M)	t	10	5	20	10	?	x						x	x
I	50	30	40	33	40	23	40	52	40	30	53	15	50	49
C	3	7	5	4	2	3	5		7	10	5	x	x	x
K	2	2	5	3	3	7	3	6	3	5	2	3	5	6
(C-M)								t						
Cuarzo								x	x					
Paligorskita												x		



Arenas:

	093	094-2	-3	074-1	-2	072-1	-2	083-1	-a	-2	-3	084-1	-2
Esquistos	++			+		+			+	+			
Cuarzo	++++	20%	+	+	++	+	4	25%	20	++	10	++	30
Ortosa		+++				+	+				+	++	10
Anortita													+5
Moscovita	+	4	+	++	+++	+		+	2	+	+	+	+
Clorita	+	0.5				+	+						+
Biotita		2.5		+	+		+	+	+	+			+
Epidota						+	+	+	+	+	+		+
Negros?						+	+						
Calcita	+	10		++	++	40	+	10	+	+++		+++	+++40
Dolomita						5		+2	+20	+			
Frag. roc.							+	+	+	++			
Foraminíferos	+	40	+			25	10	50	30	+	~60		
Ópalo		3	+		+	++	+	+			+	+	++
Glauconia		1	+		+	+	?	+2					
Oxidos de Fe						+	+		+				++
Limonita		0.5	+										
Hornblenda						?				+			+
Otros (v)						++			+		+4		
Arcillas				+									
Yeso				++	++++								
Silex					++								
Ilmenita		2									+	+	+
Andalucita								+?	+				
Magnetita		3						2	3	++	+	+	++
Granate													+
Actinolita													+
Circón		+											
Calcedonia			+										
Opacos		+											

### ALUVIALES Y DEPOSITOS RECIENTES (Q<sub>3-2</sub>)

Los aluviales en general son cartografiables aunque a veces se confundan con derrubios acumulados en los valles. Son de destacar los afloramientos de los arroyos-Guadalmellato, Guadiato y Guarroman, en la margen derecha del Guadalquivir, y los arroyos de la marota, Guadalmazán, Picachos, de la Miel y Galapagares en la margen izquierda. Entre los tributarios del Guadajoz poseen aluvial los - - arroyos de Fontalba, de Silla-Canciller y del Alamo.

En el caso del arroyo de la Marota, es visible un escalón de terraza no superior a 1.0 m. En ellos hay - alternancias de limos y arenas finas con alguna arcilla - en lechos discontinuos. Se incluyen aquí los coluviones.

Describimos a continuación los análisis de algunos aluviales:

#### PERFILES 108 y 109 (Arroyo de Galapagar)

Carretera Córdoba a Bujalance, sobre el cauce -- del Galapagar la TS-108, y a 2.5 Km. aguas arriba la TS-109. \*\*

Los sedimentos en el lecho del rio son alternancias de arcilla azulada, endurecida y fuertemente bioturbada, con lechos de arena fina y limos.

Lámina TS-108-2

**TEXTURA:** masiva plectoamictica, de microgranuda a criptogranuda.

**PLASMA :** arcilloso totalmente aséptico, manchas y moteaduras, posiblemente separadas por antiguas grietas, actualmente rellenas y difusas. Coloración variable, oscura en el centro del bloque, y palidece hacia los bordes (beig a gris).

---

\*\* : Coordenadas: 0°58'10" N, 37°53'10" W. cota 145 m.

ESQUELETO: cristales de arcilla y calcita, con alta birrefrigencia, escasos cuarzos, hematites.

HUECOS : son grietas de tipo canales, algunas rellenas de coprogenos, grietas de retracción actuales y - - grietas de retracción fosilizadas. Algunas con - rellenos arcillosos.

Las grietas son, paralelas o regulares, oblicuas y algunas irregulares.

Se advierten grietas circulares fosilizadas, y - masas arcillosas reinyectadas.

PORCENTAJES: esqueleto 7%, plasma 80%, huecos 13%

Un barrido de Difracción de R-X en la lámina delgada presenta los siguientes espaciados: (en Å)

17.5	?
14.2	Clorita
10.2	Moscovita
7.19	Clorita?
4.48	Moscovita
4.26	Cuarzo
4.12	Mica s.p.
3.86	Calcita
3.343	Cuarzo + Mica
3.03	Calcita
2.89	Dolomita
2.57	Moscovita

#### PERFIL TS-182

Carretera Córdoba a Santa Cruz, Km. 20 por el - cauce del Arroyo de Galapagares, izq.

Alternancias de arcillas fuertemente fragmenta-- das en bloques angulares (mud crack) con arenas- muy finas.

En lámina delgada aparecen con las siguientes características:

Lámina TS-182

**TEXTURA:** masivo el plasma, poco o nada diferenciado. Aséptico.

**PLASMA :** es muy arcilloso, y sin estructura interna característica; masivo. Suave ordenación interna (muy local). Sin diferenciaciones.

**ESQUELETO MINERALOGICO:** cuarzo y calcita dominantes. Micas presentes.

**HUECOS :** el aspecto más interesante es la fragmentación - en bloques y la disposición de las grietas. En efecto los huecos (un 40%), separan bloques de contorno más o menos poligonal y prismáticos. Hacia el techo las grietas son paralelas permitiendo la separación en placas, hacia el muro se hacen equidimensionales. Algunos bloques están fragmentados internamente, bien en zonas subredondeadas, bien constituyendo una red de tipo mosaico. Pero en ocasiones las grietas están fosilizadas, o soldadas entre sí, y a veces el borde de la masa arcillosa es difuso. A veces los bloques presentan interior más oscuro u ordenación interna fluidal.

**PORCENTAJES:** <3% mat. orgánica, 12% minerales, 48% arcilla, ~40% en huecos.

**MUEST. TS-194**

Arroyo de Fontalba, coordenada 37°46'20" N, 4° - 34'30" W, ~200 m. Se sitúa sobre un canal -cauce actual- y son barros muy arcillosos.

**PERFIL TS-156 (Guarroman)**

Margen derecha, Km. 14.8 de la carretera a Almodóvar, próximo a la desembocadura del Guadalquivir: Coordenadas y cota: 37°51'00" N, 4°56'15" W 100 m.

La muestra TS-156-0 se situa en el canal -cauce actual- y está constituida por barros muy arcillosos, -- con alto contenido en materia orgánica.

La 156-1 arcilla y arenas y conglomerados en -- lentejones heterométricos, pertenecientes a un flood - - plain, a 1 m. sobre el nivel del rio.

La muestra TS-156-2 constituye un horizonte edá fico situado sobre una pequeña terraza a 2.5 m. sobre el cauce.

MUESTRAS TS-140 a 147 (arroyo Guadalmellato).

Carretera Alcolea a Villafranca, Km. ~15 sobre el cruce con el arroyo del Guadalmellato.

Constituyen una serie de muestras distribuidas así:

TS-140, 142 y 143	Depósitos de canal
TS-141 y 144	" " inundación
TS-146 y 147	" " terraza

En lámina delgada se caracterizan por:

Lám. TS-141

**TEXTURA:** granular a veces intersticial. Practicamente ca rece de plasma, es muy oscuro, aséptico.

**ESQUELETO:** heterogéneo y muy variado; frag. de cuarcita, micaesquistos alterados, caliza micrítica, frag. rocas ácidas, escasas cuarcitas, areniscas y -- otros.

**Minerales:** oligoclasa, cuarzo, ortosa, serici-- ta, cuarzo con turmalina y topacio, biotita, -- clorita, hematites, circón, posible ilmenita, - moscovita (inclusiones en cuarzo), glauconita, y plagioclasas con cristales de augita incluidos.

Existen otras formas no identificables, por el enorme grado de alteración; gran cantidad de -- óxidos de Fe. Restos de lamelibranquios.



Arenas:

	109-1	182	194	140	141	142	156-0	146-1
Frag. roc.	+				+++++	23	+	
Esquistos				++++	++++	12		++
Calizas	?					10		+
Cuarzo	+	++++40	++	++	+	30	+5	+++
Ortosa	+		+	++	+	18	++	
Plagiocl.			?		+		+10	+
Anortita				+++			+	
Calcita		+++25	+	++	+		+4	+5
Hornblenda	+	+?		++	+		+	+
Olivino				+	+?			
Epidota				+	+		+	+?
Augita					+		++	
Turmalina							+	+
Andalucita		+						+
Parag.y otr.					+			
Hematites			+	++	+			
Limonita				++		1		+
Magnetita				+	+	1	+	+
Ilmenita				?	+		+	+
Rutilo	+				+			
Glauconita	++	+	+					+
Opacos							+2	
Foramin.		+15	+				+15	+
Mica dorada				++	+	1	+3	+
Biotita					+			
Moscovita	+	+	+	++++	+	1		++
Clorita	+	+			+	1	+1	
Cloritoide		+			+++	t		
Clinocloro					+	+		
Otros							++++40	
Actinolita					++			+
Diopsido					+			
Granates					+			+
Estaurolita					+	+1		
Arfvedsonita					+			+?
Circón					+			
Silex						1		+
Goethita								+
Serpentina								+
Yeso?						1		+
Anfiboles sp								+
Miner. verd. y otros						10		

### Análisis de Texturas

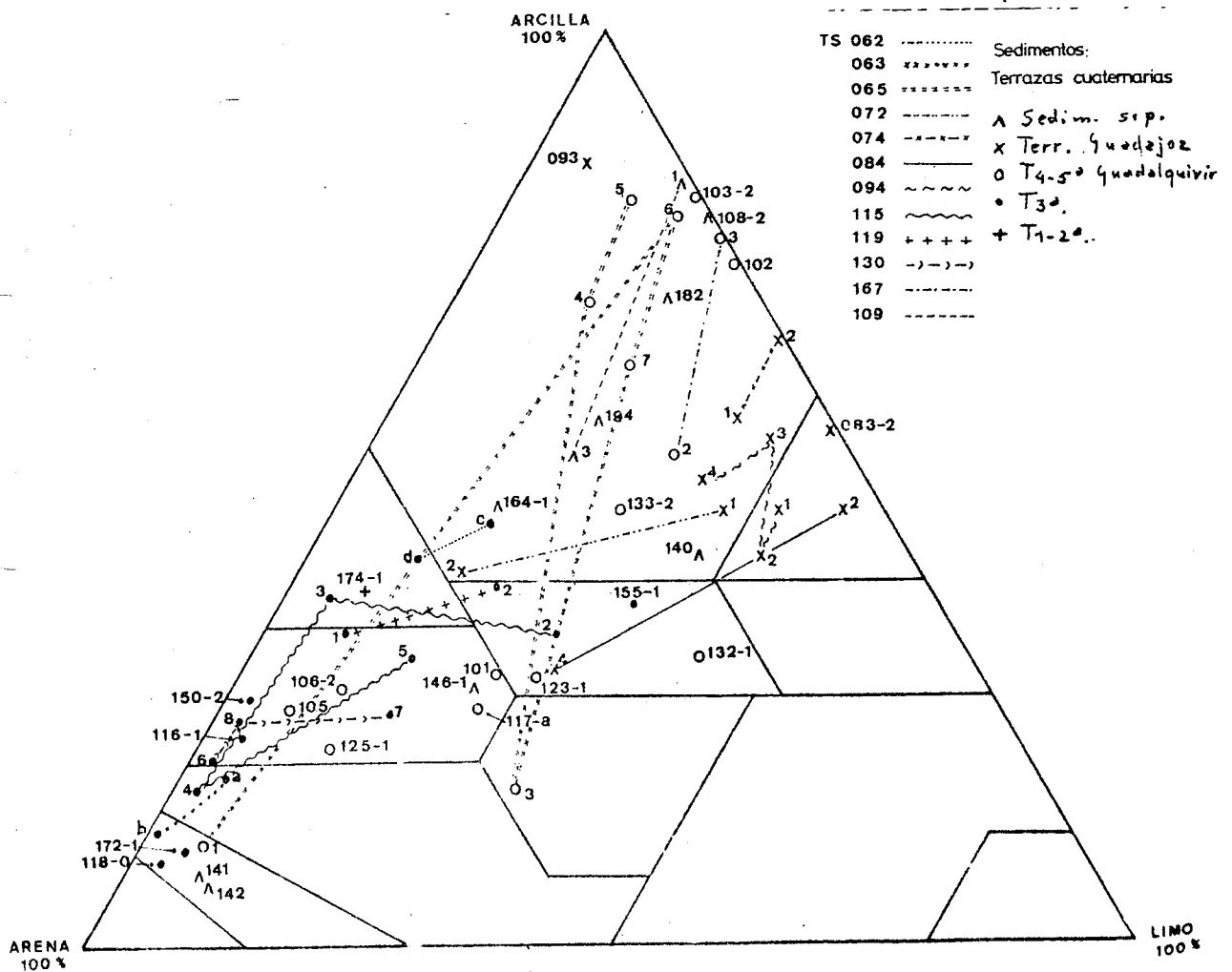
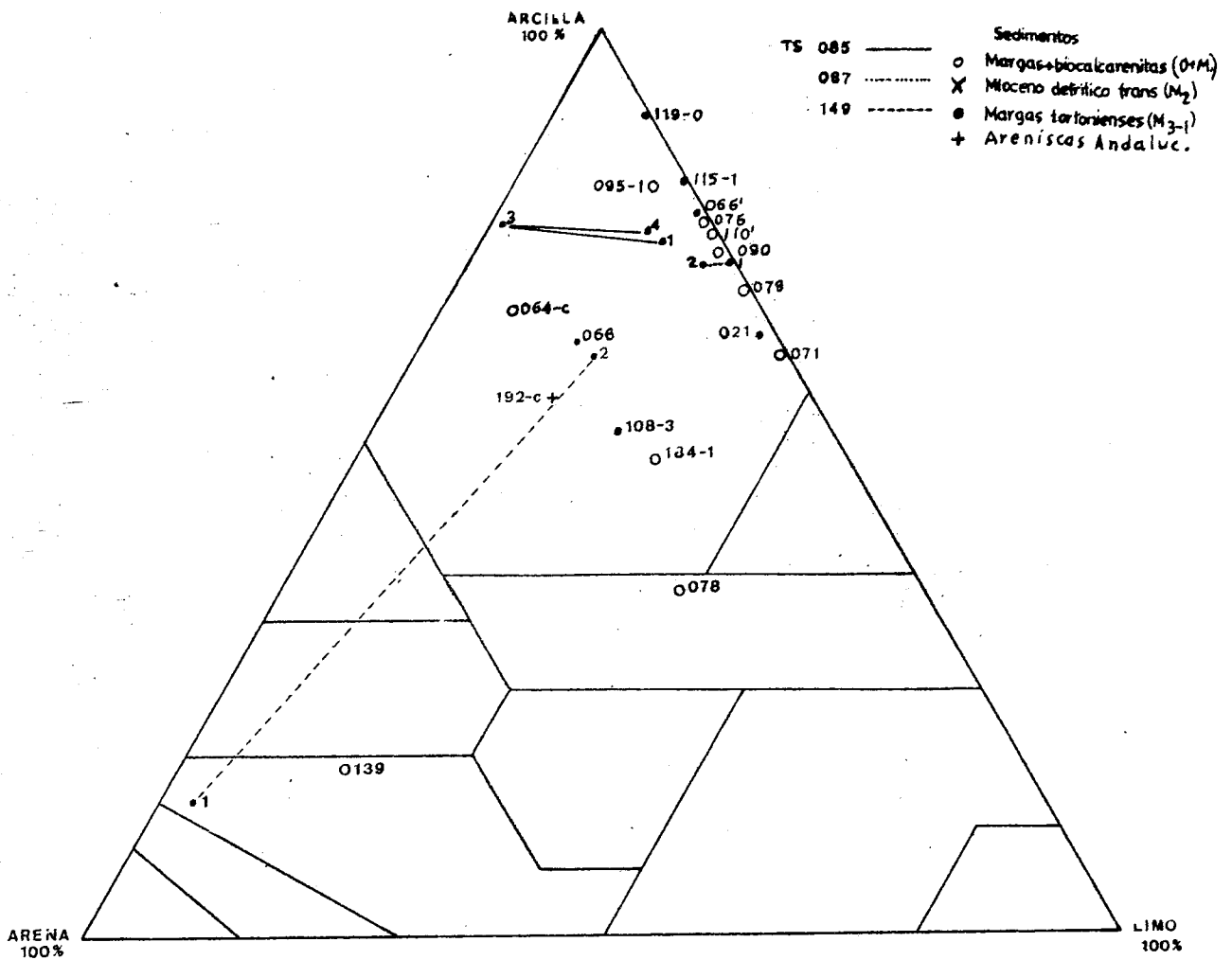
Con independencia de las gráficas de curvas granulométricas acumulativas, realizadas previa selección del muestreo, y de las cuales haremos mención más adelante (capítulo 6), se ha efectuado la representación del análisis mecánico textural, mediante diagramas triangulares Arena-Limo-Arcilla, basados en U.S.D.A. (1951) entre otros, para la casi totalidad de muestras de los sedimentos descritos. Se exponen dos triángulos: uno para materiales neógenos (Oligoceno y Mioceno) y el segundo para los depósitos de aterrazamiento (Cuaternario). FIGURA 14. Las particularidades de ambos diagramas serán discutidas en el capítulo 6 pero de un modo general apuntamos varios hechos:

Los depósitos del Mioceno detrítico transgresivo, y análogamente las series neógenas olitostromicas (Sector Sur) caen en las zonas de arena y arcilla con predominio de una u otra según el nivel representativo. El Mioceno Superior es arenoso y arcilloso (de acuerdo con los datos descriptivos de campo) y el Cuaternario se muestra con fuerte variabilidad, normalmente desplazándose entre la arena y la fracción arcillosa, con tendencia hacia diámetros finos al ascender en las series.

En la columna estratigráfica general, FIGURA 12, puede estudiarse la variación de diámetros de partícula con el tiempo, en especial para el Neógeno. Los datos de texturas para el Cuaternario son lógicamente una generalización.

Los porcentajes de las relaciones texturales (Fábrica) en láminas delgadas de algunos sedimentos serán resumidos más adelante (cap. 6), conjuntamente a los obtenidos de láminas delgadas de Suelos.





DIAGRAMAS TEXTURALES

FIG. 14

### 3-2.- TECTONICA DE LA REGION

Como se indicó en los antecedentes, la estructura regional de la Depresión del Guadalquivir es sumamente sencilla, a excepción de las intercalaciones de elementos alóctonos de carácter olitostrómico, que corresponden en parte al Manto de Carmona (JULIVERT y FONTBOTE 1972-74), y en parte a escamas que recuerdan las estructuras Prealpínicas en el sector de Jaén, y por analogías, en Castro del Río (PERCONIG 1960, 1962; FONTBOTE y GARCIA-DUEÑAS 1968; GARCIA-ROSELL 1972; JULIVERT y FONTBOTE 1972-74).

El Trias de la zona de Espejo y Castro del Río presenta características análogas al olitostroma, aflorando en contactos mecánicos bastante irregulares en cartografía, casi siempre bajo la serie detrítica oligocénica. En ocasiones corta las estructuras o asciende en láminas diapíricas, (Cerro de Harinillas). En general pueden apreciarse pliegues de direcciones N 30°E, más o menos periclinales. En las canteras de yeso de Espejo, la estructura superficial está deformada por movimientos halocinéticos, con estructura disarmónica. El corte de la fig 10, ilustra el aspecto de la deformación. Numerosos detalles estructurales sugieren algunos de los procesos mecánicos sufridos. Así se observan superficies  $s_1$  y  $s_2$  alabeadas, afectando a los niveles arcillosos y superficies s-e, subparalelas a la estratificación que confieren un aspecto gneísico en algunos lechos de yeso. Pliegues fluidales, estructuras de arrastre y alguna forma que recuerda el boudinage, están presentes aquí.

Quizás lo más notable es la observación del movimiento halocinético en yesos blancos y grises mediante lámina delgada; la microfotografías 1 y 2, ilustran bandas y zonas nodulares, de color de interferencia gris, y aspecto criptocristalino (que recuerda al "vidrio" clo-

ritizado, o a masas informes, casi isótropas) englobando - cristales de yeso, arrancados del contorno, en el camino - del movimiento de la sal; los cristales se orientan en la dirección del flujo, y en algún caso se ven los bordes co rroidos. Se observan micropliegues, aberrantes en rela- - ción a las estructuras de arrastre (estas últimas visi- - bles en el campo).

Los niveles dolomíticos superiores son brechoi-- des, y contienen una matriz microcristalina arcillosa con óxidos de Fe. En otras muestras son patentes las recrista l izaciones de origen mecánico (yesos rosas).

El conjunto Trias-Oligoceno detrítico, se hunde- bajo el Mioceno con suaves buzamientos hacia el N-NO y NO. Así mismo este Mioceno del sector S. presenta también sua ves buzamientos hacia el centro de la Depresión, y luego- recupera la horizontalidad en las proximidades del Guadal q uivir. Como afirman JULIVERT y FONTBOTE (1972-74) las ser ies detríticas deben acuñarse hacia el N., mientras el - zócalo paleozoico sobre el cual descansan, constituye una suave pendiente que se inicia ya desde la propia Sierra - Morena.

En el campo se hace hoy día extremadamente difí- cil las observaciones de contactos netos por la considera a ble acción humana, el importante desarrollo de suelos, -- etc. Pero puede afirmarse la horizontalidad generalizada- del Neógeno, y ocasionales pliegues de compactación extre madamente suaves. No existen huellas de movimientos tectó nicos durante el Cuaternario, o al menos las diferencias- de cotas a uno u otro lado del Guadalquivir o entre una y otra transversal no parecen demostrarlo; antes bien son - atribuidas a situaciones topográficas no homogéneas (su- perficies de depósito no horizontales)\*. Sin embargo no e s tán ausentes las fallas que afectan a materiales muy mo- dernos.

Así en Fernán Núñez (fuera de la zona de estudio) fallas de 1 a 3 m. de salto gravitacionales rompen areniscas amarillas y niveles conglomeráticos; también en la gravera de Arrecife (areniscas blancas y rojas), en Guadalcázar (formación detrítica superior). En todos los casos (incluyendo sectores de la provincia de Sevilla, en niveles estratigráficos análogos) se trata de fenómenos de compactación diferencial que afectan a las arcillas tortonienses y condicionan la rotura y suave plegamiento.

Muchos de los buzamientos son sin embargo de origen sedimentario: en los point bar, e incluso en areniscas detríticas del Tortoniense Superior.

Por otro lado la existencia de un buzamiento regionalizado hacia el N, aunque muy suave, afectando a los niveles del PLIOCENO Terminal-Cuaternario Antiguo (el llamado a veces nivel de "rañas"), puede suponer un levantamiento general desde el Sur a modo de báscula. Esta opinión es compartida, (se ha supuesto un origen de los cantos rodados próximo: Sierra Morena, y precisamente en la dirección de la vergencia del buzamiento) con serias reservas, pues tal buzamiento podía ser resultado de una morfología cuaternaria, y los cantos, muy rodados, heterométricos y de tamaño considerable, proceder de áreas fuentes más lejanas (por ej. Sierra Morena Oriental).

Ello conduce a establecer como edad más reciente del último movimiento tectónico el PLIOCENO-SUPERIOR-CUATERNARIO ANTIGUO.

---

\*: nos referimos a la cota de las superficies de aterramiento. (Ver pag. 228).

### 3-3.- GEOMORFOLOGIA

La geomorfología de la región está condicionada a factores litológicos, estructurales y climáticos. Las líneas fundamentales del aspecto fisiográfico son tres:

De un lado el frente de la Sierra Morena, que descende con notables pendientes hasta hundirse bajo la Depresión. De otro lado la naturaleza margoarcillosa del Neógeno, tanto en sus materiales detríticos oligocénicos, como el Mioceno transgresivo Tortoniense, condiciona una topografía suave y alomada con locales pendientes que presentan problemas de erosión. Y por último la instalación de terrazas y depósitos de aterrazamiento por las variaciones climáticas del Cuaternario, a lo largo de todo el valle del Guadalquivir.

Sobre la base de los numerosos datos y estudios geomorfológicos (CARANDELL 1925, CARBONELL T-F 1926y1927, LIZAU y PRIETO 1950, SOLE-SABARIS 1952, FELGUEROSO y COMA 1964, KOCKEL 1967, LOPEZ ONTIVEROS 1973, I.G.M.E. y FONTBOTE 1971, FOUCAULT 1971, DRAIN, LHENAFF y VANNEY - 1971, PERCONIG 1970-72 y 1971, I.G.M.E, GARCIA-DUEÑAS y FONTBOTE 1972, JULIVERT y FONTBOTE 1972 y 1974, FONTBOTE-1975, CASTELLO y RAMIREZ 1975, etc) interesa aquí indicar algunas precisiones:

#### 3-3.1. Precisiones Geomorfológicas

a) Las diferencias litológicas en la serie miocénica (incluidos cambios de potencia) en una alineación muy próxima al contacto con el Cuaternario actual, es un hecho generalizado en respuesta a fracturas de dirección Bética (OSO-ESE). En efecto en cartografía pueden observarse algunas fallas que afectan a las capas transgresivas, aunque de pequeño salto.

Somos de la opinión de que la cartografía del basamento paleozoico no es una superficie sencilla en el detalle, y está alabeada. Dicha superficie está cortada por fallas de salto no excesivo, como las que aparecen con dirección N 25 E y N-E, que en parte debieron ser Pretortonienses, funcionando más tarde durante la sedimentación - regresiva. La topografía pues se hundía progresivamente a excepción de algún talud, farallon tectónico (CASTELLO y RAMIREZ 1975) o de erosión marina.

b) La topografía actual del Mioceno está condi--  
cionada por un suave buzamiento hacia el S, de los térmi--  
nos transgresivos junto a Sierra Morena, con formas de re  
lieves en mesas, y otras que recuerdan las cuestas en el--  
área desde Medina Azahara hacia Almodóvar del Río.

c) Las margas Tortonienses y los niveles detríti--  
cos superiores, en el sector central de la cartografía -  
presentan un relieve característico (LOPEZ ONTIVEROS 1973)  
condicionado a una estratificación subhorizontal entre --  
otros factores. En ellas existen dos problemas: la alta -  
erosionabilidad de las arcillas y la presencia de desliza--  
mientos de ladera.

En efecto dada la abundancia de arcillas en los--  
sedimentos (entre 60 y 75%), y en los horizontes edáficos  
(80% en ocasiones), las laderas están expuestas a una ero--  
sión de carácter mixto, que en especial se desarrolla en--  
forma de manto de alta movilidad. Tal erosión es típica -  
de interfluvios suavizados y está ligada, a factores cli--  
máticos (lluvias esporádicas de alta energía de arrastre),  
a la composición mineralógica de los suelos (con dominio--  
de filosilicatos más o menos expansibles, montomorilloní--  
ticos), a factores humanos dada la casi total desforesta--  
ción, que ha sufrido la campiña cordobesa desde épocas an--  
tigas (LOPEZ ONTIVEROS), a factores topográficos (valles  
de laderas cóncavas); y la erosión es tan acusada, que en

muchos casos se trata de auténticos deslizamientos de ladera en masa. Estos últimos suelen iniciarse en los puntos de transición hacia facies detríticas (areniscas amarillas).

El problema está ampliamente generalizado, y en ocasiones es difícil delimitar el dominio de un deslizamiento en cuchara (deslizamiento de ladera por solifluación), de los movimientos en masa que afectan solo a la superficie.

Este problema se ve favorecido por la impermeabilidad acusada del Tortonense, y el carácter vértico de los suelos desarrollados sobre el mismo.

d) Las areniscas superiores presentan una erosión menos marcada, ocupando cotas muy elevadas, pero no existe una clara ruptura de pendientes y es difícil suponer, que en un tratamiento geoestadístico de las superficies existan unidades diferenciadas.

La heterogeneidad del sector subbético alóctono del Guadalquivir conduce a una topografía más irregular, en efecto existe mayor variación de facies detríticas, -- hay términos evaporativos, etc. La geología estructural es compleja por la presencia de estructuras de plegamiento que en detalle conducen a una morfología no alineada, de pendientes frecuentemente acusadas (Cerro Harinillas, Cerro Teba, Espejo). El problema de erosiones en masa no es visible aquí, aún a riesgo de la posible disolución de sales y evaporativas triásicas, que pudieran conducir a formas locales en colapso.

En los sectores de Teba aparece un relieve en --cuesta, afectando a biocalcarenitas, que gozan de un suave buzamiento hacia el NO.

En el mapa fuera de texto han sido marcados algunos sectores de fuerte erosionabilidad o con acusados des

lizamientos de ladera. Una de las zonas más graves aparece en Castro del Rio fuera de la cartografía, donde el --deslizamiento favorecido por la presencia de un meandro --del Guadajoz, afecta a margas arcillosas blancas del Oligoceno, y cuyas cicatrices siguen evidentemente las direcciones dominantes de diaclasas, en este material el predominio de los minerales de la arcilla es de (I-M) (muestras TS 110 y TS 110'). FIG. 16.

Las condiciones mecánicas que favorecen la inestabilidad en laderas, con materiales montmorilloníticos --de esta región han sido recientemente estudiadas por AYA-LA, 1975. Más tarde se insistirá sobre el tema.

e) Ocasionalmente se pueden considerar ciertas --topografías irregulares frecuentes en esta región, como --ejemplos de morfologías de gilgai; (ALIAS y PEREZ PUJALTE 1968, las citan en determinados suelos de la provincia de Granada, en especial suelos vérticos). PATON (1974).

### 3-3.2. Morfología de terrazas

En relación al clásico paralelismo entre terrazas y cotas, hay que advertir la ausencia de datos geostatísticos ordenables y correlacionables, en suficiente --número para permitir un análisis detallado. (Este problema será tratado más adelante).

1).- El tipo de formas más frecuentes en las terrazas antiguas no es precisamente el de "relieves residuales", sino más bien de mesas residuales, con frecuentes valles adosados por erosión regresiva y deslizamientos que excavan los límites de las terrazas. Dichos valles son de perfil típico interrumpidos por cambios de --pendientes poco marcados, y diseño cartográfico en V.



2).- La primera terraza descansa en general sobre una topografía más o menos llana con suave pendiente hacia el O. y por tanto presenta cotas variables. La segunda terraza descansa sobre cotas así mismo muy variables, lo que no es significativo de un carácter poligénico, ya que esta característica debe implicar diferencias litológicas y de edad de depósito, (esto no es verificable con los actuales datos).

En la mayor parte de los casos tanto la primera como la segunda constituyen terrazas colgadas.

3).- La terraza roja es localmente colgada, descansando sobre el Tortonense margoso, y es frecuente que su muro próximo al cauce del Guadalquivir esté puesto en evidencia: Casillas, perfil TS 062-63, etc. Así puede verse en la fotografía nº 1, donde el meandro excava estas formaciones. Pero normalmente la tercera terraza roja está en el límite entre terraza colgada a terraza embutida: perfil TS 152, TS 118, etc.

La terraza roja corresponde probablemente a un Wurmiense interglacial, que por la acumulación de una capa carbonatada de naturaleza edáfica y un horizonte B textural de iluviación, se deduce un clima subtropical posterior a la sedimentación de los limos.

4).- Las terrazas actuales pueden considerarse dos, con carácter embutido en ambas, en ellas se advierten la diferenciación de llanuras de inundación y flood plain de forma ocasional, pero es fácil delimitar la situación del cauce del río, en especial en los depósitos más recientes que posee características divagantes, con meandros muy bien desarrollados en este sector.

5).- Caracterización topográfica de los niveles de aterrazamiento.

Es evidente que cada terraza no supone una superficie llana, es decir sin desnivel; y además la cota de cada transversal es diferente para la cabecera o el final de la terraza. Se suele medir indiscriminadamente la cota del muro o del techo, lo cual no es comparable sino a espesor de sedimentos muy reducidos. Por su parte una erosión posterior o un coluvionamiento significan variaciones de cota. Desde antiguo se habían dado los siguientes valores para las terrazas del Guadalquivir:

	Zona Oeste	Zona Centro	Zona Este
Ter. 1		300	370
Ter. 2	~125	200	~250
Ter. 3	~ 50	120/130	~170
Ter. 4 y 5	~40	100/150	150/160

Se desprende la ausencia de datos que permitan una correlación fiable, por esta razón se ha creído necesario levantar un suficiente número de perfiles y establecer un análisis, de la variación geométrica de los niveles de cota de la totalidad de terrazas presentes en este sector del valle. Véase la fig. 15. En relación a la misma, cada terraza está representada por un juego de líneas que unen cotas en función a una distancia en la horizontal desde el punto base, que se toma como origen teórico. Las cotas se miden en la transversal del río, más, en razón a los acusados meandros, ha sido preciso diseñar las transversales perpendiculares al cauce y de dirección más o menos O-SO al N-NE (es decir siempre que el cauce lleva esta dirección), distantes entre sí un mínimo de 2.5Km. A cada transversal le corresponde una serie de cotas que caracterizan a las terrazas en ambos márgenes, y se indica la cota mínima y máxima posible o la posición más pró-

xima o más alejada del cauce, y después de corregir el efecto de la asimetría de los cauces actuales, son llevados al diagrama. Naturalmente se han obtenido una serie de rectas, que indican claramente el paralelismo entre las rectas y los cauces fluviales. Se deducen las siguientes conclusiones:

La pendiente de la curva es igual en ambas orillas cuando se considera la misma terraza. Esto se cumple tanto para la superficie de cota máxima como para la de cota mínima, a pesar de las lógicas diferencias en los procesos de erosión-sedimentación. Puesto que no se dan intersecciones entre curvas, (o sea interrupciones de líneas) se demuestra que la región cartografiada carece de puntos neutros, o de cambios de áreas erosivas a áreas de posicionales. Naturalmente a lo largo de un cauce de ~ 88 Km., en la transversal de Córdoba (no más de 60 Km. en su cauce medio) cabe no encontrarlos. En general la zona de sedimentación para terrazas altas parece aumentar hacia el mar.

En cuanto a las terrazas del Guadajoz, se podrían efectuar análogas consideraciones. La fig.15 muestra los perfiles del cauce actual y de la cota superior de terrazas, un diseño muy sencillo. Actualmente está en estudio, un trabajo sobre tratamiento matemático, de un mayor número de datos analíticos sobre la topografía y geomorfología de esta región.

En la tabla adjunta se exponen un resumen sobre la totalidad de los perfiles, con sus respectivas cotas y potencias de las diferentes terrazas citadas arriba. Tabla III-1.

Sistematización de los Deslizamientos de Ladera.

Desliz. en bloques A	calizas, calcarenitas (Oligoceno) Bloques	magnitud pequeña
Desliz. en cuchara, generalizados	margas oligoc.	localizados: B <sub>1</sub>
	margas mioc. Terrazas (en especial 3 <sup>a</sup> T)	localizados x: B <sub>2</sub>
Desliz. en manto (con transición a x: B <sub>2</sub> )	Suelos*+ margas miocénicas	generalizados "Bujeos" C <sub>1</sub>
Desliz. subsuperficiales	suelos vérticos	"Bujeos" en parte, generalizado, C <sub>2</sub>

A : A veces Terrazas: 3<sup>a</sup> T. en Casillas, TS-150, etc.

B<sub>1</sub>: Castro del Rio

B<sub>2</sub>: Pto Lobatón, Perfil 116

C<sub>1</sub> y C<sub>2</sub>: muy diversas localidades

\*: normalmente vérticos.

C A P I T U L O I V

LOS SUELOS DE LA DEPRE  
SION DEL GUADALQUIVIR

## LOS SUELOS DE LA DEPRESION DEL GUADALQUIVIR

### 4-1.- INTRODUCCION

En este capítulo exponemos muy sucintamente la descripción de campo de perfiles de suelos, desarrollados sobre los depósitos sedimentarios mencionados en la Estratigrafía, capítulo 3, juntamente a las características micromorfológicas, haciendo mención a la mineralogía de las arcillas y arenas de cada perfil o en ocasiones de un conjunto de ellos en forma resumida. La agrupación se hace por razones de simplicidad, con perfiles análogos y próximos.

El esquema descriptivo atiende en parte a las normas de la F.A.O. para aspectos que interesaba resaltar (macromorfología y sucesión de horizontes). Los datos analíticos se exponen en tablas. Los aspectos micromorfológicos (láminas delgadas) siguen una terminología especial que exponemos al final (ver apéndices).

Como se indicó en la introducción de esta tesis, su objetivo principal ha sido un estudio mineralógico. Se deseaba conocer con cierto detalle la evolución mineralógica de arcillas y arenas, en especial las primeras a través de la meteorización y procesos edáficos que afectaron las superficies expuestas a dichos mecanismos. Naturalmente ello nos exigía el abordar el problema mineralógico en los suelos, dentro del contexto particular de una tipología, no necesariamente precisa.

A pesar de su innegable interés, no se hace incapie de la clasificación y cartografía de suelos a una escala suficientemente grande y detallada -1:50.000 por ejemplo, para un estudio regional-.

Somos conscientes de que solo una sistemática actualizada, basada en la 7<sup>a</sup> Aproximación Americana, permi-

te una mejor visión del conjunto de suelos, y que para -- llegar a ella son precisos importantes datos de análisis- químicos -porcentaje en carbonatos, materia orgánica, pH, friabilidad,  $K^+$ ,  $Na^+$  y P intercambiables, capacidad de -- cambio,  $SiO_2$  %, etc. que identifica a los horizontes de- diagnóstico. Pero el trabajo de clasificación y taxonomía de los suelos estudiados no se incluye en la presente te- sis.

A nivel de grandes grupos de suelos, la sistemá- tización de los estudiados en nuestra región, responde al siguiente esquema:

Epígrafe "Tipo" Conjunto				Materiales sedimentarios
4-2	A	SUELOS PARDOS S.P.		Oligoceno-Mioce- no, detríticos
4-2	B	RENDZINIFORMES: S.R, P	Rendzinas, Pararendzi- nas y Rend- zinas cali- zas	Mioceno Supe- - rior detrítico
4-3	C	VERTISOLES Y - S. VERTICOS S.V.	Vertisoles s.l.	Mioceno Supe- - rior Margo-arcilloso
4-4	D	SUELOS ROJOS - MEDITERRANEOS S.R.M.	Suelos ro- jos en su- amplio sen- tido, Alfí- soles (sue- len ser pá- leosuelos)	D <sub>1</sub> : sobre terra- zas anti- guas (Q <sub>1</sub> ) D <sub>2</sub> : sobre terra- za media (Q <sub>2</sub> ) D <sub>3</sub> : sobre otros materiales
4-5	E	SUELOS POCO -- EVOLUCIONADOS S.E.	Entisoles	E <sub>1</sub> : sobre terra- zas moder- nas (Q <sub>3-1</sub> y 1') E <sub>2</sub> : sobre depó- sitos re- - cientes s.p (Q <sub>3-2</sub> )

#### 4-2. SUELOS PARDOS Y RENDZINIFORMES

Generalmente son suelos desarrollados sobre los materiales detríticos del Oligoceno-Mioceno y del Mioceno Superior. Bajo tal epígrafe hay que incluir, no por razones de génesis ni de semejanza sino por simplificación, las rendzinas y suelos tipo AC, afines a las mismas.

Pueden agruparse con arreglo al siguiente esquema:

Apartado	Perfiles	Tipología
4-2.1	TS-075, 161	Suelo pardo Mediterráneo.
4-2.2	TS-131, 153	Suelo pardo-arcilloso (transición Pardos-Vérticos).
4-2.3	TS-193, 099, 184	Suelos Rendziniformes, con humus mull (Pardos s.l.).
4-2.4.	TS-114, 126, 145 y 187	Suelos Rendziniformes y Rendzinas.



4-2.1. SUELOS PARDOS MEDITERRANEOS

PERFIL TS-075

Situación: carretera de Granada Km. 302.5

Coordenadas y cota: 37° 42' 42" N, 4° 37' 30" W;  
180 m.

Topografía: ondulada. Situación en vaguada.

Suelo pardo-calizo con horizonte C muy arcilloso. Sobre Oligoceno-Mioceno detríticos, (biocalcarenitas y areniscas calcáreas con foraminíferos).

Horiz. A<sub>1</sub>:

0-25 cm. Pardo oscuro: 10YR 5/2 a 5/3 seco, 10 YR 4/2-  
a 3/3 húmedo.

Arcilloso-franco. Estructura migajosa a granular y subpoligonal. Sin carbonatos, ni nódulos. Presencia de raíces. Límite inferior difuso.

Horiz. A<sub>2</sub>:

25-35/40 cm. Pardo: 10YR 6/2 a 6/3 seco, 10YR 5/2 húmedo. Franco-arcilloso. Estructura poligonal y granular, suelta. Matriz sin carbonatos. Hacia la base aparecen nódulos carbonatados pequeños. Límite inferior difuso.

Horiz. B/C:

(TS-075-2) Pardo: 10 YR 7/6 seco, 10 YR 6/4 húmedo. Textura arcillosa. Estructura poligonal, con tendencia a granular. Nódulos de carbonatos.- Límite inferior neto a difuso.

Horiz. C:

1m. media Beige y ocre, localmente verdoso: 10 YR 7/3 - en seco, 10 YR 7/4 en húmedo.

(TS-075-1) Manchas de carbonatos nodulares más pálidos - (10 YR 8/2). Arcilloso. Estructura en bloques poligonales a prismáticos. Clay-skins y slikenides escasos. Carbonatado en la matriz y en nódulos: un <30% son carbonatados.

Aspecto subestratoide. Hay dos niveles separados por un lecho de mayor porcentaje en carbonatos. Muy arcillosos ambos. Límite inferior con la roca (margas y arcillas gris amarillentas y areniscas detríticas) suavemente marcado.

El horizonte C es realmente un nivel relicto en parte de origen coluvionar muy arcilloso.

El perfil TS-068- sobre depósitos del Guadajoz, es un suelo rojizo, cuyo horizonte C, muy arcilloso, es semejante al C descrito. La descripción se hará bajo el epígrafe 3-4.5, : "Suelos desarrollados sobre Terrazas -- del Guadajoz". El perfil TS-161 de esta misma serie es muy semejante al descrito, por lo que no lo indicaremos aquí. Situación: véase apéndice.

Datos analíticos:

Texturas:

Horiz.	muestra	arena	limo	arcilla	carbonatos
A <sub>1</sub>	075-4	25	20	55	
A <sub>2</sub>	075-3	28	22	50	<10
B/C	075-2	15	15	70	25
C	075-1	12	12	76	30
B/C	161-2	18	20	62	~24

La composición mineralógica de las arcillas y de las arenas se expone en las tablas siguientes:

Arcillas:

Muest.	(I-M)x	(M-V)	C I	Mica	K	Cuarzo	Dolomita	Paligors.
075-1	85		2	+	8	+		
075-2	80		3		10	+		
161-2		50?	47		2	t	t	t

Arenas:

	075-1	075-2	161-2
Cuarzo	55	30	++
Ortosa	+4		
Calcita	25	20	+
Biotita	] <5		+
Moscovita			+
Clorita			+
Actinolita			+
Epidota?			+
Hematites	1	+	
Limonita	2	9	
Anatasa	3		
Otros	++	(+)	
Foraminíferos	++10	10	+
Radiolarios	+	+	
Gasterópodos	+	+8	
Mn		>5	
Espículas	+	~>5	
Glauconita	+	+	

Micromorfológicamente los horizontes superiores tienen textura aglomerática e intersticial, con diámetro de partícula bimodal -predominio de fragmentos de rocas -calizas y cuarzo-. Plasma difuso y poco orientado, con --agregados -pedotúbulos-, algún nódulo de calcita y concreciones de Fe pardo. Huecos de empaquetamiento e interconectados.

Porcentajes aproximados: 25 a 40% en minerales, -30 a 35% en plasma, 30 a 20% huecos y un <5% en materia orgánica.

4-2.2. SUELOS PARDOS ARCILLOSOS

Desarrollados sobre materiales del Mioceno detrítico del sector Norte: arenas azuladas muy margosas (TS--131) y margas grises más o menos arenosas (TS-153). Las cotas de ambas son análogas, y la topografía es muy suave: TS-153: car. Córdoba a Almodóvar del Río, Km. aprox. 11.3. Coordenadas y cota: 37°51'50" N, 4°53'20" W. 112 m.

TS-131: car. Alcolea a Villafranca Km. ~1. 37°56'30" N, -0°58' 15" W, cota <120 m.

Ambos corresponden a suelos muy arcillosos, con transición a vérticos. Se describe el TS-153:

Horiz. A<sub>p</sub>:  
0- 30cm. Horizonte bioturbado y de remoción mecánica.- Color pardo pálido: 10YR 6/3. Franco. Estructura suelta, granular. Sin carbonatos. Límite inferior poco marcado a neto.

Horiz. A<sub>1</sub> y A<sub>1-2</sub>:  
TS-153-2 Capa de 50 a 40 cm. de espesor máximo, color pardo pálido: 10YR 6/3 a 3/3, -3/3 en húmedo.-  
30-70 cm. Arcilloso-arenoso. Estructura suelta, relativamente pobre en materia orgánica (1,0%), y sin carbonatos. Límite inferior difuso.

Horiz. B :  
TS-153-1 Color pardo, 10 YR 6/3 a 5/3 seco. Arcilloso-franco. Friable y suelto. Límite marcado a difuso.

Horiz. C:  
Generalmente arcillas y margas del Mioceno Medio-Superior en zonas de transición a areniscas azules.

En conjunto las mineralogía de arcillas y arenas y los datos micromorfológicos son:

Textura:

Horiz.	muestra	arena	limo	arcilla
A <sub>1-2</sub>	131-2	37	24	39
B	153-1	22	26	52
A <sub>1-2</sub>	153-2	31	23	46

Arcillas:

Horizonte	Muestra	I	Parag.	K	Cl	Interestrat.:
A <sub>1-2</sub>	131-2	30		2	2	M <sub>12</sub> -V: 60
B	153-1			10		I-M <sub>x</sub> : 90
A <sub>1-2</sub>	153-2		x?	10		I-M <sub>x</sub> : 85

Arenas:

	131-1	-2	153-2	-1
F. Rocas			+8	+++
Cuarcitas	+			
Silex	+	+		+?
Cuarzo	++	+	+	++
Ortosa			++++	++
Plagioclasa		+	+	++
Saussurit.	++	++	+++	++
Anortita	+	+	+	+
Mgtita	+	+	+	+
Ilmenita	+	+	+	+
Hematites		+9?		+
Rutilo				+
Leucoxeno			+	+
Biotita	+	+ ??		+
Moscovita	+++	+++		
Clorita	+	+		
Mic. con graf.	+	+		+
Epidota	+		+	+
Glauconita	+++	+++		
Andalucita	+	+		
Olivino			?	+?
Hornblenda				+
Augita			+?	+
Turmalina				+
Tremolita				+
Calcita	+			+++?
Gasterópodos	+	+		
Foraminíferos	+++++	+++++	++	+
Arenáceos	+	+		

Micromorfológicamente el horizonte que presenta mayor interés es solamente el B: (Lámina: 153-1)

Lámina TS-153-1

Constituye un A-B, o un A<sub>i</sub>.

En lámina delgada (TS-153-1) presentan las siguientes características:

FABRIC : Porfírica, o porfiroskelic. Con abundantes caliches. Plasma con textura más o menos aséptica, pero transparente y con cierta birrefringencia. Skelsepic localizados, y crística en los caliches de carbonato.

PLASMA : Aséptico prácticamente, con algún cután de presión, sepic, de tipo Skelsepic. Amarillo a pardo con cristalitos de Illita (semicristico).

Cutanes de presión. Caliches de dos tipos: unos homogéneos, no crísticos, a veces con diferenciación en la corteza, más compacta, casi siempre redondeados. Otros son crísticos, de calcita. Materia orgánica escasa, más o menos humificada, en masas difusas, y a veces sin descomponer. Locales coprogenos. Restos de raíces (M.org. mull.)

HUECOS : De empaquetamiento alrededor de caliches, pero más frecuentes los mamillados, (con ciertos cutanes muy leves) vosepic.) Microporos y poros. Algún canal irregular.

ESQUELETO MINERAL: Se ven masas rojas posiblemente de Fe o de arcilla con materia org. (no identificable) Hay:

Fragmentos de rocas: Cuarzitas, rocas accidas con plagioclasas, un queratófido (seudotraquita), muy alterado con For.; mica negra y grafito, una roca básica, posible anfibolita verde, etc.

Minerales : Cuarzo, Ortosa, Microclina?, Mirmequita y desmezcla, Biotita, Plagioclasas (términos oligoc. y labradorita, y posible bitownita), Cuarzo con inclusiones de augita, Augita, (de una roca probablemente ácida, tipo Charnoquita augítica), Ortosa en Carsbald, Tremolita?, Hematites, Grafito (incluido).

PORCENTAJE: (Según examen óptico-electrónico):

	Máximo	Mínimo	Medias
Plasma arcilloso	38	26	30 (cutanes = 0.5)
Esqueleto miner.	25	15	>20 (M.O. = 1,7)
Huecos	30	20	30
Caliches	30	5	18

Orden de frecuencias en los minerales: Or, Plag. y Q, dominantes, Cuarzitas, frag. rocas con augita, biotitas, presentes y escasos hematites, grafito y calcita (no en caliches).

Nota: la casi total ausencia de cutanes indica que no existe iluviación alguna. Además las diferencias de coloración en la matriz indican presencia de Hidromorfismo, muy acusado. Es un  $A_2B_t$ .

4-2.3. SUELOS RENDZINIFORMES

PERFIL TS-184

Situación: carretera de Santa Cruz a los Cansinos Km. 12, cortijo Velasquitas.

Coordenadas: 4° 34' W y 37° 49' N. Cota:260 m.

Hoja de Espejo, nº 944

Suelo sobre arcillas y margas muy arenosas, Tortoniense Superior.

Clasificación: Regosuelo evolucionado, tipo OR-TENT-pardo.

Horiz. A:

0-25 cm. Muy negro, color 5Y 2/1 , con alto porcentaje en arcillas -probablemente alóctona-, estructura migajosa a grumosa, muy suelta.  
TS-184-3 Límite inferior neto.

Horiz. A/B:

25-50 cm. Gris-oliva muy oscuro 5Y 3/2 a 2.5Y 5/2-3/2.- Arcilloso, estructura granular a poliédrica, a vetes bloques poliédricos irregulares. Alto porcentaje en materia orgánica; se ve una cierta remoción.  
TS-184-2 Límite inferior difuso, irregular.

Horiz. B<sub>2</sub>:

TS-184-1 Color gris-pardo oscuro: 2.5 Y 5/2 seco, 2.5Y 4/2 húmedo, franco-limoso a arcilloso. Estructura grumosa a granular, localmente bloques poliédricos irregulares; con fragmentos y cantos de calcarenitas y areniscas calcáreas. Muy semejante al anterior.  
50-120 cm. Límite inferior difuso.

Horiz. C :

Calcarenitas cuarzosas de grano fino, amarillas (2.5 Y ~7/6) y muy alteradas. (Permeables).

Datos analíticos:

Texturas:

Perfil	horiz.	muestra	arenas	limos	arcillas
184	A	184-1	19	29	52
	B	184-2	13	22	65
099	A	099-2	4	16	80
	B	099-3	11	15	74
193	B	193-a	39	19	42

Arcillas:	TS-099		TS-184		TS-193
			B		
Muestras	099-2	-3	184-1	-2	193-a
(I-M)x (10-14 <sub>y</sub> )	80	70	+	+	
láminas V	10?	10?			
Mica s.p.	+	+			
Illita					++
Caolinita	6	5	+	+	+
Cuarzo	+				
Clor-sap?					+
Clorita					+

## Arenas:

Muestras	099-2	-3	184-1	-2	193-a
Foraminíferos	++10	++	+>5	+5	+4
erizos (sedas)					+
opalo	30	35	t	+	
Glauconita	+	++	+	+	+++
Cuarzo	60	30	++++	++	++
Biotita	+	+	+(mosc.)	+	
Clorita	+	+	(+)	+	
opacos	++	+	++		
mica con grafito	+	+			
magnetitas s.p.	+	+			
limonitas	++	+	(+)	(+)	
andalucita				+	
estaurolita				+	
turmalina				t	
rutilo			(+)		+?
calcedonia					+
calcita	+		++(+)	++	+++
Diatomeas	+				
Feldespatos s.p.			+		

## Datos micromorfológicos

Horizonte A: Lámina TS-184-3

MATRIZ: no orientada, con bloques aglomerados (peds), de estructura porfiroscélica, en parte masiva. Arcilla en forma de complejo arcillo-húmico, de color muy oscuro, y con restos de materia orgánica bien conservada. Humus de tipo cálcico o de tangel, rica en formas. Nódulos de Fe rojizos, y rellenos de foraminíferos (arcilla roja), de origen preedáfico.

No se ven cutanes, ni películas de presión, pero sí una clara remoción de las masas pedales.



HUECOS: interconectados de bordes difusos, (son orto y metahuecos).

ESQUELETO: constituido casi en exclusiva por cuarzo, -- glauconita y micas, acompañados por abundantes globigerinas (foraminíferos).

PORCENTAJES: Esqueleto: 30%, Matriz arcillosa: 60%, Mat.- Org. 5%, y Huecos 5-8%.

Horizonte B (según sus características se trata de un -- B<sub>2</sub>: lámina 184-1.

MATRIZ: no orientada, de coloración más pálido, con inicio de un cierto lavado, y con materia orgánica poco descompuesta: humus muy semejante al horizonte A: de Tangel cálcico. Porfíroskéllica aséptica.

Ausencia de cutanes.

HUECOS: orto y metahuecos, algunos de ellos son antiguas cavidades fosilizadas.

El esqueleto y los demás aspectos son seme-- jantes al anterior.

PORCENTAJES: El Esqueleto de 20 a 35%, Matriz 60%, Mat. - Org. inferior a 3, y Huecos -10%.

#### 4-2.4. SUELOS RENDZINIFORMES Y RENDZINAS

##### PERFILES TS-114 y 126

Situación: Carretera Córdoba a Castro del Río, Km. 16, cerro de la Loma Morena.

Coordenadas y cota: 37°51' 10" N, 0° 56' 35" W. 300 m (TS-114) y 310 m. (TS-126).

Topografía: pendiente acusada.

Sobre materiales detríticos del Mioceno Superior: areniscas calcáreas amarillas, ligeramente margosas.

(ANDALUCIENSE)

Vegetación: bosque mediterráneo de encinares.

Son varios perfiles: 114 -suelo rendziniforme- y 126 -suelo pardo AB<sub>Ca</sub>C-. Ambos de igual localidad.

##### PERFIL TS-114

Horiz. A<sub>0</sub>: Es en realidad una acumulación de restos vegetales no descompuestos -de 2 a 3 cm.-.  
0-3 cm.

Horiz. A<sub>1</sub>: Muy poco desarrollado. Negro a gris pardo oscuro, 10 YR 5/2 seco, 3/2 húmedo. Arcilloso-limoso, de estructura granular a poliédrica, los peds bien desarrollados. Algunos cantos de diámetro pequeño.  
3-10 cm.  
TS-114-2

Horiz. C : Pardo amarillento 10YR 6/4 a 6/6 seco, 5/6 húmedo. Arenoso con fragmentos de arenisca amarilla alterada. Carbonatos y cementación ligera.  
10 ~ 20cm.  
TS-114-1 Estructura granular.

En el muro aparecen areniscas amarillas 10YR 7/6- y 2.5 Y 7/8, muy compactas y limoníticas, de grano muy fino.

##### PERFIL TS-126

Horiz. A: Pardo oscuro a claro: 10YR 6/3 a 6/4 seco, - - 10 YR 5/4 húmedo. Arcilloso-limoso. Estructura granular a subpoligonal. Micro y macroporos -- abundantes.  
0-20 cm.  
TS-126-2

Horizonte B: B<sub>1</sub>(Ca): Acumulación caliza pulverulenta muy -  
 20-30 cm. blanca, no siempre presente. 10 cm. como má-  
 ximo. 2.5 Y 8/2.

TS-126-1 B<sub>2</sub>: color pálido: 2.5 Y 6/2 , arcillo-arenoso-  
 30-60 cm. de estructura más o menos pulverulenta, homo-  
 géneo.

Horizonte C: Areniscas y calcarenitas amarillentas, muy -  
 alteradas, + arcilla sin estructura aparente, -  
 (126") color pardo amarillento; 2.5 Y 6/8.

Datos analíticos:

Texturas:		arenas	limos	arcillas	Carbonatos
A <sub>1</sub>	114-2	15	29	55	<5
C	114-1	20	28	52	<10
B <sub>2</sub>	126-1	11	19	70	~15
A	126-2	11	28	61	<5

Arcillas:

Muestras	114-2	126-1	-2
(I-M)	+++	+	5%
M <sub>12</sub> -V		65%	58
I		30	35
C férrica	+		
K		3	1
Fire-clay	+		
Cuarzo			t

Arenas:

Muestras	114-2	114-1	126-2	126-1
Cuarzo	+25	++++	+++	++
Ortosa	+	++		
Plagioclasa	+	++	+?	+
Calcita	+25	++	+	++++
Granates		+	+	
Biotita	+		+	++
Moscovita	+	+	+	+
Glauconita	+	+	+	+
Circón	+	+	+	+
Actinolita	+	+	+	+
Hornblenda	+	+		
Foraminíferos	++20	+++	+	++
Clorita	(+)		+	
Opacos	+	+	+++	+++

Micromorfológicamente presentan las siguientes características:

TS-114-1 (Horizonte C)

Textura: Es porfírica y en parte plectoplásmica

Matriz : Que puede llegar al 75%, posee nódulos de Fe y Mn, agregados complejos con cemento de calcita, y masas de coprogenos, probablemente pedotúbulos, además de algunos fragmentos de materia orgánica en diferentes estadios de humificación.

Huecos : Son variables y en general mamillados, considerando algunos como de empaquetamiento.

En ocasiones, y en especial las láminas más superficiales (hacia el techo) la materia orgánica se muestra sin descomponer, y abundan extraordinariamente frecuentes raíces y coprogenos, ocupando huecos más o menos ovalados.

En conjunto los porcentajes, vienen a ser: matriz del 60 al 30%, huecos del 40 al 20%, y minerales el resto.

Minerales: Cuarzo dominante, y además se ve: aragonito, calcita, plagioclasa, moscovita, ortosa, glauconita, actinolita y entre otros circón.

En el Horizonte A (TS-114-2) además de los minerales citados se ha observado hornblenda verde.

TS-126 (Horizonte A)

Textura microgranuda porfírico y porfiropléctica. Localmente plectanmínica con un 20 a 25% de esqueleto y 50% de plasma, 30% de huecos y poca materia orgánica, el plasma contiene elementos mayores: aglomerados y pedocals (estos últimos son caliches con formas subredondeadas) y suelen presentar una película irregular de arcilla, además son visibles pedotúbulos con un porcentaje muy elevado de minerales.

Los caliches pueden contener arcilla en grietas interiores.

Los huecos son irregulares y mamillados y a veces hay grietas que separan bloques (peds unitarios más o menos ovalados y removilizados).

Los minerales presentes son cuarzo, calcita, moscovita, mica muy alterada, relleno de hematites y otros.

Es de notar la presencia de coprogenos y de algunas vesículas, y escasos ferrimanganes.

Los horizontes A<sub>2</sub> presentan el siguiente aspecto:  
(Lámina TS-145-2, horizonte A<sub>2</sub>)

TEXTURA: es aglomerática a intersticial de aspecto grueso, conteniendo un 30% de plasma, un 50% de minerales y el 10% de huecos, con abundante materia orgánica poco descompuesta.

PLASMA : de aspecto apedal es totalmente aséptico, e íntimamente ligado a la materia orgánica.

HUECOS : Son especialmente de empaquetamiento y de tamaño pequeño.

ESQUELETO MINERAL: presenta sus bordes bastante difusos, y dominan cuarzo y calcita, acompañados de fragmentos de foraminíferos no datables, y trozos de biocalcarenitas con algas y placas de equinidos, entre otros.

PORCENTAJES: 50% Plasma, 15% Huecos, 35% Esqueleto.

Lam. TS-187-1 (Horizonte B ó A<sub>2</sub>)

La muestra presenta un grado de empaquetamiento variable con zonas heterogéneas y porcentaje en plasma arcilloso también variable del 20 al 70%, aunque la media está en 50%. Los huecos son de empaquetamiento de granos y micropeds\*, aunque no están ausentes los canales organógenos, y grietas de contracción más o menos paralelas.

En el plasma, de aspecto microcristalino sub-orientado, donde no obstante no existe iluviación, se ven pelets, masas calizas cristalinas de contorno ovalado y glóbulas poco individualizadas.

Entre los minerales es frecuente el Fe movilizado, biotitas, glauconitas, moscovitas, magnetita, calcita, ortosa, y algún cuarzo con inclusiones, aunque el 70% de los granos del esqueleto corresponden a cuarzo. Se ve también calcita plumosa y fragmentos de fósiles.

El porcentaje corresponde a un 25 a 30% en huecos, un 40% en minerales, del 60 al 20% en plasma y un 7% en cutanes calcáneos.

\*: más o menos mamillados.

TS-187-2 (Horizonte A<sub>1</sub>)

En esta lámina el plasma presenta diferenciaciones y se distingue un aspecto turbio debido a la materia orgánica. Es prácticamente aséptico, y contiene caliches, concreciones calcáreas, algunos organanes, y una variada mineralogía entre los granos del esqueleto.

Sobre todo es porfírica.

Los calcanes y los agregados calizos son muy variados: existen caliches de contorno ovalado muy complejo con huecos interiores, rodeados en parte de calcanes, - - existen aglomerados porfíricos de alta concentración de carbonato, algunos de ellos presentan pequeñas fisuras -- muy finas rellenas de Mn, y hay huecos rellenos de agregados orgánicos.

Huecos 25-30%, a veces más, (+40%), minerales -- ~25%, cutanes ~5-10% o más, resto plásmico ≈40%.

Colores de la TS-187

	187-1	187-2
seco	10 YR 6/2 a 6/3	5 YR 3/1
húmedo	10 YR 4/3	5 YR 2/1

4-3. VERTISOLES Y SUELOS VERTICOS

Se agrupan aquí un conjunto de perfiles de suelos, de características bastante similares a los suelos vérticos, y los propios vertisoles.

Según la bibliografía pueden formarse dos grandes grupos:

- a) Vérticos litomorfos -o topolitomorfos-
- b) Vérticos hidromorfos.

Los primeros corresponden a los enunciados en el mapa de Córdoba a escala 1:250.000, citado en la bibliografía como "Suelos margosos béticos", desarrollados fundamentalmente sobre margas y arcillas miocénicas. Los consideramos como VERTISOLES en sentido restringido, aunque no cabe duda de la posibilidad de diferenciar entre ellos varios apartados, cuyo denominador común son los porcentajes elevados de arcillas expansibles, su carácter retractivo frente a la sequía -grietas de retracción-, y su movilidad elevada -grado de remoción-.

Los segundos corresponden a un grupo afectado por baja capacidad de drenaje -muy arcillosos-, y posibilidad de hidromorfia, -hemos preferido denominar vérticos o con características subvérticas, a todo el conjunto y los incluimos junto a suelos hidromorfos.

La agrupación de perfiles se hace con arreglo al siguiente esquema:

Orden	Tipo de suelos y grupo	Perfiles
V <sub>1</sub>	Vérticos litomorfos	009, 019, 159, 189, 113, 163
V <sub>2</sub>	Vérticos topomorfos o hidromorfos	054, 128
V <sub>3</sub>	Subvérticos (Orthent, etc,) y pardo-vérticos	085, 149 107 191, 148, 182 163, 188

4-3.1.V<sub>1</sub>) VERTICOS LITOMORFOS

Se describe el perfil 009 como modelo de una serie de suelos vérticos de siglas: TS-019, TS-159, TS-189, TS-113 y 163. Para la situación ver Mapa nº 2, y FIG. 17-A.

PERFIL TS-009

FIG. 17-A

Carretera Granada, próximo al Km. 280, cortijo-Origuero.

Coordenadas y cota: ~37° 50' 04" N, 4° 44' 50"W. 220 m.

Topografía: alomada, pendiente: 10%.

Margas arcillosas del Tortonense.

Suelos vérticos litomórficos. V<sub>1</sub>: VERTISOL.

Horiz. A<sub>p</sub>:

0-30 cm.

Color pardo verdoso 10 YR a 5 Y 6/4, en gran parte: 2.5 Y 6/2 seco, y 5 Y 5/3 húmedo.

TS-009-1

Muy arcilloso. Estructura subpoliédrica; compacto a muy deshecho y suelto. Grandes grietas verticales.

Horiz. A<sub>1-1</sub>:

~30~35 cm.

Pardo verdoso 5 Y 7/3 seco, 5 Y 5/3 húmedo.- Localmente 2.5 Y 7/2 (seco). Muy arcilloso.-

TS-009-2

Poligonal. Bastante deshecho. Grietas verticales. Agregados cuneiformes. Límite inferior poco marcado.

Horiz. A<sub>1-2</sub>:

40-70 cm.

Amarillo verdoso dominante: 5 Y 6/3 seco; localmente 10 YR 5/2 seco y 5 Y 5/3 a 2.5 Y 6/4 en húmedo. Arcilloso. Fuerte estructura poligonal, acusados sliken-sides. Grandes prismas hacia la base. Algún nódulo calizo.- Manchas amarillentas (Fe<sup>++</sup>, limonítico). Espesor variable. Remoción interna visible. Agregados cuneiformes. Límite inferior poco marcado.

TS-009-3



Horiz. A/C (o bien C<sub>1</sub>):

70-140cm. Color gris pardo a verdoso 5 Y 7/3 seco, 5 Y-  
5/3 húmedo; ocasionalmente 2.5 Y 5/2 seco y -  
5 Y 5/3 húmedo. Arcilloso. Bastante carbonatado: se asemeja a margas arcillosas con aparen  
te estratificación. Estructura subpoligonal -  
TS-009-4 con grandes prismas. Locales sliken-sides, y  
pequeños nódulos de carbonatos. Especialmente  
abundantes manchas limoníticas amarillentas.-  
Huellas de bioturbación. Límite inferior difuso.

Es notorio en todo el perfil, la presencia de --  
grietas de gran desarrollo vertical, hasta de 90 cm. con-  
dimensiones espectaculares: anchura de 20 cm. y longitud-  
de 10 m. Ocasionalmente algunas grietas llegan a 25 m., -  
con dirección de la máxima pendiente o formando cierto áng  
gulo. Fuerte erosión y acciones antrópicas.

En otros perfiles semejantes, muy arcillosos y -  
de características similares, se han encontrado análogas-  
sucesiones: (describimos muy suscintamente con indicación  
de la correspondencia: horizontes-muestras, estudiadas miner  
ralógicamente).

PERFIL TS-019

Las Coronadillas, Camino del Judío

Coordenadas y cota: 37° 51' N, 1° 02' W, cota: - -  
~200 m.

Sobre margas azules del Tortoniense Superior.

Tipología: VERTISOL.

Horiz. A<sub>p</sub>: TS-019-1

0-10 cm. Beig-verdoso pálido: 2.5 Y 6/2 y 10 YR a 5 Y-  
6/4; 5 Y 5/3 húmedo.

Remoción humana. Arcilloso. Poligonal y granu-  
lar.

Horiz. A<sub>1</sub>: TS-019-2

10-45 cm. Color casi idéntico: 2.5 Y 6/2 seco, ~5 Y 5/3  
húmeda.

Remoción alta: características vérticas. Arci-  
lloso. Poligonal, con grandes prismas irregu-  
lares. Sliken-side y agregados cuneiformes. -  
Carbonatado. Límite inferior poco marcado.

Horiz. A<sub>2</sub>:

45->100' cm. Color amarillento: 5 Y 6/6 a 2.5 Y 6/4.  
Arcilloso. Poligonal. Con prismas. Carbonata-  
do. Con nódulos calizos y manchas amarillas -  
de Fe<sup>++</sup> (limoníticas).

PERFIL TS-159

Mirador de D. Fernando, Carr. Córdoba-Almodóvar,  
por margen izquierda, Km. ~13.

Coordenadas y cota: 37° 48' 50" N, 1° 13' W; co-  
ta: ~180 m.

VERTISOL, sobre margas Tortonienses.

Horiz. A<sub>1</sub>: TS-159-2

0-20 cm. Amarillo pálido: 2.5 Y 6/4 a 6/2 seco, 2.5 Y-  
4/4 húmedo. Remoción importante. Arcilloso. -  
Prismas y bloques. Carbonatado. Límite neto -  
irregular.

Horiz. A<sub>2</sub>: TS-159-1

Amarillento pálido: 2.5 Y 6/2 a 5 Y 6/3-7/3.  
20~80 cm. Arcilloso. Prismas y bloques. Carbonatado. --  
Presencia de manchas limoníticas. Límite: trans  
sición al C.

PERFIL TS-189

Camino del Judío, cortijo Torre-Juan Gil.

Coordenadas y cota: ~37° 48' 50" N, 4° 39' 50"W.  
~235 m.

VERTISOL? Sobre margas Tortonienses.

Horiz. A<sub>1</sub>: TS-189-3

0-20 cm. Color oscuro: 10 YR 5/1-5 Y 5/2 seco, 10 YR -  
4/1 húmedo.

Arcilloso. Granular y poligonal. Descarbonatad  
do. Límite difuso.

Horiz. A<sub>21</sub>: TS-189-2

20~60 cm. Color oscuro: 10 YR 6/1-5 Y 5/2 seco, 10 YR -  
5/1 húmedo.

Muy arcilloso. Grandes prismas y bloques polig  
gonales. Yesos. Pocos carbonatos. Límite difus  
so.

Horiz. A<sub>22</sub>: TS-189-1

Color análogo: gris oscuro.

60~150 cm. Arcilloso. Grandes prismas y bloques. Suave -  
carbonatación en nódulos.

Datos analíticos:

Texturas:

		arena	limo	arcilla	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	M.org.
Horiz. A <sub>p</sub>	TS-009-1	5	15	79	32	1.02
" A <sub>1</sub>	" " -2	7	15	65	30	0.9
" B	" " -3	5	15	65	20	0.5
" C	" " -4	5	15	64	30	0.4
Horiz. A <sub>2</sub>	" 159-2	14	21	64	30	0.9
" A-C	" " -1	12	20	68	25	0.9
Horiz. A <sub>1</sub>	" 189-3	9	30	60	24	1.2
" A <sub>2</sub>	" " -1	10	25	54	25.5	1.0
Horiz. A <sub>p</sub>	" 019-1	7	15	65	~26	~1.0
" A <sub>1</sub>	" " -2	8	14	65	~26	~1.0

Mineralogía de las arcillas:

Horiz.	A <sub>p</sub>	A <sub>1</sub>	B	C	A	A <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>
Muestras	009-1	-2	-3	-4	019-1	159-2	189-3	-1
Ms	60%	50%						
V-M <sub>12</sub>			50%	40%				
M-V							55%	60%
I-14* <sub>M</sub>					60%?	90%		
(I-M) <sub>x</sub>		+	t	t	6			
C	t	t	t	8				
I					30?		35	30
Mica			+	+			+	+
K	5	10	15	4	10?	8	~4	>2
Cuarzo	t	t		+			+	
Dolomita					t		+	+

\*: Láminas expansibles a 14 Å

Mineralogía de las arenas:

	009-1	-2	-3	-4	159-2	189-1	-3
Frag. rocas	18	5	+		+(cáliz)		++(caliz)
Esquistos	+						
Cuarcitas	2						
Cuarzo	9	25	80	45	60	35-	+++++
Ortosa	2	2					+
Plagioclasa		++	++				
Calcita		6				30	+
Dolomita							+?
Biotita		7	2	3	+	1	+
Moscovita	2	6	4	10		0.5	
Mica con graf.		++				1	
Clorita		5			+	0.4	
Glaucónita		+		30	+		+
Magnetita				1	+(etc)		+
Hematites			7	10			
Limonita	6	7	+	8		+	
Hornblenda	1	2					
Calcedonia							+
Augita		(+)	(+)				+
Epidota						2.5	
Andalucita						+	
Fósiles s.p.	+?		+	+		1	
Opalo (espic.)		6	5				++
Foraminíferos	40	++	3	10		25	++++
Serpentina					+		
Circón	(+)	(+)	(+)				

Datos micromorfológicos:

Lám. 009 Hor. A<sub>11</sub> (40 cm. de prof.)

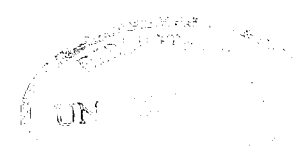
Plasma 60 a 70%. Minerales menos del 15%. Materia orgánica, menos del 5%. Huecos un 20%. Plectoanmictic a porfiroplásmica. Bloques subpoligonales y subredondeados, con aspecto cuneiforme característico de los suelos-vérticos.

Grietas fosilizadas\* Canales y grietas actuales. Locales vesículas.

No se ven cutanes, pero sí una remoción arcillosa.

Esqueleto: abundante cuarzo y foraminíferos; plagioclasa, ortosa, mica, calcita, agujas de circón y augita, glaucónita, limonita, hornblenda, ópalo, foraminíferos, etc.

\*: resoldadas.



En una segunda lámina; (50-60 cm) (A<sub>12</sub>)

Aspecto idéntico a la anterior, y además: canales ovalados y alargados. Hierro pálido rojizo (limonítico) presente en algunas grietas fosilizadas. Mineralogía muy semejante.

En conclusión es un suelo vértico con masas apedales.

Horizontes A<sub>1</sub> húmíferos: (Lám. TS-189-3, por ej.)

De estas láminas lo único interesante es el aspecto de la materia orgánica muy poco descompuesta.

**MATRIZ :** arcillosa está fuertemente removilizada, hecho sugerido por las grietas, y la organización de las partículas minerales. Se advierten claros indicios de hidromorfía, hecho sugerido por las coloraciones.

**HUECOS :** son irregulares, casi totalmente interconectados del tipo metahuecos. Muchos de ellos son de origen orgánico (cavidades), y están ausentes las grietas.

**ESQUELETO:** El cuarzo es dominante, acompañado de calcita, a veces con maclado polisintético, dolomita, circon, glauconita, clorita y otros. Son visibles algunos fragmentos de foraminíferos.

**PORCENTAJES:** El porcentaje es: plasma un 45% de media, minerales de 10 a 15%, de materia orgánica un 20 a un 25%, y de huecos el resto.

Horizontes con contaminación de pedorelictos - -  
(Perfil TS-159).

Lámina delgada TS-159-2. Horizonte A<sub>1</sub>:

En algunas láminas solo son visibles, aglomerados oscuros de arcilla, de color amarillo pálido, que engloba cristales y fragmentos de cuarcita con hematites, - en parte con finísimas capas de películas de Fe rojas de carácter cutánico; en otras láminas, se advierte una clara organización de micropeds, bastante irregulares, con ligeros cambios de color debidos a suaves variaciones en la composición, separados por huecos mamillados. La remoción no es ahora tan patente.

Los cutanes, no muy abundantes, suelen ser muy finos alrededor de huecos o de cristales, y están presentes concentraciones calcáreas de borde difuso. Los nódulos de Fe y Mn son escasos.

Entre los minerales son de destacar fragmentos de cuarcita con hematites, muy alterada (litorelictos), cuarzo y algunas micas. Y entre los foraminíferos nodosariáceos y dentalinas.

Claramente, existe contaminación de pedorelictos rojos y litorelictos de cuarcitas y pizarras muy características de las terrazas altas del Guadalquivir: Terr. 1<sup>a</sup> y 2<sup>a</sup>, de las que proceden, por erosión.

#### Lámina TS-159-1. Horizonte A<sub>2</sub>

De tonalidad amarilla, con matices irregularmente distribuidos, presenta locales zonas de arcilla rojiza de baja birrefringencia, aunque su aspecto general es aséptico. Está presente entre el plasma, cristales de calcita. La textura es porfírica con grietas de retracción y desecación muy irregulares y de forma elíptica.

Son escasas las masas cutánicas alrededor de huecos, de naturaleza caliza, y son visibles algún conglomerado cuarcítico de tonalidad oscura. La remoción de las masas de arcilla es bien patente. Litorelictos y pedorelictos rojos visibles.

Los minerales son: cuarzo y calcita dominantes, acompañados en muy escaso porcentaje de moscovita, ortosa, andalucita, restos de rellenos de foraminíferos (glauconita) y otros. Presencia de litorelictos.

En otras láminas, la arcilla tiene aspecto birrefringente, de color más claro, pero sin llegar a ser séptica. En ellas, abunda el carbonato cálcico entre la matriz plásmica y son visibles masas calizas y foraminíferos bien conservados.

La remoción es bien patente con grietas resoldadas y agregados cuneiformes, estando presentes vesículas, canales y huecos mamillados, en especial los de forma elíptica u ortogonal. Los porcentajes se acercan al 70% de huecos, incluso hasta el 20%, y el resto no superior al 20% de minerales.

Las características de ambas láminas indican un Suelo Pardo-Vértico, no sin cierta proporción de pedorelictos rojos, procedentes de Suelos Rojos, desarrollados sobre las terrazas altas T<sub>1-2</sub>, Cuaternario Antiguo, que afloran por encima de los 200 m (>30 m sobre la cota de este perfil). Análogamente contienen litorelictos de cuarcitas y/o pizarras de dicho Cuaternario.

4-3.2. V<sub>2</sub>) VERTICOS TOPOMORFOS O HIDROMORFOS

PERFIL TS-054

Suelo subvértico con ligero aporte de coluviones

Situación: perfil del Cortijo Doña Sol, próximo al arroyo de Monte-Morena, 0.5Km. de la desemboc.

Coordenadas y cota: 37° 52' 10" N, 1° 01' 10"W. 106 m.

Hoja de Córdoba 923.

Topografía: pendiente medianamente alta, en va--guada.

Materiales de origen: margas y arcillas del Tortonense Superior, azules.

Se distinguen al menos tres subniveles -no son - exactamente horizontes-.

Subnivel 1: Una capa discontinua de derrubios y suelos --  
vérticos, potente, con un lecho de cantos en--  
la base. Color gris oscuro-verdoso: 2.5 Y 5/2  
0-50 cm. seco, 2.5 Y 4/2 húmedo. En la base tiende a --  
Horizontes 10 YR 6/3-6/1 seco y 10 YR 4/3-2.5 Y 5/2 húme--  
A. do. Bastante homogéneo y muy arcilloso. Es--  
estructura poligonal a granular, friable, con --  
TS-054-1 cantos englobados y rodados -cuarcitas gri--  
054-2 ses-. No se ven cutanes ni efectos de presión  
054-3 pero sí fuerte remoción, grietas desorienta--  
das. Raicillas y actividad orgánica importan--  
te. Límite inferior: lecho conglomerático mar--  
cado. En parte está recubierto por derrubios--  
actuales. Sin carbonatos. Muestras TS-054-3 al  
(muro), -2 y -1 (al techo).

Subnivel 2: Con dos lechos de derrubios. Color gris verde  
50-120 cm. so a gris oscuro: de 2.5 Y 7/2 a 5 Y 7/2 se--  
Horizontes co, a veces 2.5 y 5/2; 2.5 Y 4/2 a 6/2 húmedo.  
A<sub>2</sub>? B ? Arcilloso. Poligonal y prismático. Grietas or--  
denadas (verticales ~). Bastante removiliza--  
TS-054-4 do y con carácter vértico notable. Los lechos  
054-5 de derrubios marcados por cantos, son areno--  
054-6 sos. Sin carbonatos. Muestras TS-054-7, -6, -5  
054-7 y -4 (al techo).



Subnivel 3: Colores gris oscuro verdoso; de 2.5 Y 8/2 a - 120-180 cm. 5/2 seco, y 2.5 Y 6/4 a 4/2 húmedo.

(Horiz. C?) Arcilloso y margoso, con aparente estratificación, más compacto, poca remoción. En parte -  
TS-054-8 son las margas y arcillas Tortonienses, suave  
054-9 mente alteradas. Muestras TS-054-8 y -9.

#### PERFIL TS-128

Suelo subvértico: VERTICO HIDROMORFO.

Situación: Carretera Alcolea-Bujalance antigua, - Km. 5, muy próximo al TS-129. Cjo. Cabeza de Vaca.

Coordenadas y cota: 37° 54' 35" N, 0° 56' 5" W. - 128 m.

Topografía: Sobre una vaguada pequeña.

Drenaje: Bueno, pero con posibilidad de hidromorfía.

Nivel sedimentario: margas grises y azuladas del Tortoniense Superior.

Solamente se ha investigado el horizonte A.

Horiz. A<sub>1</sub>: Color oscuro: 10 YR 5/2 seco, 10 YR 4/2 húmedo.

0-20 cm. Arcilloso: arena 12%, limo 30%, arcilla 58%, carbonatos 13%. Con estructura poliédrica a granular (localmente). Dura en seco. Nódulos calizos visibles pero de Ø pequeño. Algunos cantos. Películas de clay-skin aparentes, posiblemente de presión. Actividad orgánica elevada. Raíces. Límite inferior difuso.

Horiz. A<sub>2</sub>: Color idéntico al horizonte superior: 10 YR 5/2 y transición a 2.5YR 5/2 sec.

~20-25 cm. Muy arcilloso. Masivo a poliédrico. Escasos nódulos carbonatados. Pocos cantos. No se ven bien los clay-skin. Actividad orgánica.

Datos analíticos: (Aproximados)

Texturas:

Subnivel	Horizonte	Muestra						%total	colores	
			arena	limo	arcilla	carbonatos	cantos	seco	húmedo	
1	(A)	TS-054-1			~50		~2	2.5Y 5/2	2.5 Y 4/2	
	"	-2			~50		~1			
	"	-3			~48	<5	~20	10 YR6/3- -6/1	10YR 4/3 - 5 Y 5/2	
2	A? B?	-4			~40		~3	2.5 Y-5Y 7/2 (2.5Y 5/2)	2.5 Y4/2 - -6/2	
	" "	-5			~60	<5	~10			
	" "	-6			~70	<10				
	" "	-7			~40	<15	~5			
3	(C)	-8			~70	<5	~25-30	2.5Y 8/2- -5/2	2.5Y 6/4- -4/2	
	"	-9			~65	~6	~2			
1	A <sub>1</sub>	TS-128-1	12	30	58	13				
	A <sub>2</sub>	128-2	15	25	60	<10	+			

Composición mineralógica de los perfiles TS-054-  
y TS-128.

Arcillas:

Muest.	054-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	128
Ms	30%?	35%?	55%	52%?	62%	74%	60%	65%	70%?	
C-Sap?	xx ?	xx ?		xx ?					xxxx?	
I-M	x	x	x							
V-M <sub>12</sub>										50%
V-C										5%
I	40	45	35	40	30	22	35	32	27	35
K	8	9	5	6	6	3	9	5	3	6
Cuarzo	x	x	x	x	x	x	x	x	x	t

Arenas:

	054-6	054-8	128
Frag. rocas	++	++	
Cuarzo	++++	++++	80%
Plagioclasa			+
Ortosa	+	+	
Dolomita			t
Calcita			t
Micas	+	+	+
Magnetita			++
Ilmenita			+
Otros magnéticos	+	+	+
Hematites			+
Glauconita			+
Opalo espículas	+	+	+
Foraminíferos	++	++	+++

En el horizonte A<sub>2</sub> se advierten las siguientes ca  
racterísticas: (Lámina TS-128):

ESTRUCTURA: Porfírica y skelsépica.

PLASMA : Bastante heterogéneo, es poco birrefringente, -  
casi todo es asépico pero con algunos skelsé-  
pic y contiene numerosos calcanes (cutanes ca  
lizados), escasos argillanes. Los calcanes o --  
bien rodean huecos -acompañados de arcilla- o  
bien se trata de cutanes de difusión. Practi-  
camente no hay iluviación. Existen nódulos de  
Mn ocupando huecos y un pedorelicto nodular y  
arcilloso, muy rojo y de elevada birrefringen-  
cia.

ESQUELETO : Moscovitas de tamaño grande, cuarzos, plagioclasas muy alteradas con sericita, fragmentos de cuarcita, estructuras de desmezcla, y algún mineral procedente de rocas ácidas, mal clasificable.

HUECOS : Son muy variables existiendo grietas de tracción irregulares y varios tipos de cavidades.

PORCENTAJES: Realizado un contaje mediante Microvideomat, se obtiene la siguiente tabla:

HUECOS	ESQUELETO	PLASMA	
30	19	51	
34	25	41	
24	12	64	
12	8	80	
12	14	74	
0.4 a 0.5	15	84.5	
44	10	46	
20.6	14.7	63	media
0.5	8	41	mínimo
44	25	84.5	máximo

4-3.3. V<sub>3</sub>) SUELOS SUBVERTICOS Y PARDO-VERTICOS

PERFIL TS-107

Situación: Cortijo Doña Urraca

Coordenadas y cota: 37° 33' 20" N, 0° 39' 30" W.  
125 m.

Topografía totalmente llana

Se desarrolla sobre la terraza reciente del Guadalquivir -horizonte C-, pero a partir de coluvión arcilloso, color verde procedente de las margas del Mioceno Superior.

Suelo vértico, pero evolucionado.

Horiz. A<sub>11</sub>: Verdoso oscuro 5Y 5/2 a 10YR 5/1 seco, 5Y 4/2 a 10YR 4/1 húmedo. Estructura poliédrica, densa y compacto sin cutanes visibles. Con nódulos de carbonatos. Con alto porcentaje en materia orgánica. Límite inferior diferenciado.  
(Muest.107-1)

Horiz. A<sub>12</sub>: Características muy semejantes al anterior: - verde ligeramente más pálido: 5Y 6/2 a 10YR 5/2 seco, 5Y 4/2 a 10YR 5/2 húmedo. Con mayor porcentaje en carbonatos, y muy arcilloso, poliédrico, algo prismático. Límite inf. difuso.  
(Muest.107-2)

Horiz. A/C: No bien diferenciado, de características vérticas. Arcilloso. Prismático y en bloques angulares.  
(Muest.107-3)

Datos analíticos:

Texturas:

		arenas	limos	arcillas	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	M.Org.
Horiz. A <sub>11</sub>	107-1	15	25	50	26	3,5
Horiz. A <sub>12</sub>	" -2	8	13	78	35	2,0
Horiz. A/C	" -3	10	27	63	28	0,6

Arcillas:

Muestra	107-2	107-3
M	40%	60%
C		+
I-M	30?	10
I	25?	20
K	5	6

Arenas:

	107-2	107-3
Foraminíferos	+	++
Opalo	+	+
Cuarzo	++++	+++++
Magnetita	+	++
Ilmenita		+
Limonita	+	
Hematites	+	+
Biotita	+	+
Clorita	+	
Glauconita	+	+
Plagioclasas	+	
Circón	+	+

Datos micromorfológicos:

Lámina TS-107-3 (Horiz. A<sub>1</sub>)

TEXTURA: microgranuda porfírica a aglomerática, aséptico y crístico.

ESQUELETO: cuarzo, calcita, mica, dolomita, ortosa, biotita, recristalizaciones de calcita muy pequeñas, fragmentos de arenisca con hematites y sericita de alteración de biotitas, microfauna.

PLASMA : totalmente aséptico, color beig pardo a beig amarillento, aspecto grumoso, cristiforme.

HUECOS : irregulares a mamillonados, poco interconectados, de pared rugosa, con actividad orgánica difusa.

PORCENTAJES: esqueleto 30%, plasma 35-40%, huecos 25%.

Hay masas difuminadas del 60 a 70% de arcilla de color más claro, con materia orgánica, que recuerdan las arcillas removilizadas. Se advierte una cierta hidromorfía.

Lámina TS-107-2 (Horiz. A<sub>2</sub>)

TEXTURA: aglomerática a subporfírica; granulometría heterométrica; dos tamaños, arena y limo presentes.

PLASMA : asépic. carbonatado o limoso, bastante amarillento. Skelsépic. 2% o menos. Se advierte hidromorfismo.

CUTANES: de presión skelsépicos, muy localizados, poco -- abundantes. Nódulos de cristales de calcita, sub redondeados, con partículas de tamaño medio a fino, subidiomorfa.

ESQUELETO: mirmekita, moscovita, calcita, glauconita, augita parda, plagioclasa sódica, cuarcita con biotita y sericita, circón, agujas de turmalinas incluidas en cuarzos opacos, frag. de biotita metamórficos de textura plumosa, foraminíferos, globigerínidos, dentalinas, formas parcialmente silicificadas, alguna espícula, nummulitoides, radiolarios, hematites y arcillas rojas, relleno - de globigerinas.

HUECOS : ortohuecos irregulares, macrohuecos de empaquetamiento de granulos interconectados, parcialmente mamillados. Escasos canales, menos frecuente aún, alguna grieta irregular.

PERFIL TS-148

Suelo vértico con tendencia a "tierras negras an daluzas": Vértico topo-litomorfo: ORTHENT.

Situación: Carretera Córdoba a Castro del Rio, - Km. 17.35, cortijo Morterito.

Coordenadas y cota: 37° 50' 50" N, 0° 55' 50" W. 200 m.

Horiz. A<sub>P</sub> : Capa arada de unos 25 cm. Gris oscura:

0~25 cm. Arcillosa. Grumosa. Transición inferior difusa.

Horiz. A<sub>1</sub> : Color negro:

20~40 cm. Espesor variable de 20 a 35 cm., arcilloso. Granular a poliédrico, en parte grumosa, con local sliken-side. No carbonatado. Actividad orgánica. Transición inferior difusa a neta.  
(TS-148-3)

Horiz. A-B: Zona de transición gris verdosa:

(TS-148-2) De 10 a 25 cm. de espesor, arcilloso-franco. Estructura subpoligonal y ausencia de sliken-side. (Aparece por transición gradual del B y del A). Poco carbonatado. Límite inferior gradual y regular, bien marcado.  
40-55 cm.

Horiz. B : Color beig amarillento:

(TS-148-1) Arcilloso. Estructura masiva, ligeramente poliédrica irregular. Presencia de yeso. Fuertemente carbonatado. Iluviación. Algunos cantos más o menos rodados pero irregulares, de 30 a 50 cm. Contacto inferior neto.

Horiz. C : Muro de margas grises y verdosas. No visible en la calicata (145 cm.)

Datos analíticos:

Texturas:

	arenas	limos	arcillas	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	M. Org.
Horiz. A <sub>P</sub>					>2%
" A <sub>1</sub>	13	20	67		
" A-B					
" (B)	14	22	64		



Arcillas:

	Ms	(14 <sub>C</sub> -14 <sub>M</sub> )	(I-M)	(C-Sap)	C	I	K
148-1		40	15			35	7
148-3	+++			++	+	++	+

Arenas:

	148-1	148-3
Cuarzo	~40	~40
Calcita	>30	>30
Biotita	<2	<2
Moscovita	++	<5
Micas con inclusiones	++	++
Turmalina	+	+
Andalucita		(t)
Epidota		(t)
Estaurolita		(t)
Circón	+	(t)
Granates	+	+
Globigerínidos		+
Foraminíferos	+	+

Datos micromorfológicos:

TS-148-3 (Horiz. A<sub>1-2</sub>)

El plasma es porfiroeskélico y crístico, es bastante homogéneo con frecuentes cristalitas de calcita pero se encuentran masas redondeadas y removizadas de contornos difusos y con cristales de diámetro superior. Algunos nódulos oscuros con Fe pardo y masas de aspecto difuso semejante a glébulas, que contienen materia orgánica, suelen encontrarse en el interior de huecos.

Entre los minerales del esqueleto hay cuarzo con inclusiones de biotita, fragmentos de cuarzo o cuarcita, calcita, y globigerinas rellenas casi siempre de arcilla roja.

Proporciones relativas: plasma un 40%, esqueleto mineral un 25%, huecos un 40%, en ocasiones superior, y casi siempre del tipo interconectado.

En otras zonas los huecos llegan al 30%, el esqueleto mineral al 30%, y el plasma al 40%, textura porfiroplásmica muy compleja, ya que está en forma interstéctica y aglomerática en ocasiones. Hacia los niveles inferiores las láminas demuestran menor grado de removición y son frecuentes los fragmentos de cuarcita de tamaño grande. Son visibles pápulas según modelo de orientación continua.

TS-148-2 (Horiz. B<sub>1</sub>)

Es muy semejante a la B<sub>2</sub> (TS-148-1).

**MATRIZ :** plectoanmíctica irregular y oscura, donde no son visibles separaciones plásmicas ni orientaciones. En algunas láminas se advierten concentraciones superiores de minerales llegando a ser porfírica. Están presentes los cutanes calizos, pero en baja proporción, así como líneas difusas de coloración rojo amarillenta, que delata la presencia del Fe.

**HUECOS :** son irregulares, interconectados y mamillados y son frecuentes las grietas más o menos elípticas. Como en la TS-148-1 es patente la removición.

**MINERALES:** se encuentran: cuarzo y cuarcita dominante -- acompañados de ortosa, plagioclasa y muy escasas micas.

Suele existir en todo el perfil rellenos de calcita ocupando algunos huecos.

se ven vesículas y cavidades elípticas de origen orgánico, y locales agregados de calcita muy fina, así como nódulo mangánico.

**PORCENTAJES:** los porcentajes relativos son: plasma muy variable del 40 al 60%, huecos del 15 al 20%, esqueleto mineral del 10 al 20%, aunque localmente llega a ser superior.

TS-148-1 (Horiz. B<sub>2</sub>)

**TEXTURA:** plectoanmíctica.

**PLASMA :** fuertemente removilizado que constituye un 40% - del total aproximadamente, se observan frecuentes cutanes (calcanes), más o menos oscuros alre-

dedor de grandes fragmentos de cuarcitas (parametamórficas), así como nódulos más o menos disseminados de Fe-Mn opacos y negros. Algunos calcanes recuerdan los caliches papulares.

**HUECOS** : son del tipo canales interconectados, a veces - de forma oval conteniendo coprogenos de miriápodos. Se ven grietas rellenas y fosilizadas.

**MINERALES**: entre las partículas minerales, además de - - cuarzo y calcita, son frecuentes agregados de calcedonia, y algún fragmento de cuarcita, y de rocas ácidas.

En ocasiones se ven: nódulos calizos de cristales muy finos, translucidos, y rodeados de un plasma muy arcilloso; hematites pigmentando las grietas ya cerradas.

**PORCENTAJES**: los porcentajes relativos son: cutanes 2% - (localmente hasta el 20%), nódulos 3%, esqueleto mineral 20%, y huecos 35%, plasma ≈40%.

**MICROFOTOGRAFIA** 19 . Lámina TS-163.

Grietas y agregados cuneiformes, matriz cristica, aséptica. Aspecto característico de Vertisoles.

25 X, Polarizadores cruzados

En otras láminas las características micromorfológicas son:

Lámina TS-182. Vertico topomorfo, Horiz. B(C) (V<sub>2</sub>)

TEXTURA: microcristalina y porfírica, con abundantes grietas de retracción más o menos circulares y rectilíneas. Presentan zonas de coloración diferente: unas pálidas y otras amarillentas por la presencia del Fe, pero en ambas zonas está presente la calcita diseminada. El aspecto es el de una micrita, pero con removición acusada.

PLASMA : es aséptico, pero bastante transparente, y microcristalino, con pelets locales y algún cután de presión delgado. Se aprecian zonas de color amarillo intenso, con cierta orientación plásmica.

HUECOS : son sobre todo grietas de retracción.

ESQUELETO: los minerales son: cuarzo, ortosa, esquistos - con biotita alterada, moscovita y cuarzo con micas vermiculares, además están presentes fragmentos alóctonos del material de superficie (horizontes edáficos).

PORCENTAJES: huecos 20%, minerales 20% o menos, material-plásmico 65%.

En ciertas láminas se advierte una red plumosa, en forma palmeada de grietas.

Lámina TS-188-1. S. Pardo vértico, Horiz. A<sub>1-2</sub> (V<sub>3</sub>)

TEXTURA: masiva porfiropléctica.

ESQUELETO: cuarzo, calcita, hematites, calcita en huecos, acompañada de aragonito, muy escaso, glauconia, algunos frag. de cuarcita, limonita, foraminíferos.

PLASMA : arcilloso totalmente aseptico; removición interna de la arcilla; manchas oscuras. Diseminación de limonita fina.

HUECOS : grietas de retracción actuales, de bordes muy netos; canales; grietas oblicuas y canales de actividad orgánica.

Huecos mamillados e interconectados, de bordes muy definidos.

Una segunda lámina muy semejante a la 1ª presenta grietas rellenas de cristales de calcita. La pared interior, con arcilla amarillenta rojiza y ligera iluviación.

Las grietas son claramente de retracción.

Lámina TS-188-3. Suelo Pardo-Vértico, Horiz. A (V<sub>3</sub>)

TEXTURA: porfiroskélica microgranuda, con aglomerados orgánicos, aspecto aséptico sin cutanes aunque no exenta de alguna película carbonatada. Apedal.

HUECOS : hay vesículas, vacuolas y camarillas, pero son más frecuentes las grietas mamilladas.

PORCENTAJES: en plasma 40%, minerales de 30 a 20%, huecos de 30 a 20%, y en materia orgánica llega hasta el 10%.

Otras láminas de coloración amarilla, son también de aspecto apedal, con huecos interconectados y mamillados, y un alto porcentaje en materia orgánica.

Se ven aglomerados orgánicos de aspecto granular. El plasma es del tipo porfírico y los minerales casi siempre están rodeados, de material arcilloso totalmente aséptico. Los minerales son entre otros: andalucita, calcita, glauconita, además del cuarzo.

El porcentaje llega a ser diferente, así aparece un 20% de minerales, 20% en huecos, 10 o menos en materia orgánica y 60% en plasma.

Lámina TS-191-1. Zona inferior: A<sub>2</sub> Vértico s.p. (V<sub>3</sub>)

Bastante heterogénea con textura porfírica y - - aglomerática, y localmente plectoanmíctica. Colocación heterogénea, en masas globulares y mamilladas, sin orientación ninguna, hay pedotúbulos. Presencia de abundantes pelets.

ESQUELETO: cuarzo y calcita dominantes, fragmentos de foraminíferos y lamelibranquios marinos, alguna mica.

HUECOS : son vesiculares, pero en especial mamillados y - alguna grieta de retracción.

PORCENTAJES: 30% de huecos, 20% de minerales y 50% de - - plasma.

En otra lámina de color amarillo a beige, aparecen nódulos calizos, masas arcillo-húmicas y pelets. La textura es plectoanmíctica y de aspecto porfírico, y se ven cristales de calcita, y antiguos huecos resoldados.

La materia orgánica en las láminas de este perfil, está bien conservada.

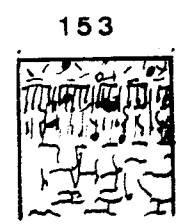
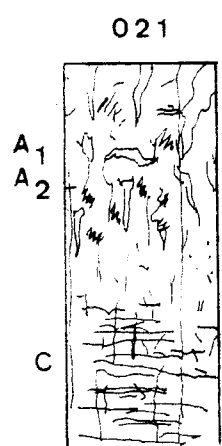
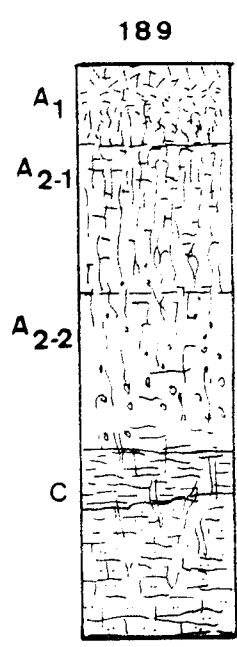
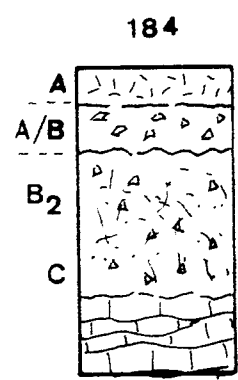
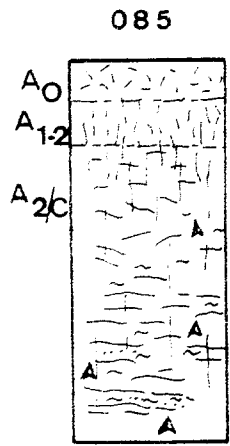
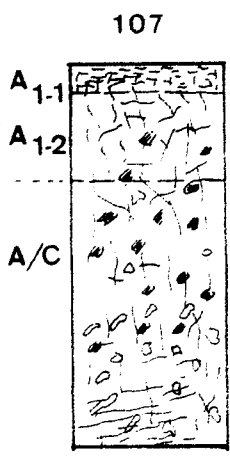
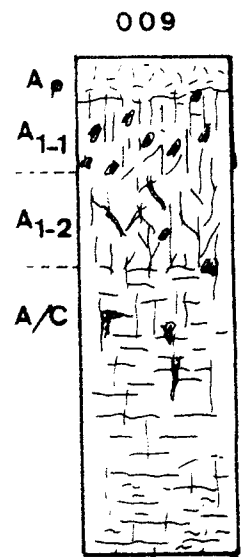
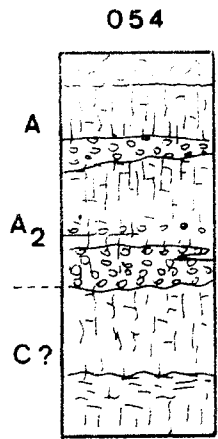
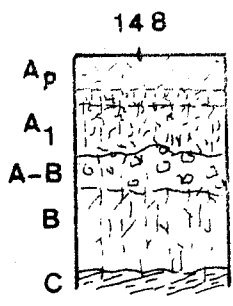


FIG-17 A

Escala 1:50

#### 4-4. SUELOS ROJOS MEDITERRANEOS

Bajo este epígrafe se agrupan una serie de perfiles edáficos de características complejas, considerados en su mayor parte como suelos relictos y paleosuelos, desarrollados bajo una climatología notablemente diferente de la actual; circunscritos a determinadas épocas del Cuaternario Antiguo y Medio, e instalados preferentemente sobre las terrazas antiguas (T1<sup>a</sup> y T2<sup>a</sup>) y la terraza-media (T3<sup>a</sup>). Los perfiles se dibujan en FIG.17, C y D.

Las tierras rojas andaluzas son consideradas -- por diversos autores como "Suelos Rojos Mediterráneos", -- bien evolucionados: BOULAINÉ (1966), MONTURIOL y GUERRA- (1966), PANEQUE y MUDARRA (1966) (Suelos rojos andaluces), BOTTNER y LOSSAINT (1967), BONIFAS (1969), GRADUSOV (1974) y otros. DOUCHAFOURT (1970) los menciona bajo el título de Aridisoles y Suelos Ferralíticos, y en la 7<sup>a</sup> th. Aproximación Americana se clasifican en el orden ALFISOLES, -- subórdenes USTALF y XERALF; es frecuente atribuirlos a -- un clima subtropical o tropical, notablemente diferente al actual clima mediterráneo, o en ocasiones a climas -- áridos. En la mayor parte de los perfiles que describi-- mos deben ser citados como PALEXERALF y XERALF, que se -- caracterizan por poseer un perfil ABC del siguiente tipo:

Horiz. A : Humífero, bien evolucionado. Pardo y rojo. -- Con suave lavado e intensa desagregación an-- trópica. Suele faltar, y en ocasiones se ha-- ya fosilizado por coluviones muy recientes, -- rojizos o más o menos pálidos. En cierta me-- dida se trata de antiguos restos del horizon-- te B<sub>t</sub> actualmente eluviado y empardecido.

Horiz. B : Horizonte rojo-naranjado intenso, de fuerte-- iluviación, con presencia de acumulaciones -- arcillosas notables y un buen desarrollo de-- formas prismáticas; cutanes y clay-skin. Lí-- mite con B<sub>Ca</sub> casi brusco.



Horiz. B<sub>Ca</sub> : Horizonte cálcico, de cementación por acumulación de carbonatos, blanco hueso, y compacto. Podría considerarse como un petrocálcico, y suelen faltar los aspectos típicos de un encostramiento, aunque ellos sean dominantes en climas secos: áridos y cálidos.

Horiz. C : Arenas muy finas y limos con inicio de acumulación de carbonatos (hidromorfía?). En todo caso parece ser un muro del anterior que actúa a modo de pantalla, evitando la migración, más abajo, de la arcilla iluviada roja.

Hay que hacer notar que la importante iluviación de arcillas rojas, aparecidas en arenas más bajas, de origen sedimentario, por ej. en niveles de terrazas, y en especial en las arenas amarillentas del Mioceno Terminal y Plio-Cuaternario, responden a una auténtica iluviación. - Posterior a la deposición de terrazas antigua y media, en zonas donde no existe costra caliza ni caliches, u horizontes de acumulación de carbonatos (B<sub>Ca</sub>) y por supuesto relacionados con posterioridad a la intensa rubefacción de los paleosuelos citados.

Se describen con arreglo al siguiente esquema, - de E a W, indistintamente según las márgenes del Guadalquivir:

Tipo	Perfil E-W	Nivel estratigráfico	margen del rio	Sector	
1	[053 051	Q <sub>1</sub>	Terr. 1 <sup>a</sup> y 2 <sup>a</sup>	izq.	Centro-W
		Q <sub>2</sub> -Q <sub>3</sub>	" 3-4 <sup>a</sup>	derech.]	
2	129 y 130	Q <sub>2</sub>	" 3 <sup>a</sup>	izq.	Oriental
3	136	Q <sub>2</sub>	" "	derech.]	
2	115, 116, 118, 119	Q <sub>2</sub>	" "	derech.]	Central
4	Casillas, 062-063*	Q <sub>2</sub>	" "	izq.]	
4	TS-B*	Q <sub>2</sub>	" "	derech.]	
4	150-152	Q <sub>2</sub>	" "	derech.]	Occid.
1	157	Q <sub>2</sub>	" "	derech.]	
1	172**	Q <sub>2</sub>	" "	izq.]	

\*: Con coluviones recientes

\*\* : Sobre un fangolito

Para su situación ver el Mapa n° 2.

4-4.1. SECTOR ORIENTAL

PERFIL TS-053

Suelo rojo: ALFISOL

Carretera Córdoba a Bujalance, próx. al cortijo-Doña Sol, Km.12, Loma del Monte de la Morena.

Coordenadas y cota: 37° 52' 15" N, 0° 59' W. - 240-250 m. Fotograma 9.206/v.103.

Topografía en mesa, alomada.

Terraza 1<sup>a</sup> Guadalquivir.

Horiz. A :

0-35 cm. Color pardo-rojizo, 7.5YR 6/4a 8/3; y 7.5YR 5/6.

TS-053-6 Textura franco-arenosa. Estructura compacta, - en bloques más o menos angulares, y endurecido. Levemente prismático.

Cementación suave, con alto contenido en carbonatos. Ausencia de nódulos, caliches y cutanes. Ausencia de superficies de tensión. Actividad orgánica intensa. Límite inferior neto y ondulado.

Horiz. B<sub>1Ca</sub>: Horizonte cálcico.

TS-053-5 Color amarillo pálido, 2.5 Y 8/4 - 10 YR 8/4.

35-70 cm Textura limo-arcillosa. Estructura masiva, - muy compacta, subgranular. Fuertemente encostado por carbonatos. Sin cutanes, ni clay-skin. Límite inferior neto.

Horiz. B<sub>t</sub> : Color rojo 2.5YR 4/6 seco, 2.5YR 3/6 húmedo.

70-110 cm. Arenoso a franco, con cantos de diámetro >2mm.

TS-053' Estructura masiva y en bloques prismáticos -- más o menos poligonales, isométricos, descarbonatado en la matriz, pero con escasos nódulos calizos.

Arcilla intensamente roja en gran parte de -- iluviación: se ven frecuentes clay-skin, cutanes entre los huecos y especialmente películas de recubrimiento de las partículas conglomeráticas.

Constituye una zona embolsada, que lateralmente se acuña o desaparece bajo el anterior. Límite inferior difuso.

Horiz. B<sub>2</sub>Ca (Puede interpretarse también como B-C)  
 Suele yacer bajo el B<sub>1</sub>Ca. Cálcico, arenoso --  
 TS-053-7 y con cantos frecuentes. Arcilla rojiza y pálida: .5 Y 7/4 seco, 7.5 Y 4/4 húmedo.  
 Estructura masiva, granular.  
 Se trata en realidad, de un horizonte semejante al B<sub>1</sub>Ca descrito, pero con menos encostramiento por carbonatos. Límite inferior difuso por transformación en los conglomerados fuertemente cementados. (caliches?) de la 1ª terraza.

Datos analíticos:

Texturas:

Muestra	arena	limo	arcilla	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>
TS-053-6	++	+++	++	
053'	+++	+	+++	
053	++++	+	+	+++

Arcillas:

Muestras	A	B <sub>t</sub>
	053-6	053'
M	65	20
I-M	5	3
I	25	67
K	5	10
Q	t	

Arenas:

	053-6	053'
Micas	+++	+++
Calcita	++	+++
Dolomita	+	++
Turmalina	+	t
Granates	t	t
Hornblenda	t	t
Cuarzo	++	++
Feldespatos	+	+
Circón	+	+

En lámina delgada, el horizonte B textural, se identifica por las siguientes características:

Lámina TS-053' (Horizonte B<sub>t</sub>)

TEXTURA: porfiropéctica

PLASMA : bastante homogéneo, color rojo y con manchas rojo intenso, difusas y muy pequeñas, a veces color amarillento. Son sépicas de fuerte birrefringencia, skelsepic, vosepic e insepic -no ondulantes-.

Cutanes de presión y difusión aunque en grietas locales, aparecen de iluviación. Los de presión son abundantes. A veces se advierte cierta remoción en la masa y las orientaciones se arquean como consecuencia de la misma.

Existen nódulos de Fe rojizo, pero bastante transparente, de diámetro muy pequeño: son manganes; en parte el Mn está movilizado.

HUECOS : microgrietas irregulares a modo de canalillos y algunas de ellas con arcilla orientada, huecos mayores de pared lisa, probablemente ortocavidades de raíces, que son muy abundantes y huecos de tensión -grietas o crack no regulares-. Estas últimas pueden ser palmeadas. Algún poro de empaquetamiento. Un 15 a un 20% de las grietas son actuales. Parte de los huecos se presentan regulares y orientados con relación al techo del perfil.

ESQUELETO: grandes fragmentos de cuarzo hidrotermal entre otros. Casi siempre muy angulosos o subredondeados -heterométricos- y de grano fino.

Cuarzo dominante -algunos son biáxicos negativos- acompañados de ortosa, plagioclasa del tipo albita y moscovita. Muy escasos circones rodados.

La muestra presenta alta movilización de Fe y Mn y restos de materia orgánica poco descompuesta; se ven raíces y ovibatiros. Pertenece a un B textural.

PERFILES TS-129 y 130. SECTOR ORIENTAL

Situación: Carretera Alcolea a Bujalance, por camino real. Véase la descripción en capítulo de Sedimentos. Km.4 y Km.5, respectivamente.

Tercera terraza. (Foto y vuelo: 0937/102)

Coordenadas y cota: 37°54'50" N, 0°56'50"W. 145m. la TS-129 y 37°54'32"N, 0°56' 25"W. 160m. la TS-130.

Topografía en terraza, suave.

Se describen conjuntamente los datos de campo, y posteriormente los datos analíticos y el análisis micro--morfológico.

Datos de campo: PERFIL TS-129

Horiz. A : Pardo rojizo, 7.5YR 5/3 seco, 5YR 3/3 húmedo.  
0-30 cm. Franco-arenoso. Estructura: poligonal (en parte) a granuda. No carbonatado. Sin nódulos calizos, pocos cutanes, bien desarrollados: restos de iluviación.  
TS-129-4

Actividad orgánica. Límite inferior muy difuso.

Horiz. B : Rojo-pardo: 5 YR 6/6 seco, 5 YR 4/6 húmedo.  
30-45 cm. Arenoso-franco y arcilloso. Estructura poligonal más o menos marcada. No carbonatado. Algún nódulo calizo, en especial hacia la base, pero muy escasos. Cutanes de iluviación y superficies de sliken-side. Límite inferior difuso, transición a horizonte cálcico. Sin actividad orgánica.  
TS-129-3

Horiz. BCa/C: Rojo pálido, color variable: de 7.5YR 7/4 - 45-65 cm. en seco y 7.5YR 5/4 en húmedo.

TS-129-2 Textura arenosa y limosa, localmente franco--arcilloso. Estructura granular a masiva. Presencia de discontinuidades y subestratificación. Desdoblamiento en lechos calizos y lechos arcillosos de tonalidad rojiza. Fuerte cementación de carbonatos, de aspecto granular, a veces en costras o caliches. Conserva las características generales de un paleosuelo complejo.

PERFIL TS-130

- Horiz. A : en parte erosionado, constituye en realidad -  
el B<sub>t</sub> de un paleosuelo rojo, actualmente - --
- 0-10 cm. transformado. Color rojo empardecido: 7.5 YR -  
5/6 a 5YR 5/8 seco; 7.5 YR 4/4 húmedo.
- Arenoso-arcilloso; poco compacto, estructura-  
poligonal poco marcada. Descalcificado. Sin -  
nódulos calizos, con cutanes y restos de clay  
-skin. Límite inferior difuso. Actividad orgá-  
nica suave.
- Horiz. B<sub>t</sub> : color rojo intenso, aunque parcialmente está-  
emparedado: 10YR 6/4 a 5YR 5/4 sec. 7.5YR 4/4 h.
- 10-45 cm. Textura arenosa y arcillosa. Poligonal y pris-  
mático, en grandes prismas.
- TS-130-4 Practicamente descarbonatado, sin caliches, -  
ni nódulos, cutanes visibles, clay-skin y - -  
sliken-side; claramente se ve la iluviación: -  
cutanes rojos arcillosos.
- Sin actividad orgánica. Límite inferior más o  
menos suave, sin brusquedad.
- Horiz. B<sub>Ca</sub> : color rojo pálido: 5 YR 8/3 a 7.5 YR 8/2
- espesor no Conglomerático y arenoso, con variaciones la-  
>50 cm. terales o arenoso fino. Espesor variable. Es-  
tructura más o menos masiva a pulverulenta, y  
localmente subpoligonal. Carbonatado (no exce-  
sivamente). Límite inferior muy difuso.

Hacia el muro, afloran niveles conglomeráticos -  
amarillentos y blancos, intercalados, o en posición late-  
ral con banco de arenas conglomeráticas, intensamente ro-  
jas, por fuerte iluviación de los horizontes paleoedáfi-  
cos (B<sub>t</sub>): de colores 5 YR 4/8 en seco, y 5 YR 4/5 húmedo.

Datos analíticos:

Texturas:

Perfil Horizonte Muestra Arena Limo arcilla CO<sub>3</sub>Ca M. Org.

129	A	129-4	++++	++	++		+
	B	-3	++++	++	+++	+	
	B <sub>Ca</sub>	-2	60	15	24	+++	<2%
130	A	130-4'	65	15	20		+
	B <sub>t</sub>	-4	69	14	17	+	
	B <sub>Ca</sub>	-3'	60	15	25	+++	

Arcillas:

Perfil Horizonte Muestra (M<sub>12</sub>-V) (14<sub>C</sub>-14<sub>M</sub>) (I-M) I K

129	A	129-4	+++	+	+	++	+
130	B <sub>t</sub>	130-4	50	+	+	30	8

Arenas:

Horizonte	Perfil 129			Perfil 130	
	A	B <sub>t</sub>	B <sub>Ca</sub>	A	B <sub>t</sub>
Muestra	129-4	129-3	129-2	130-4'	130-4
Micacitas					
Micaesquistos					
Fr. rocas bas.					
Cuarzo	++	++	++	++	++
Ortosa	+	+	+	+	+
Mirmequita			+		
Plagioclasas		+		+	+
Biotita	+	++	+++	+++	+++
Flogophita			+		
Moscovita	+	+	+	+	+
Mica con grafito		+	+	++	++
Clorita				+	+?
Circón			+	+	+
Granates		+	+?	+	++
Quiastolita				(+)	(+)
Andalucita		(+)		+	+
Magnetita					
Hematites	+	+	+	+	+
Goethita	+			+	+
Ilmenita				+	+
Augita					+?
Hornblenda					+
Olivino					
Glauconita				+	+
Epidota					+
Estaurolita					+?
Oxidos de Fe, s.p.	+			+	
Calcita	++	++	++	+	
Globigerínidos			+	+	
Otros foraminíferos	+	+++	++	(+)	
Otros minerales					+
Opacos	+	+	+	+	++++
Rutilo				t	



Lámina delgada TS-129-4. Horizonte A(B)

Se advierten dos dominios poco diferenciados, - con porcentajes y características distintas:

Dominio 1 : más importante, constituye la mayor superficie.

TEXTURA: intersticial y porfírica, porfiros-kélica, de aspecto difuso.

PLASMA : aséptico no orientado, pero muy - -- translucido, donde los cristales son de diámetro pequeño, y casi se carece de cutanes. - Es visible algún nódulo de Mn-Fe (negro), en su mayor parte son dendríticos. Hay < 50% en minerales.

Dominio 2 : caracterizado por un porcentaje en minerales mayor del 50%, constituye realmente un material de relleno más o menos resoldado, en el interior de antiguas grietas que afectaban - al dominio anterior. Este dominio de relleno es intersticial, con cuarzos de mayor diámetro y rotos.

HUECOS: son especialmente del tipo canales - mamillados, y algún canal de origen orgánico que suele cortar a los anteriores. Lo cual - indica su posterior emplazamiento. No faltan grietas irregulares y de tracción, en especial pequeñas e interiores. Hay un nódulo de forma esférica y grano fino, rodeado de una grieta.

ESQUELETO: entre los minerales son frecuen-- tes los cuarzos, calcita -cripto y microcristalina-, mica blanca, ortoclasa, y otros; y además existen fragmentos de globigerínidos.

PORCENTAJES: los porcentajes medios son: huecos 15%, cuyo perímetro, contabilizado en -- 500 partículas significa un 48% del total. - Esqueleto 50%, plasma 35%.

Lámina delgada TS-129-2. Horizonte B<sub>tCa</sub>

MICROFOTO n° 20

Lámina algo semejante a la TS-129-1 de los niveles de sedimentos.

**TEXTURA:** porfiroscélica a masiva y crística en las masas calizas, argillanes alrededor de los poros de iluviación, y en el interior de las masas calcáreas.

**PLASMA :** microcristalino, heterogeneo, coloración variable -de gris oscuro a pardo claro-. Localmente, fuertes separaciones plásmicas, que en realidad se trata de arcillas de iluviación relleno de huecos. Las separaciones son pues fuertemente vosépicas, de color amarillo cálido o rojizo naranja.

**CUTANES:** de iluviación en grietas: se trata de argillanes. Además en el interior de las masas calizas. Calcanes de cristallitos de calcita tapizando cavidades; crísticos. Se advierten ciertas zonas con remoción plásmica, y con una mayor densidad de minerales; pudieran ser pedotúbulos.

**ESQUELETO:** cuarzo, moscovita, plagioclasa cálcica, olivino?, ortosa, clorita, mirmequita, hematites, --circón. Calcita dominante.

**HUECOS :** regulares, mamillados, ortogrietas y canales. - Localmente metahuecos mamillados e interconectados. En parte grietas refusionadas.

La fotografía n° 20 , muestra un aspecto de un canal (grieta ovalada), instalado en el calcán de caliza crística, con tapiz de arcilla fuertemente orientada.

Un barrido de R-X de la lámina delgada , nos ha dado los espaciados característicos de la calcita, cuarzo, ortosa y mica s.p.

Lámina delgada TS-130-4. Horizonte Bt

TEXTURA: heterogénea con dos dominios, de granulometría diferente, y de contactos difusos entre ambos.

domin.A: porfiroscélica y crística, de matriz o cemento-calcítico, subcristalina con alguna arcilla rojiza, y recristalización de calcita en los huecos. Algunas zonas son más opacas y criptocristalinas (por hidromorfia?). Huecos de empaquetamiento recementados, y huecos irregulares.

domin.B: intertética y crística; el porcentaje de cemento es menor, siendo más abundante los huecos y las partículas minerales. Localmente se ven calcanes, aglomerados calizos del tipo caliches, y en ocasiones películas cutánicas muy finas, alrededor de ciertos minerales.

ESQUELETO: cuarzo, ortosa, plagioclasa, biotita, clorita, otras micas -sericita, moscovita-, calcita, circón -en ocasiones aparece con halos pleocroicos incluidos en la biotita-, hematites, glaucónita -en forma de mosaico gris de primer orden-, algún fragmento de esquisto con grafito, zoisita y algún mineral de difícil identificación. - Se ven cristales zonados de plagioclasa, y algunos yesos.

Es interesante advertir la presencia de una -- fuerte iluviación de arcilla roja hacia los horizontes -- no edáficos; así los niveles rojos de los sedimentos de esta terraza, de naturaleza conglomerática y arenosa, -- contienen numerosas películas cutánicas de iluviación, -- cuyas láminas delgadas fueron ya descritas -láminas TS-- 130-6 y -8.

PERFIL TS-136

Suelo Rojo sobre conglomerados de la terraza 3<sup>a</sup>

Situación: carretera de Alcolea a Villafranca, -  
Km. 2.2.

Coordenadas y cota: 37° 36' 52" N, 0° 57' 45" W  
150 m.

Topografía en pendiente suave hacia el Sur.

Fotograma 8989/102.

Tipología: PALEXERALF

Horiz. A/B: Color rojizo a pardo: 2.5YR sec. 2.5YR 4/7 h.

0-10/20cm. Textura arenosa, con matriz arcillosa (plasma). Se ven algunos cantos. Estructura subpoligonal, bastante densa. Descalcificado.

TS-136-3

Actividad orgánica escasa. Clay-skin y superficies brillantes escasas: pocos cutanes con débil actividad orgánica. Grietas de retracción. Límite inferior no excesivamente marcado.

Horiz. B<sub>2t</sub> : Color rojo naranjado intenso: 10 YR. Matriz muy arcillosa, rodeando cantos gruesos. Estructura poliédrica en las masas plásmicas - arcillosas. No definible en el horizonte, --

10/20a30/50

TS-136-2

con microporos y grietas de separación entre los granos del esqueleto, arcilla con sliken-side o películas brillantes, roja intensa : Gran proporción de cutanes. Ausencia de carbonatos. Algún nódulo hematoideo. Presencia de numerosos cantos heterométricos, en especial cuarcitas y anfibolitas; también de esquistos y rocas volcánicas y subvolcánicas.- Límite inferior difuso.

Horiz. B<sub>3t</sub> : Color de la matriz rojo naranja: 10 R 5/8 en seco, 10 R 4/8 en húmedo.

~30-70 cm.

(40 cm. Lo  
calmente -  
60 cm.)

TS-136-1

Textura de la matriz arcillosa. Presencia de gran porcentaje en cantos. Puede tratarse de un "nivel" conglomerático con fragmentos de esquistos, y rocas volcánicas y subvolcánicas, fragmentos rodados de cuarcitas y pizarras, casi sin cuarzos. Estructura muy compacta y dura, con películas cutánicas muy rojas, más escasas que en el B<sub>2t</sub>. Límite inferior más o menos marcado.

Horiz. C : Micacitas y esquistos, con intercalaciones -- subvolcánicas básicas (espilitas?), fuertemen te alterado con arcilla pardo rojiza entre -- las grietas (a escala milimétrica), cutánica, y cantos conglomeráticos englobados, con la - arcilla. Y en parte biocalcarenitas amarillas del Mioceno detrítico.

La mineralogía de las arcillas y arenas y los datos micromorfológicos son:

Texturas:

Nivel y Horizonte		arena	limo	arcilla
A/B	TS-136-3	32	28	40
B <sub>2t</sub>	TS-136-2	28	27	35
B <sub>3t</sub>	TS-136-1	40	26	34

Arcillas:

	Illita	K	(14 <sub>C</sub> -14 <sub>M</sub> )	Interestrat. I-M
TS-136-1	dominante	+	+	+

Arenas:	B <sub>3t</sub>	B/A
	136-1	136-3
Fracción gruesa: micaesquistos de grano fino		+
anfibolitas	+	+
porfidos		+
andesitas		+
esquistos	+	
cuarcitas	+	
frag. calizos	+	
hematites	+	
minerales mag <sub>u</sub> néticos	+	
esquistos mag <sub>u</sub> néticos	++	
cuarcitas		+
pizarras mo--teadas		+
frag. rocas ig <sub>u</sub> neas (acc)		+
Fracción fina: gehlemita*		+
sericita	+	+
mica blanca	+	+
hematites	++	+
oligoclasa	+	+
anortita		+
andalucita		+
cuarzo	+	+
hornblenda		+
augita		+
ortosa	+++	
calizas s.p.	+	
magnetita	+	
ilmenita	+	
micas rojas	+	

\* Gehlemita: término Al, en la serie isomórfica de la Melilita: CaAl[SiAlO<sub>7</sub>] (Nesosilicatos con grupos [Si<sub>2</sub>O<sub>7</sub>] aislados).

En lámina delgada la micromorfología es como sigue:

Lámina TS-136-2. Horizonte B<sub>2t</sub>

TEXTURA: granular y skelsépica, de plasma intersticial. - Macrogranuda.

PLASMA : rojo intenso y a veces negro por las importantes concentraciones de Mn y Fe presentes. Practicamente un 90% está orientado: skelsépico; menos frecuente: insepíc y vosepíc. En ocasiones llega a introducirse entre los granos minerales. Gran parte de la arcilla es de iluviación.

CUTANES: son muy abundantes: generalmente mangano-ferriar gillanes, pero dominando la arcilla; a veces encapas de color distinto: rojo, amarillo y negro. Suelen ser de formas irregulares y algunos se -- han encontrado rellenando grietas antiguas. Son frecuentes las concreciones y nódulos de Fe y Mn, en especial del primero, que se distribuye de -- forma no homogénea: por ejemplo puede apreciarse cierta difusión alrededor de partículas muy ricas en Fe.

Se han encontrado algunas papulas de diámetro pequeño.

HUECOS : los huecos suelen ser irregulares, o en todo caso grietas de retracción, rellenas en parte de arcilla iluviada.

ESQUELETO: distribuido en dos diámetros de partículas, podemos apreciar entre 1 y 5 mm.: la abundancia de fragmentos rodados poliminerales (fragmentos de rocas), e inferiores a 1 mm., con predominio de minerales más o menos aislados. Se observan: mica-esquistos de grano fino fuertemente alterados, anfibolita, porfidos cuarcíferos, andesíticos y microporfidos s.l., cuarcitas, pizarras moteadas e intercrecimientos de cuarzo-feldespatos (de rocas igneas). Y además: dacita hornbléndica, hematites, oligoclasa, anortita, mica, andalucita, cuarzo ortosa, sericita y masas negras de Fe-Mn. Presencia de latirelictos.

En un fragmento de micacita muy alterado se encuentran masas fibrosas de probable gehlemita, - de birrefringencia igual a 0.010.

PORCENTAJES: según conteo mediante Micromideomat:

	Huecos	Plasma	Esqueleto
	26	44	30
	34	34	32
	35	39	26
	30	27	43
	38	17	45
	5	15	80*
	5	10	85*
máximo	38	44	45
mínimo	26	17	26
media	32.16	31.3	36.5

Nota: \* = Los dos últimos datos no son representativos, - por lo que no se contabilizan al deducir las me dias, ni los valores máximos o mínimos.

En efecto, pertenecen a fragmentos de rocas alteradas y rellenas de arcilla.

En láminas de horizontes superiores aparecen menor % en esqueleto mineral, el plasma está menos orientado, con huecos ( 35%) mamilla os, y es frecuente la presencia de cristales de crisot lo ta izan o las cavidades- y huecos o constituyendo a ve es un fieltro con la matriz arcillosa: MICROFOTOGRAFIA n° 21.



MICROFOTOGRAFIA 20 Lámina TS-129-2

Cután vosépico de forma original (argillán). Matriz crística cálcica (horiz. B<sub>Ca</sub>). La lámina ha sido cortada horizontalmente.

100 X. Pol. cruzados.

MICROFOTOGRAFIA 21 Lámina TS-133-2

Agujas de crisotilo en un hueco.  
~250 X. Pol. cruzados.

PERFIL TS-051

Carretera de Bujalance a Alcolea, Km. 4.5 desde Alcolea. Cortijo del Chancillejo.

Hoja Córdoba 923

Coordenadas y cota: 37° 54' 40" N, 0° 58' 55" W  
160 m.

Suelo rojo. Por la posición responde a la 4<sup>a</sup> terraza del Guadalquivir en el límite con la 3<sup>a</sup> terraza. No aflora el material originario.

Horiz. A<sub>1</sub> : TS-051-1

0-10 cm. Color rojizo pálido: 7.5 YR a 5 YR 7/2 seco, -  
5 YR 6/2.

Textura arcillo-arenosa. Estructura granular, muy suelto. Carbonatación importante.

Sin cantos, ni cutanes visibles. Materia orgánica escasa, pero con actividad de raíces y microorganismos. Límite inferior poco neto, irregular.

Horiz. A<sub>2</sub> : Color blanco-amarillento: 7.5 YR 7/2 a 5 YR -  
7/2 seco.

10-25 cm. Textura limo-arcillosa a limo-arenosa.

TS-051-2 Estructura granular, pulverulenta. Alto contenido en carbonatos, que se encuentran en especial distribuidos en nódulos y zonas irregulares difusas. Escasos fragmentos de cantos redondos y cuarcitas.

Límite inferior difuso, irregular.

Horiz. B<sub>Ca</sub>: Color rojo pálido: 2.5 YR 5/4

25-30 cm. Textura arenoso-arcillosa a franca. Granular y poliédrico, mal definida, ligeramente compacto. Muy carbonatado, con nódulos. Presencia de arcillas rojas y cutanes (muy escasos).

TS-051-3

Es un horizonte de características intermedias entre el A<sub>2</sub> y el B<sub>Ca</sub>: puede tratarse de una transición A-B.

Límite inferior difuso.

Horiz. B<sub>1t</sub>: Color rojo: 2.5 YR 5/6-4/6 seco, 2.5 YR 4/6 - húmedo.

30-50 cm. Textura franco-arcillosa. Estructura compacta, poca disyunción en bloques, alguno más o menos prismático. Ligera calcificación, nódulos calizos, pero más escasos y pequeños que en los horizontes superficiales. Cantos de cuarzi- - tas, pedorelictos (masas de "pizarras" totalmente alteradas). Arcilla rojiza, cutanes.

TS-051-4

Límite inferior

Horiz. B<sub>2t</sub>: Posiblemente se trata de un B<sub>2</sub>-C.

Color pardo rojizo: 5 YR ~4/3

50-70 cm. Textura franca. Estructura masiva y compacta, pero friable en agregados granulares. Poca o escasa carbonatación. Ausencia de cutanes, y nódulos calizos. Cantos grandes (alguno llega a 12 cm.). Muro no visible. Nódulos carbonatados.

Datos analíticos:

Texturas:

Horiz.	Muestra	arena	limo	arcilla	carbonatos
A <sub>2</sub>	051-2	+++	+++	++	+++
B <sub>Ca</sub>	051-3	+++	++	++	+++++
B <sub>1t</sub>	051-4	+++	+	++++	+

Arcillas:

Horizonte	B <sub>Ca</sub>	B <sub>1t</sub>
Muestra	051-3	051-4
(I-M) <sub>x</sub>	25	++
I	65	+++
K	10	++
Sepiol.	+	
Cuarzo	+	

Arenas:

	B <sub>Ca</sub>	B <sub>1t</sub>
	051-3	051-4
Fragmentos de rocas	35%	+++
esquistos	+	
cuarzo roto	60	++++
cuarzo rodado	5	+
ortosa	7	+
biotita	+	+
moscovita	+	+
goethita	+	+
turmalina	+	(+)
anatasa?	[ <5	+
brookita?	+	+
foraminíferos	+	+
otros rosados	>10	++
calcita, etc.	>15	+++
andalucita	< 5	+
augita-aegirina	+	
ópalo	+	
rutilo	(t)	
hornblenda	+	+
zoisita	?	
clorita	+	+
granates	(+)	
mirmequita	(+)	
epidota	+	

PERFILES TS-115, -116, -118 y -119

Situación: Terraza 3<sup>a</sup>, Roja, en el Sector Centro Oriental. Hoja Córdoba(922). Carretera Nac. IV,- Córdoba-Madrid.

Coordenadas y cotas:

Perfil	Latitud N	Longitud W	Cota	Foto y vuelo
115	37°54'	1° 3'30"	120	9041-102
116	37°54'10"	1°02'35"	~120	9040-102
118	37°53'50"	1°01'40"	~120	9040-102
119	37°55'25"	1° 0'50"	125-130	9040-102

Ver mapas nº 1 y 2, y descripciones estratigráficas en cap. 3-1.

Se describen conjuntamente por razones de proximidad y semejanza: Suelen carecer de horizonte cálcico -- carbonatado, y el sedimento infrayacente son arenas conglomeráticas fuertemente iluviadas. Los horizontes edáficos son:

PERFIL TS-115

Horiz. A :

0-30 cm. Color rojo: 2.5 YR 4/4 seco, 2.5 YP 3/4 húmedo, con transiciones laterales a color pardo: 2.5 YR +/2, con cantos sin orientar y estructura poliédrica, más o menos conservada. En gran parte afectado por acción humana. El horizonte es aproximadamente continuo. Límite inferior neto a irregular.

Horiz. rojo B<sub>t</sub>:

TS-115-6 : Muy discontinuo: puede faltar por erosión superficial. Color rojo: 2.5 YR 4/8, y 5 YR 7/3 para los carbonatos. Textura franco-arenosa.- Estructura poligonal y prismática con clay-skin. Cutanes alrededor de cantos frecuentes (películas). Se encuentra indentado por el horizonte B textural cálcico de acumulación de costras calcáreas, y así mismo con niveles de arenas fuertemente rojas correspondientes a los sedimentos. Límite inferior muy neto.

Horiz. B<sub>tCa</sub>:

TS-115-2 Indentado y de espesor muy variable con una media de 45 cm. Color variable: 2.5 YR a 5 YR 4/8 (pardo claro, zonas arcillosas), y 2.5 YR 7/5 (zonas cementadas). Presenta numerosos lentejones de arena de color crema de 0 a 20 cm. de espesor intercaladas. Textura areno-limosa. Estructura masiva, con aspecto de caliches. En parte está erosionado. Límite inferior muy neto.

Localmente adquiere una potencia de 1.5 m. de espesor de coloración rojizo amarillenta con aspecto de estratificación en cuatro lechos de carbonatos fuertemente cementados, intercalándose con masa de limos-arcillosos.

Horiz. C:

Conglomerados y arenas intensamente rojas e iluviadas, ya descritas en Sedimentos (cap.3).

PERFIL TS-116

Horiz. A:

Existe un A<sub>0</sub> constituido por limos: en columna de origen eólico, posiblemente.

TS-116-3 Pardo a rojo pardusco: 7.5 YR 7/4 seco, 5 YR 3/4 húmedo. Franco-arcilloso. Estructura mal diferenciada, granuda y friable. Pocos cantos, sin cutanes ni películas de arcilla, baja actividad orgánica ~0.5% en materia orgánica. Límite inferior difuso.

Horiz. B textural:

TS-116-2 Rojo intenso con una zona de transición al horizonte superior; hay pues un horiz. A-B. Textura arenosa-arcillosa: 2.5 YR 5/6 variable. 40 a ~70 cm. Estructura fuertemente prismática con clay-skin y superficies cutánicas alrededor de cantos: cantos no muy numerosos.

Hacia el muro se hace fuertemente conglomerático, con películas cutánicas muy frecuentes y mayor contenido de arcilla de iluviación. Límite inferior neto.

Horiz. C:

Descrito anteriormente: nivel sedimentario: conglomerados y arenas rojas con fuerte iluviación de películas cutánicas. No existe horizonte cálcico.

PERFIL TS-118

Horiz. A:

TS-118-4 (En gran parte es un A-B, relicto de un B textural, rojo).  
0 a 10 cm. Rojo, intensamente oscuro, color: 10 R 4/6-4/8

Arenoso-arcilloso, y estructura granular a poligonal. Afectado por acción humana, (no en exceso). Límite inferior neto.

Horiz. B textural: E<sub>1t</sub>:

TS-118-3 Con dos tonalidades: rojo pálido a oscuro: 5YR 4/6 seco, 5YR 3/4 húmedo. y 2.5 YR 6/6  
10 a 30 cm. Arcilloso. Estructura poligonal a prismática, con películas de arcillas (cutanes).

Localmente son visibles tubos rellenos de arcilla suavemente encostrada por carbonatos, bastante endurecida: en parte son Krotobinas, o en parte son pedotúbulos. En especial abundan hacia el muro, matriz carbonatada. Límite inferior neto, por superficie de discontinuidad.

Horiz. E<sub>2-t</sub>:

10 a 15 cm. Muy arcilloso y con carbonatos. Color rojo intenso (arcilla) pálido a oscuro: 2.5 YR 5/6 seco, 2.5 YR 4/6 húmedo y rosa pálido (carbonatos): 5 YR 8/3-8/2 seco a 5 YR 6/4 húmedo. Colores muy variables.

TS-118-2           Aspecto masivo, sin diferenciación de placas-  
ni bloques. Con encostramiento de carbonatos,  
o cementación de carbonatos). Son especial-  
y 118-2'           mente abundantes las krotobinas, y los pedotú-  
bulos rellenos de carbonatos. Localmente su  
aspecto es el de caliches. El elevado % en ar-  
cillas lo hacen ligeramente diferente del res-  
to de perfiles (con un B<sub>t</sub> rojo arcilloso, so-  
bre un B<sub>t</sub> Cálxico' limoso. Límite inferior --  
muy difuso.

Horiz. C:

(En gran parte comprende además el muro del -  
B-Cálxico). Color pálido:

Arenosos, y suavemente arcilloso. Estructura-  
mal diferenciada. Con elevado porcentaje de -  
carbonatos, y frecuentes caliches, en parte -  
como pedotúbulos, en parte nodulares. En la -  
parte superior es arenoso, y en la inferior -  
se enriquece en arcillas. En cierto modo cons-  
tituyen los niveles y subtramos descritos co-  
mo sedimentos (tramo 2<sup>a</sup>).

#### PERFIL TS-119

Solamente existe un horizonte A-(B), desarrollado  
sobre areniscas y conglomerados rojos, con películas cutá-  
nicas de iluviación orientadas (clay-skin y cutanes), que  
se atribuyen a los sedimentos de esta terraza.

Horiz. A-(B):

Pardo a pardo-rojizo, color: 5 YR 5/6 y 4/4,-

0 a 10/35cm. Muy arenoso, y con arcilla rojiza, en parte -  
masivo, con estructura densa y compacta, frag-  
mentación en bloques poligonales, con cantos-  
TS-119-2           rodados, y visibles cutanes alrededor de los-  
mismos, pero muy finos. Límite inferior neto-  
y discontinuo.

Horiz. C :

Conglomerados y arenas intensamente rojas, 10  
R 4/8 de la serie sedimentaria con arcilla --  
fuertemente iluviada, en cutanes, y películas  
alrededor de los granos.



Conjuntamente a la totalidad de perfiles edáficos desarrollados sobre la terraza 3<sup>a</sup>, roja, se ilustran las correlaciones de los horizontes, en la FIG. 17 C y D.

Datos analíticos en conjunto para los perfiles-115, 116, 118 y 119:

Análisis Textural:

Horizonte	Muestra	arena	limo	arcilla	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	M.Org.
A(B)	119-3	23	25	51		
A(B)	118-4					
B <sub>t</sub>	115-6	21	35	44		
B <sub>t</sub>	116-2	41	20	38		
B <sub>t</sub>	118-3	28	27	45		
B <sub>t</sub> Ca	115-2					

Mineralogía de las arcillas:

Horizonte	B <sub>t</sub>	B <sub>t</sub>	B <sub>2t</sub>	E <sub>1t</sub>	
Muestra	115-6	116-2	118-2	118-3	119-3
M	30		50		
(I-M) x	+		+	+	
Lám. I-Sap					
o I(I-Sap)		+(5)		50	70
I	60	85	40	40	20
C				+	
K	8	8	5	10	5?

## Mineralogía de las arenas:

Perfil

Horizonte

Muestras	115-6	116-2	118-2	-3	119-3
Frag. rocas			+		
esquistos			+++	+	+++
cuarcita	+				
magnéticos s.p.			+	+	
otras rocas				++	
cuarzo	++	++	+++	+++	++
ortosa	+	++	++	+	+
plagioclasa	+	+	++	+	
calcita	+	++	+	+	++
dolomita			+		
biotita	+		+	++	
mica dorada	+	+	++	+	+
moscovita	+		+	+	+
mica + grafito	+		+	+	
clorita	(+)	+	+	+	
magnetita			+	+	+
ilmenita			+	+	+
hematites			+	+	
limonita			+		+
turmalina	(+)	++		+	
augita	+	+		+?	
hornblenda			+		+
glauconita	+			+	
circón	(+)		(+)		+
granate	+++	+++	+	+	
estauroлита			+		
serpentina					
andalucita			+	+	++
metálicos s.p.	+++	+++			+
anatasa				+	+?
brookita				(+)	+?
ópalo					
foraminíferos			+	++	+
actinolita	+			++	
otros (rutilo)	+	+			

Algunas láminas delgadas muestran el aspecto de - los nódulos calizos o de los horizontes superficiales\*, y confirman su origen de Paleoxeralf.

Lámina delgada TS-118-2 ( $B_{2t}$ )

Se trata de dos caliches, aglomerados calcánicos separados del resto del suelo.

No son homogéneos, en especial por su borde de color gris pálido, el interior más homogéneo y oscuro presenta una clara hidromorfia.

TEXTURA: porfiroskélica, con plasma crístico.

PLASMA : calizo, fundamentalmente masivo y crístico practicamente sin orientaciones. Localmente cristalaria de calcita en especial rellenando huecos intercalcanes.

Calcanes en huecos y en grietas resoldadas, en parte acompañadas de arcillas -argillolocalcanes-- de contextura vosépica y espesor muy fino.

Separaciones de arcillas orientadas, rodeando la masa nodular o en grietas muy finas -vosepic-, de color rojizo.

Contacto neto entre los nódulos calizos y el resto del suelo.

ESQUELETO: en el interior de los nódulos aparecen: cuarzo, fragmentos de micaesquistos muy alterados, cristales alóctonos de calcita, ortosa, plagioclasa, serpentina, biotita, cuarcita, olivino?, y alguna camarilla de globigerinas.

HUECOS : casi todos de tipo regular, alargados o vesiculares. Grietas -ortohuecos- en especial en la periferia.

Nódulos calcánicos, rellenando huecos más o menos vesiculares.

PORCENTAJES:

	huecos	plasma	esqueleto
	6	85	9
	15	79	6
	3	89	8
	3	92	5
	7	86	7
máximo	15	92	9
mínimo	3	79	6
medias	6.8	86.2	7

TS-119-3 (A-B)

TEXTURA: porfíricopléctica macro y micro granuda.

PLASMA : el plasma mineral es rojo con frecuentes separaciones y concentraciones plásmicas (más del 70%) de carácter skelsépic e insépic.

Las grietas están rellenas de arcilla cutánica - mezclada con cristalitos minerales, por lo que - evidencian un origen de iluviación.

ESQUELETO: el cuarzo es muy variado encontrándose idiomorfo con hematites, ortocuarcita, etc. únicamente acompañados de ortosa, plagioclasas y biotita.

La iluviación está en porcentaje bajo.

En el sector central de la zona estudiada, afloran un conjunto de perfiles edáficos, desarrollados sobre la 3<sup>a</sup> terraza roja, caracterizados por una composición, estructuras y sucesión de perfiles bastante homogéneos. Son descritos de E a W, denominados con las siglas TS-B, Casillas, 062-063, y 150-152.

Situación: Véase mapa n° 2, y capítulo 3, donde son descritos los niveles sedimentarios. Una característica común es la presencia de un nivel superior discontinuo de coluviones, cuya naturaleza y espesor son variables.

## PERFIL TS-B

## FIG. 17-C

Situación: próximo a la Escuela de Agrónomos, -- ver figura 17, y mapa n° 2.

Hoja Córdoba, n° 922.

Coordenadas y cota: 37°51' 48" N, 1°06' 30" W - 100 m.

Foto y vuelo:

Topografía llana, de aterrazamiento.

Nivel estratigráfico: Tercera Terraza, Cuaternario Medio (Q<sub>2</sub>).

Tipología: ALFISOL, PALEOXERALF,

Suelo rojo, paleosuelo, con nivel de coluviones.

## Horiz. de coluviones:

0-150 cm. Rojo pálido: variable 5 YR a 7.5 YR 7/2-3-seco.

Localmente 200 cm. Arcilloso-arenoso. Estructura compleja en detalle: aspecto subestratoide, poroso, granular y sin agregados bien desarrollados. Calizo en parte, pero sin nódulos. Pueden distinguirse varios subniveles:

- a) Más superficial, en las zonas de mayor espesor: ~100 cm. Bioturbado, y con actividad orgánica. Terroso.

- b) Intermedio. Ligeramente compacto. Con presencia notable de restos árabes (es el "estrato árabe"). ~50 cm.
- c) "Estratos inferiores". Subestratificación. - Presencia de restos de cerámica tartesa. Hacia el muro pueden advertirse algún lecho de cenizas. Espesor total aprox. ~50-100 cm. -- Descansa todo el conjunto sobre el horizonte rojo del paleosuelo.

Horiz. A : Nivel erosionado. Corresponde al horizonte A del paleosuelo. No aflora en el perfil por hallarse desmantelado y erosionado. Los coluviones descansan directamente sobre un lecho de cenizas que debió "corresponder" a este horizonte A. Donde faltan los coluviones, el horizonte B textural rojo ha evolucionado por una ligera hidromorfia, o por actividad orgánica y edafización posterior (actual), presentando coloración parda-rojiza: 5 YR 6/6-5/4.

Horiz. B<sub>t</sub> rojo: (B<sub>2t</sub> y B<sub>1t</sub>)

Color rojo naranjado: 2.5 YR 4/6-4/8 seco, y de ~30a45cm. 2.5 YR 3/6 a 3/4 húmedo.

Textura arenosa-arcillosa

Muest. B-V y IV Estructura bien desarrollada, compacta, con grandes prismas y bloques: Prismas de 20-30cm de h. y 10-7 cm de base, terminando en superficies piramidales. Bloques no muy grandes, - poligonales. Cutanes visibles, clay-skin y -- sliken-sides. Nódulos de carbonatos escasos, - abundando hacia la base. Descarboxilada la matriz. Sin actividad orgánica. Iluviado. Límite inferior rectilíneo, neto. Nódulos negros (re)

Horiz. B<sub>Ca</sub>: Cálcico:

~20 a 35cm. Color pálido blanco: 10 YR 6/4-5/4 y 7.5 YR 7/4

Muest. B-III Textura arenosa-limosa. Masivo, y compacto, - de estructura granular. En superficie es más nodulosa ("caliche"). Totalmente carbonatado, muy endurecido. Límite inferior difuso, por transición a los sedimentos no carbonatados.

Horiz. C :

Sedimentario. Limos y arenas de la 3<sup>a</sup> Terraza. Amarillentos.

Datos analíticos:

Texturas:

Muestra	horizonte	arena	limo	arcilla	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>
TS-B-V	A-B <sub>1t</sub>	35	17	48	<6
B-IV	B <sub>2t</sub>	35	16	49	<5
B-III	B <sub>Ca</sub>	34	14	52	35-45
	C	25	30	45	30

Arcillas:

Muestra	14 <sub>C</sub> -14 <sub>M</sub>	I-M	I	K	C	Q
B-III	*45		48	7	3	t
B-IV	+++	+	++++	+		
B-V	++++	+	+++	+		

\*: 14<sub>C</sub>-14<sub>V</sub> probable.

Arenas:

Muestra	B-III	IV	V
Fr. rocas	+25	10	+
Foraminíferos		++	++
Cuarzo	44	15	20
Feldespatos	12	15	8
Calcita		<5	<5
Biotita	5	10	5
Moscovita	9	10	6
Clorita		5	
Mica con grafito	2	(+)	
Magnetita	+	+	<5
Epidota		+3	
Andalucita		4	1
Turmalina		(t)	2
Granates		(t)	(t)
Rutilo		+	
Glauconita		+	
Opacos		>5	
Hornblenda		+	3
Actinolita		+	
Circón	1	+	
Estaurolita	3		
Opalo	3		3

Datos micromorfológicos:

Lámina delgada TS-B.5. Horizonte B<sub>t</sub> rojo.

TEXTURA: Porfiroplásmica y skelsepic (insépica).

PLASMA : Sépico y localmente asépico. Normalmente es skel  
sépico, pero con dominios masépicos u ondúlicos.  
Birrefringencia no elevada y colores rojo oscu- -  
ros.

CUTANES Y OTROS ASPECTOS: Ferri-argillanes con estructura  
ondúlica; escasos argillanes rojos.

ESQUELETO: Cuarzo, (dominante), ortosa, mirmequita y mine  
rales de desmezcla, plagioclasas (Na y Ca), mi--  
cas alteradas. En porcentaje menor: Andalucita?,  
biotita, moscovita, circón, opacos y goethita. -  
Además: pedorrelictos muy alterados, y escasos -  
nódulos de Fe-Mn de contorno ± neto. Frag. de ro  
cas, cuarcita, etc.

HUECOS : Generalmente son grietas de retracción, algún ca  
nal. Clay skin con delgados cutanes.

PORCENTAJES: matriz plásmica: ~40%, esqueleto: ~35-40%, -  
huecos: ~20%.



PERFIL DE CASILLAS

Terraza media T<sub>3</sub> sobre el Guadalquivir, Trinche-  
ra, en carretera Córdoba a Almodóvar, por mar-  
gen izquierda, Km. 3.

Frente a Casillas (hoja de Córdoba 922)

Coordenadas y cota: 37° 50' 05" N, 1° 07' 10" W.  
110 m.

Topografía alomada.

Suelo rojo Alfisol sobre terraza, con coluviones  
vérticos discontinuos:

Horizonte de coluviones (vérticos):

0-30/200cm. Descansa en superficie de erosión sobre los -  
suelos de la presente terraza (paleosuelos ro-  
jos: horizonte B textural). En este punto pre-  
sentan características vérticas acusadas, po-  
seen escasos nódulos carbonatados, y no hay -  
diferenciación en el perfil. Son pues coluvio-  
nes, más o menos discontinuos. Se inician en-  
la base por lechos de cantos rodados. Color -  
gris verdoso oscuro: 5Y 6/2 con transición a  
10 YR 7/3 - 5 YR 5/2 húmedo.

Bastante arcilloso, con estructura prismática  
y poligonal. Fuerte remoción interna, y grietas  
de retracción. Poco carbonatada la matriz.

Espesor entre 30 cm y 2 metros. Intercalacio-  
nes irregulares. Límite inferior brusco e - -  
irregular.

Paleosuelo rojo:

Horizonte B<sub>t</sub> rojo:

30-40 cm. Bastante continuo, rojo intenso: 5 YR 5/7, con  
tránsito local a pardo: 5YR 6/6 seco, 5/6 h.

Arenoso y arcilloso. Estructura de prismas y  
bloques, no muy compacta. Sliken-side, no muy-  
abundantes. Calcanes y cutanes arcillosos, en  
especial estos últimos.

Lateralmente puede pasar a horizontes pardos-  
o empardecidos, alterados por acción entrópi-  
ca.

Hacia el techo, y localmente termina en una -  
lámina delgada (no >10 cm) de calcita (>94%),  
pulverulenta muy blanca.

Límite inferior neto.

Horizonte B<sub>tCa</sub>:

40-55 cm. Horizonte cálcico, blanco rojizo: 5 YR 8/2 y  
5 Y 7/6.

Arenoso, compacto, de estructura granuda. Es-  
pesor variable, no >20 cm, discontinuo (a ve-  
ces no existe). Contacto inferior brusco con-  
los sedimentos arenosos.

No exponemos los datos mineralógicos, por la se-  
mejanza con el perfil siguiente, situado en las proximida-  
des: TS-062-063.

PERFIL TS-062-063

FIG. 17-C

Trinchera y gravera en carretera de Córdoba a Al-  
modóvar, Km. 3.4-4.0

Coordenadas y cota: 37° 50' 05" N, y 1° 07' 25"-  
-50" W. ~120 m.

Topografía alomada.

Suelo rojo, paleosuelo, con horizonte rojo B tex-  
tural y con horizonte B<sub>Ca</sub> de acumulación de car-  
bonatos. En parte recubierto por coluviones con-  
intensa edafización del tipo suelo vértico.

Sobre Terraza Cuaternaria T<sub>3</sub>.

Clasificación: ALFISOL

Horizontes de coluviones (vérticos):

Descansan discontinuos sobre el paleosuelo rojo-  
que caracteriza a esta terraza tercera.

Espesor variable: de 0-2 m., con media de 30-120  
cm.

Muy arcilloso, color gris verdoso: ~2.5 Y ~5/8.  
Estructura prismática y poligonal. Hacia el te-  
cho; poligonal y a veces granulada, posiblemente  
por acción humana. Prismas irregulares, a veces-

de tamaño considerable: 30 cm de altura y 10 ó 8 cm de base. No hay cutanes visibles pero sí huellas de remodelación y remoción interna. Grandes grietas, muy profundas localmente. Sliken-side.- Pueden diferenciarse dos subhorizontes; de límite común difuso:

- a)  $A_p$  o  $A_1$ : De tonalidad más oscura: ~2.5 Y 5/4 . Poligonal, sin sliken-side, descarbonatado, con actividad orgánica, raíces, etc.  
0-10/20cm.
- b)  $A_2$  : Arcilloso, con grandes prismas, ya descrito.- Hacia el muro su contacto con el horizonte rojo es marcado mediante una zona de transición o bien, localmente aparecen lentejones con arcilla, englobando cantos rodados de diámetro alto (procedentes de las terrazas más antiguas  $T_{1-2a}$  ).  
10/20 ~  
~200 cm.

Es notable la presencia de nódulos de carbonatos muy blancos, con superficie pulverulenta, e interior de estructura crística, masiva y notablemente duros.

Los nódulos suelen estar en disposición subestratoide en lechos discontinuos, o irregularmente distribuidos a todo lo largo del perfil ( $A_2$ ). Son de considerable tamaño: fluctúa entre 0.5 y 13-cm, isométricos y con media entre 3 y 8 cm de diámetro.

Visibles además algunos microporos; muy marcado el carácter vértico, con presencia de agregados-cuneiformes y otros aspectos.

El aspecto general es el de un Suelo Vértico - fuertemente removilizado formado por acumulación de episodios coluvionares de arcillas y carbonatos, procedentes de los suelos vérticos y las margas del Tortoniense Superior, dominantes a cotas más elevadas. Límite inferior neto a difuso.

Horizontes del Paleosuelo Rojo:

Horizonte A-B, transición al  $B_t$ :

~200-220 Rojizo a rojo pálido: 7.5YR 7/6 - 5 YR 6/6 seco.  
cm.

Areno-arcilloso. Estructura poligonal y suavemente prismática.

Carece de nódulos calizos de tamaño grande, pero son visibles los de tamaño pequeño. Sliken-side y grietas. No abundan los cutanes. Descarbonatado.

Sin actividad orgánica. Espesor medio: 15-20 cm. a veces puede faltar, y el contacto entre coluviones y horizonte rojo inferior es brusco; su -

ausencia demuestra una erosión intensa como etapa intermedia entre la edafización del paleosuelo rojo y el coluvionamiento de materiales vérticos.

Límite inferior difuso, o más o menos neto.

Horizonte B<sub>2-t</sub>:

FOTOGRAFIA nº 22

Color rojo intenso: 10 R 5/8 a 2.5 YR 4/8-5/8 seco, 2.5 YR 3/8 húmedo.

Límite superior difuso o brusco, o inexistente - cuando por erosión actual faltan los niveles antes mencionados.

Arenoso y arcilloso. Con fuerte desarrollo de estructuras prismáticas de arcillas y sliken-sides. Prismas y bloques de 30 cm. de altura y 7 cm. de base, terminando casi siempre en superficies piramidales y lisas (sliken-sides): inclinadas - - unos 60° respecto la vertical.

Los agregados son bastante compactos con frecuentes nódulos irregulares de calcita pulverulenta, pequeños (1 cm de media) y aún menores nódulos y patinas de Fe-Mn, negro-azulados; cutanes visibles arcillosos. Microporos escasos. Límite inferior bastante neto, incluso brusco. Es un típico B textural rojo con arcilla de iluviación.

Horizonte B<sub>Ca</sub>:

Es un horizonte de acumulación de carbonatos. Color muy pálido: 5 YR 8/3 a 5 Y 7/6.

Limoso-arenoso, de estructura masiva y compacta: endurecido. En la zona superior son visibles algunas grietas rellenas de arcilla roja, cutánica, de iluviación. La cementación carbonatada se hace cada vez menor hacia el muro hasta los niveles más altos de la Terraza 3<sub>a</sub>.

Puede desdoblarse en dos niveles (Trinchera de la carretera: TS-062), pero generalmente es un único horizonte (TS-063), en conjunto más rico en carbonatos. Límite inferior difuso a niveles sedimentarios (horiz. C).

Texturas:

Horizonte muestra arena limo arcilla %carbonatos M.O.

Coluvión	A <sub>1</sub>	TS063-5	10	25	65		~2.0
"	A <sub>2</sub>	063-4	10	20	70	~35	<1
"	A <sub>2</sub>	063-3	++++	+	+	~95	
Paleosuelo	A-B <sub>1</sub>		24	16	60	~25	
"	B <sub>2t</sub>	062-a	9	26	65	~15	<0.5
"	B <sub>Ca</sub>	062-b	32	15	52	~22	<0.3
"	B <sub>2t</sub>	063-2	35	15	50	~18	<0.3
"	B <sub>Ca</sub>	063-1	38	16	46	>50	<0.2

Arcillas:

	C-M	V-M	I	K	Calcita
062-a	50	+	35	10	
062-b	40	+	55	7	
063-4	+		++	t	++
063-3			?		>95

Arenas:

Horizonte	B <sub>2t</sub>	B <sub>Ca</sub>	B <sub>2t</sub>	A <sub>2</sub>
Muestra	TS-062-a	062-b	063-2	063-4'
Frag. rocas				
Foraminíferos				+++
Espic. ópalo				
Cuarzo	++	++	++	+++
Calcita	+	+	+	++++
Ortosa	++++	+++	++++	+
Plagioclasas	++	+(Na)	++	
Biotita	+*	+++	+*	+
Moscovita			+	+
Paragonita		+		
Clorita	+*		+*	++
Cloritoide	+			
Augitas	+		+	
Hornblenda	+?		?	
Epidota	+	+	+	
Estaurolita		+	+	
Turmalina		+	+	
Andalucita		+	+	
Circón	+	+	+	+
Granates			+	+
Rutilo	++		++	+
Anatasa	+			
Magnetita	+		++	++
Ilmenita	?		?	
Oxidos de Fe	+		++	+
Opacos sp.	+++	++	+++	+
Apatito	+			
Zoisita	+	+?		

\*: alteradas

FOTOGRAFIA 22. Horizonte  $B_t$  (Perfil TS-063)

Nódulos calizos y clay-skin. Estructura poligonal. Pequeñas manchas de Fe-Mn. Suelo rojo. Escala de reproducción 1:1.5.

MICROFOTOGRAFIA 23. Lámina TS-K12 (063).

Horizonte  $B_t$ . Textura porfiroeskélica orientada.- Cutanes de presión. Masas ferriargillanes. Suelo rojo.

30 X. Pol. cruzados.

PERFILES TS-150 y 152 FOTOGRAFIAS n° 24 y 25  
y FIGURA 17-D

Situación: Carretera de Córdoba al Higuierón, Km. 7.3, por carr. al Aeropuerto. Córdoba 922.

Coordenadas y cota: 37° 51' 10" a 45" N, 1° 09' - 20" a 50" W, a lo largo de la cota 110 m.

Nivel estratigráfico: Tercera terraza, Cuaternario Medio (Q<sub>2</sub>).

Tipología: ALFISOL, Paleoxeralf, complejo.

Ver situación en mapa n° 2 y figura 17-D.

Horiz. A: (muestra TS- 152-5)

0-10a30 cm. Localmente puede faltar por erosión. Color rojo parcialmente empardecido: ~ 5 YR 6/6-5/4.

Arcilloso y arenoso, con estructura suelta, - poco compacta, subpoliédrica y subpoligonal a veces granular, de buen drenaje. Ausencia de cantos, y con parciales películas cutánicas y clay skin poco desarrollados. Es pobre en materia orgánica y está descarbonatado. Presencia de raíces. Sin nódulos, pero con pedorelictos y relictos rojos iluviales. En parte - se consideran como horizontes pardos o empardecidos procedentes de los horizontes rojos B texturales, con un ligero lavado eluvial. Límite inferior neto.

Horiz. B textural rojo:

30 a 50cm. De color 2 YR 4/6 a 2.5 YR 4/6, en seco, y - 2.5 YR 3/6-3/4 húmedo.

Textura arenoso-arcillosa, a veces arenoso, - en especial sobre el contacto inferior. Es- - tructura prismática muy bien desarrollada, y agregados poligonales y poliédricos: prismas de hasta 20 cm., sliken-side en fracturas, se parando prismas masivos, hay manchas -pocas-- de caliches y carbonatos, cutanes semidestruidos, y escasísimas manchas negras de Mn; a ve- ces se ven materiales removilizados con cutanes. No hay carbonatos ni sales, en la matriz. Límite inferior casi rectilíneo, en especial- donde la transición hacia el horizonte cálcico, B<sub>Ca</sub>, no es aparente.



Horiz.  $B_{Ca}$ : ( $B_t - B_{Ca}$  y  $B_{Ca}$ )

25cm.media Limo cementado, color 5 YR 7/6, corresponde - al horizonte B cálcico. Es una arena-limosa - totalmente cementada de carbonato cálcico, en parte grumoso a granular mezclado con caliches; muy endurecido; localmente pulverulento. Los carbonatos aumentan hacia abajo y penetran en el siguiente nivel en contacto difuso. Estructura local sublenticular, con grietas rellenas de arcilla iluviada (en un 20 a un 30%) en especial los 15 cm. superiores: cutanes de iluviación de arcilla de color 2.5 YR 3/4 y 2.5 YR 4/6. A veces se ven aglomerados micro o criptocristalinos de carbonatos y arcilla roja. Bajo drenaje. Límite inferior difuso hacia los sedimentos de la terraza.

Pueden considerarse 2 subhorizontes: el superior, con grietas rellenas de arcilla ( $B_t - B_{Ca}$ ), y el inferior, sin iluviación, más potente ( $B_{Ca}$ ).

Horiz. C: ( $B_{Ca} \rightarrow C$ )

Arenas-limosas amarillas, color 5 YR 7/6, compactos y endurecidos, con suave cementación de carbonatos, de estructura granular y masiva.

Aspecto nodular, muy bioturbada hacia el techo. Grietas rellenas de arcillas rojas procedentes de los horizontes superiores, son visibles en su mitad superior, y en parte son de naturaleza cutánica. El color de la arcilla iluviada aquí es 7.5 YR 7/2. Existen krotovinas de hasta 1 m. de profundidad, rellenas de arcilla. Presencia de yesos.

Localmente se observan estructuras vesiculares, rellenas de cutanes ferriargillanes.

Lateralmente no existe este nivel carbonatado, y bajo el horizonte rojo B textural aparecen conglomerados y areniscas (nivel sedimentario) intensamente rojos con arcilla de iluviación.

FOTOGRAFIA 24 Terraza 3<sup>a</sup> del Guadalquivir: CUATERNARIO MEDIO (Q<sub>2</sub>). El Higuierón, perfil TS-152. Sobre la misma: un suelo rojo. Algunos bloques deslizados.

MICROFOTOGRAFIA 25. Lámina TS-150-2(b). Horizontes sedimentarios iluviados, con arcilla orientada (cutanes skelsépicos) alrededor de granos. Fragmento de anfíbolitas del precámbrico.

30 X. Pol. cruzados.

PERFIL TS-150

Situado a ~400m, al NW del 152 ya descrito. Los horizontes presentan análogas características; en los conglomerados y arenas sedimentarias aparece una importante iluviación. El horizonte cálcico aflora con un espesor variable, e incluso puede faltar.

Horiz. A :

Pardo rojizo: ~ 5 YR 6/6-5/4.

0-20 cm.

Arcilloso-arenoso. Poliédrico, casi sin prismas. Descarboxinado.

Horiz. B<sub>t</sub>:

Rojo: 2.5 YR 3/4 a 4/6 seco, 2.5 YR 3/6 húm.

20-45 cm.

Argílico, arcilloso-arenoso, con fuerte iluviación. Poligonal y con buen desarrollo de prismas. Espesor discontinuo: de 10 a 40 cm. - con media de 25 cm. Límite inferior neto hacia el B cálcico, y difuso a neto cuando falta el horizonte B cálcico.

Horiz. B<sub>Ca</sub>:

Rojo pálido, rosado: 5 YR 7/6, variable localmente, a 2.5 YR.

Limo-arenoso. Masivo. Localmente puede faltar, o bien se desdobla en dos lentejones indentados, y separados entre sí mediante un lecho de arcilla roja (arenosa) de características semejantes a un B<sub>t</sub> argílico. Carbonatación importante.

Horiz. B-C:

Rojo intenso (análogo al B<sub>t</sub>), muy arenoso, a veces conglomerático. Localmente se incluyen bolsadas pequeñas con arcilla iluviada y presencia de numerosas vesículas.

Datos analíticos (de los perfiles 152-150 conjuntamente):

Texturas:

Muestra	Horizonte	arena	limo	arcilla	carbon.	M.Org.
150-6	A <sub>1</sub>	52	25	23		+
151-	A					
152-4	B <sub>t</sub>	32	20	48	+	
152-3	B <sub>Ca</sub>	38	17	45	++	
150-5	B <sub>Ca</sub>	40	16	44	++++	
150-1	C	47	22	31	20	

Arcillas:

Muestra	150-1	-5	-6	152-4
M	50%			
I-M		++	+	++
C	+		+	
I	40	+++	+++	+++
K	8	+	+	+

Arenas:

Muestra	150-5	-6	152-4	152-3	150-1
Frag. rocas esquistos	10%			+	+
cuarcita		+++	+++	+	
otras rocas			+		
cuarzo	20	+++++	60%		+++
ortosa	3	+++	+		++
plagioclasa	++	+	1		+
calcita	15	+	++		++
biotita	5		+	+	
mica dorada			++	++	+
moscovita	4		+	+	+
mica con grafito	5			+++	++
clorita				++++	+++
flogopita			+	++	+
cloritoide	1	+		+	+?
turmalina	1	+	+?		+
andalucita		t	+		
epidota	+	+	++		++
arfvedsonita	3		+		+?
estauroлита			+		?
actinolita	3	+	+		+
hornblenda	3	+	+		++
granates	+		+		+
augita	+				
diópsido	+				
olivino			?		?
glauconita				+	
magnetita	+	+	+	+	++
maghemita				+	
hematites	+	+			
rutilo	+		+		
opacos	8		++		++
m. verdes	1	++	+?		+
foraminíferos	+	+			+
apatito			+		
circón			+		+
distena			+		

Datos micromorfológicos descritos según el esquema adjunto:

Lámina TS-151	Horizonte	A/B <sub>1t</sub>
" " -150-4	"	rojo: B <sub>2-t</sub>
" " -152-4	"	" : B <sub>2-t</sub>
" " -152-3'	"	" -cálcico: B <sub>3t-Ca</sub>
" " -150* <sub>t</sub>	"	cálcico: B <sub>3Ca</sub>
" " -150*	"	cálcico: B <sub>Ca</sub>
" " -152-2	"	cálcico B <sub>Ca</sub> -C(sedimento)
" " -152-2(a)	"	rojo(especial)
" " -152-2(b)	"	rojo-sedimentario

Lámina TS-151. Horizonte A/B<sub>1t</sub>

**TEXTURA:** intertética, con masa basal porosa, y debilmente insépica.

Localmente sépica, del tipo skelsépicas, (son cutanes).

**PLASMA :** pardo amarillento, poroso (microporos), con cutanes, tipo skelsépicas, argillanes, pero escasos, Glébulas de tipo nodular, de calcita no crística, con pedorelictos, rojos, del horizonte B, y con un isotúbulo relleno de calcita. Carece de cristalaría.

Los cutanes son de presión, discontinuos, argillanes.

**HUECOS :** planares dominantes, es decir del tipo skew - plain, y microporos; además algunos mamillados.

**ESQUELETO:** pedorelictos, cuarzo, calcita, cuarcitas, y otros. La materia orgánica se puede encontrar en diversas formas, desde humificada, hasta estructuras vegetales bien visibles.

Hay fragmentos de vidrio volcánico, en vías de cloritización.

**PORCENTAJES:**

	Huecos	Esqueleto	Plasma
	20	24	56
	25	25	50
	27	28	45
	32	30	38
	36	26	38
	25	25	50*
media	27.5	26.3	46.2
máximo	36	30	56
mínimo	20	24	38

\*: (estimativa visual)

Lámina TS-150-4. Horizonte Rojo B<sub>2-t</sub>. FOTOGRAFÍAS:  
26 y 27.

**TEXTURA Y PLASMA:** heterogénea: textura básica porfiroscélica, junto a dominios plásmicos mosépicos. Abunda la contextura plásmica moséfica pero también le acompañan skelsepic y latisepic, con zonas onduladas localmente. Practicamente todo el plasma está orientado; de color rojo intenso.

**CUTANES:** aparecen cutanes skelsépicos muy finos; más abundantes son las separaciones plásmicas de color pálido y que pueden ser irregulares y cortas o alargadas. También rodeando granos minerales, -- existen grandes cutanepic de bordes difusos que parecen ser cutanes de presión. En estas muestras la iluviación es abundantísima, pero no tanto las orientaciones por presión. Los cutanes son argillanes de iluviación skelsépicos.

Están presentes masas glebulares más o menos marcadas y algunos sectores intensamente teñidos de rojo, parecen responder a concreciones de sesquióxidos de Fe, pequeños, irregulares y difusos, distribuidos al azar: FOTOGRAFÍAS 26 y 27.

**HUECOS :** son muy diversos, abundando en especial las antiguas grietas ya fosilizadas, y huecos producidos por organismos en especial de raíces, entre -- otros tipos; las microgrietas de contracción son muy abundantes.

Los porcentajes aproximados son: plasma 40-50%, -- cutanes y concreciones 5%, minerales de diámetro pequeño 30%, fragmentos de diámetro mayor 5%, -- huecos el resto 10-20%.

**ESQUELETO:** el esqueleto mineral está compuesto por cuarzo y cuarcita (fragmentos de cuarzo de rocas ácidas generalmente), con diámetros entre 1 y 3 mm; y en porcentaje superior a 90%.

Entre las partículas de tamaño menor, se han determinado, ortosas, minerales de desmezcla de rocas ácidas, plagioclasas, sericita, epidota y -- una posible pectolita, además de cuarzo.



MICROFOTOGRAFIA 26. Lámina TS-150-4. Horiz. B<sub>2t</sub>.  
Distribución difusa del Fe en el plasma argílico.  
Cutanes de presión.

30 X. Sin analizador.

MICROFOTOGRAFIA 27. Lámina anterior.  
Pol. cruzados.

PORCENTAJES:

	Huecos	Plasma	Esqueleto	Cutanes
	35	36	29	3
	21	46	33	4
	26	40	34	5
	17	45	38	7
	11	50	39	6
	** 6	55	40	8
	**46	34	20	4
máximo*	35	50	39	7
mínimo*	11	36	29	3
media*	22	43.4	34.6	5

\*: solo 5 cifras primeras  
 \*\*: términos extremos

Lámina TS-152-4. Horizonte Rojo B<sub>2</sub>textural

TEXTURA: Es una muestra bastante roja con textura micro--granuda porfírica, con abundantes cutanes skelsepic y a veces de aspecto clamydórfica.

PLASMA : de porcentaje variable de 30 a 40%, es rojo intenso a pardo y aspecto grumoso, casi siempre de fuerte birrefringencia, abundando el skelsepic, y en general bastante difuso.

HUECOS : son sobre todo de empaquetamiento, entre unidades micropeds, normalmente mamillados. Abundan también y por este orden las cámaras de origen orgánico y alargadas, vesículas o burbujas, grietas elípticas o irregulares, y otros.

Aunque los cutanes son skelsepic, puede advertirse una iluviación bastante baja.

ESQUELETO: existen dos diámetros de partículas: siendo -- más frecuentes las inferiores a 0.3 mm, y se han determinado: cuarzo dominante, plagioclasas y -- feldespatos de desmezcla, moscovita idiomorfa -- hornblenda verde, algún circón, y minerales opacos, además de actinolita y augita muy escasas.-- Ocupa alrededor de un 50%.

Lámina TS-152-3'. Horizonte B<sub>3t</sub>-Ca

Esta muestra que pertenece al horizonte cálcico-rojo, señala claramente la iluviación de la arcilla roja desde los horizontes superiores y en ella son visibles -- dos zonas edáficamente diferentes: materiales cutánicos - arcillosos y materiales calizos.

Dominio "Materiales calizos": Con una contextura porfiroskélica y homogénea, abunda en microcristales de calcita de color blanco rosado o beige, totalmente aséptica entre la que aparecen microporos o pequeñas fisuras en -- gran parte rellenos de arcilla iluviada. Los minerales -- son fundamentalmente calcita, pero engloba cristales de cuarzo más o menos rotos. Cristalografía importante en el do minio calizo.

Dominio "Zona cutánica arcillosa": En realidad - se trata de una zona compleja con un plasma arcilloso y calizo cuya orientación óptica es variable, en donde se - advierte una cierta remoción. Tanto las masas calizas de color claro como estos sectores arcillosos de color pardo rojizo están fuertemente iluviadas, ( 2.5 YR 3/4-4/6), y ro

deadas de arcilla de color rojo intenso y totalmente sépi ca, que puede estar incluso en el interior de grietas que la afectan. Por tanto es evidente la presencia de dos ge neraciones de masas arcillosas y en especial la segunda - puede considerarse como totalmente alóctona.

Los cutanes son arcillosos, y puede clasificarse en: cutanes alrededor de partículas bien sean sobre los - calcanes internos, bien sobre fragmentos minerales, y cu tanes vosepic que rellenan totalmente las grietas existen tes.

Los huecos, aparte de las grietas son muy diver sos, encontrándose grietas de retracción, huecos de empa quetamiento compuesto, no están claros entre grupos calcá nicos y canales, y alguna grieta mamillada de dimensiones grandes. Cavidades de disoluciones de calizas 3,5%; cavi dades + h = 6%.

Porcentajes:

	Huecos	Plasma	Cristales
	3,5	79,5	17%
	6,5	77,5	16%
	15	79	6%
	5,5	80,5	14%
	23	72	5%
media	10,7	77,7	11,6
máximo	23	80,5	17
mínimo	3,5	72	5

Lámina TS-150\*<sub>t</sub>. Horizonte Cálxico B<sub>3</sub>Ca

TEXTURA: porfírica, microgranuda. El plasma rojizo, care ce casi de orientación y localmente presenta con centraciones más arcillosas. Intertéctica e insé pica, con escasísimos cutanes vosépicos.

**PLASMA** : de rojo local a amarillo pardo crístico. En las zonas rojas es de tipo aglomerático. Escasos cutanes vosépicos, de origen no claro (iluviación?). Glébulas (?) o caliches crísticos bien redondeados, pero de contornos difusos, de naturaleza -- cristalina.

**HUECOS** : mamillados, de paredes irregulares.

**ESQUELETO**: entre los fenocristales: cuarzo, biotita, plagioclasas, moscovita, ortoclasa, hornblenda basáltica, cuarcita con sericita, moscovita con inclusiones de grafito, goethita, óxidos de Fe no identificables, biotita cloritizada, (esta última con halos pleocroicos), y restos de microfóraminíferos, (en especial globigerínidos). Entre los microcristales, mal determinables parece -- abundar cuarzo, micas y feldespatos.

**PORCENTAJES**: Plasma 30% (aproximadamente el 2% de separaciones). Huecos 18%, Caliches 5%. Minerales 45%.

**NOTA**: La iluviación es prácticamente inexistente. Se trata de un  $II B_{3Ca}$  sin iluviación.

Lámina TS-150\*. Horizonte  $B_{Ca}$

**TEXTURA**: microgranuda, porfírica.

**PLASMA** : rojizo, carece prácticamente de orientación, y lo calmente presenta zonas de alto porcentaje en arcillas. Se ven algunos cutanes de iluviación -- (aunque su origen es dudoso), y agregados de calcita criptocristalinas a modo de glébulas muy difusas.

El color es beige y amarillo, pero en ciertos sectores es más rojizo y con una textura aglomerática de mayor porcentaje en minerales.

**HUECOS** : solo en un hueco se ha visto arcillas cutánicas, pero muy escasa. Los huecos suelen ser mamillados de pared irregular.

**ESQUELETO**: entre los minerales los hay fenocristales y microcristalinos. De los primeros aparecen: cuarzo, biotita, plagioclasas, moscovita, ortoclasa, hornblenda, cuarcita con sericita, moscovita e inclusiones de grafito, goethita y óxidos de Fe no identificables, biotita cloritizada y con halos-

pleocroicos y restos de microforaminíferos en especial globigerínidos.

**PORCENTAJES:** plasma aproximadamente un 40% con menos de un 5% de separaciones plásmicas, un 15 al 10% en huecos y aproximadamente un 50% de minerales, -- aunque localmente puede llegar a 65%.

Lámina TS-152-2

Horizonte cementado, nivel de limos con suave edafización.

**TEXTURA:** Intertéctica a aglomerática.

**PLASMA :** calizo con cristales visibles en el borde de los huecos, localmente cutánico. No se advierte arcilla. Típico comportamiento de un cemento, cristalino.

**ESQUELETO:** cuarzo, ortosa (cristales de desmezcla), fragmentos calizos (micrita), foraminíferos, cuarzo con inclusiones (topacio), moscovita, micacita -- con grano muy fino, plagioclasa, cuarcita, arenisca, hornblenda, numerosos fragmentos, intensamente alterados (óxidos de hierro) de origen diverso, estos últimos en general muy rodados. -- Cuarzo plumoso.

Dominante el cuarzo, fragmentos alterados, pizarras y feldespatos-ortosa. Sericita y alguna biotita alterada, birrefringencia anómala, s.o. no determinable.

Lámina delgada TS-150-2(a) MICROFOTOS 28 a 33

**TEXTURA:** por su aspecto no es posible su encasillamiento en una terminología más o menos aceptada. Podiera definirse como porfírica, con plasma totalmente sépico-vesicular.

**PLASMA :** sépico, vosépico, alrededor de vesículas. Grandes cutanes.

**HUECOS :** vesículas: 70 %, grietas irregulares de bordes netos, intercutánicas e intervesiculares.

**ESQUELETO:** calcedonia, cuarzo.

Practicamente se trata de un conjunto de vesículas rellenas de material cutánico (argillanes de color rojo intenso) y orientadas según directrices paralelas entre las cuales existen cuarzo y sílice fibroso radiada de tipo calcedonia. Existen zonas con vesículas sin arcilla, totalmente rellenas de calcedonia fibroso-radiada, o en ocasiones de pequeños glóbulos esféricos de calcedonia rodeados de finísimas películas de arcilla. Practicamente todo el material arcilloso está orientado, bien sea entre las vesículas, bien en su interior, donde se consideran como material cutánico. Por lo tanto pueden clasificarse los cutanes en intersticiales, en parte de presión y en parte intervesiculares, con o sin diferenciaciones internas; y cutanes en el interior de las vesículas (vosepic) que suelen ser compuestos ya que existe Mn, Fe y arcilla, a veces laminada: ferriargillanes. La birrefringencia de las arcillas es muy elevada, pudiéndose medir el signo óptico que es generalmente negativo.

Aunque la estructura está muy bien conservada, pueden verse algunos cutanes destrozados.

Pueden establecerse al menos tres fases de iluminación de los materiales cutánicos ya que los cutanes intervesiculares y los cutanes vosépicos, están rodeados en parte por una nueva capa de arcilla roja, así mismo orientada.

Las microfotografías: 28 , 29, 30, 31, 32 y 33 , muestran diversos aspectos de las láminas delgadas.

PORCENTAJES:

	Huecos	Plasma	Esqueleto	Cutanes*
	70	-	-	-
	46	-	-	-
	58	-	-	-
	68	-	-	-
	44	-	-	-
media	57.2	30	10	42
máximo	70	60	15	60
mínimo	44	20	8	36

\*: sobre el 100% de plasma.

Lámina delgada TS-150-2(b) MICROFOTO: 25.

TEXTURA: granular, con plasma arcilloso totalmente sépico. También intersticial.

PLASMA : voskelsépico (es decir alrededor de huecos de empaquetamiento y de granos del esqueleto. Rojo y amarillento).

Otros aspectos: CUTANES: abundantes, fundamentalmente de iluviación alrededor de huecos y cristales. Glébulas\*, litorelictos abundantes. El plasma puede estar introducido en el interior de granos del esqueleto. Nódulos de Mn-Fe.

ESQUELETO: bastante heterométrico; son muy abundantes los fragmentos de rocas rodadas; por ejemplo: cuarcitas con moscovita, esquistos y micacitas con andalucita, filitas, microareniscas y porfidos andesíticos, entre otros. Entre los minerales se encuentran: cuarzo abundante, y ortosa acompañada de albita, oligoclasa y masas de Fe y Mn opacas, así como moscovita idiomorfa, grafito, sericita y escasos cristales de calcita y hornblenda. En una de las muestras se ha observado un fragmento de anfíbolita hornbléndica, muy típica: -- véase la microfotografía 25.

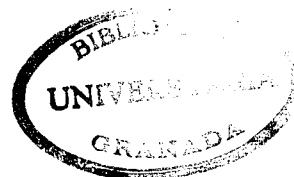
\*: ovaladas.



HUECOS : de empaquetamiento fundamentalmente. Alguna vesí  
cula y grietas de retracción rectilíneas\*.

PORCENTAJES medios: Plasma arcilloso: 20%, esqueleto (de-  
2 diámetros dominantes) >65%, huecos: ~15%.

\*: Skew-plain



MICROFOTOGRAFIA 28. Lámina TS-150-2(a). Aspecto-  
general de las "bolsadas" de iluviación. Cutanes vosépi-  
cos relleno vesículas alineadas: Ferriargillanes.

30 X. Sin analizador.

MICROFOTOGRAFIA 29. Lámina anterior.

30 X. Pol. cruzados.

MICROFOTOGRAFIA 30. Lámina TS-150-2(a). Magnífico cután argílico: Ferriargillán con diferente concentración de Fe y vosépico en vesícula.

100 X. Sin analizador.

MICROFOTOGRAFIA 31. Lámina anterior.

100 X. Pol. cruzados.

MICROFOTOGRAFIA 32. Lámina TS-150-2(a). Aspecto interior de una vesícula, a gran aumento: 250x. Sin analizador. Esferas o glóbulos de calcedonia rodeadas de cristales rojos de arcilla.

MICROFOTOGRAFIA 33. Lámina anterior.

250x. Pol. semicruzados ( $\alpha \sim 40^\circ$ ). La orientación de la arcilla es bien patente. La calcedonia es fibrosora diada.

4-4.3. SECTOR OCCIDENTAL

-345-

PERFIL TS-157

Situación: Sector Occidental, Venta los Mochos, - Carretera Córdoba a Almodóvar, por margen derecha. Km. ~ 19.5.

Coordenadas y cota: 37° 49' 50" N, 4° 58' 30" W.  
cota: ~> 85 m.

Alfisoles rojos, sobre Terraza 3<sup>a</sup>, Cuaternario - medio.

Se trata de un perfil complejo, color rojo dominante, con un nivel sedimentario afectado por dos fenómenos: una carbonatación en nódulos difusos, poco abundantes y una iluviación acusada. Se caracteriza por alternancias frecuentes conglomeráticas y arenosas con importante bioturbación. Podemos afirmar se trata de un grupo de varios paleosuelos. El suelo actual es difícil de precisar incluso su límite inferior.

Esquemáticamente aparecen: (solo describimos los más superficiales).

Horiz. A<sub>1</sub>?:

Limoso, 10 YR 6/4, grumoso y con eflorescencias locales. Suele faltar por erosión.

Horiz. B<sub>1t</sub>:

Con varios subhorizontes. Rojo intenso: 2.5 - YR 4/8 arenoso y arcilloso con niveles conglomeráticos. En general prismático y poligonal.

Horiz. B<sub>Ca</sub>:

Semejante al B<sub>1t</sub>, con frecuentes lechos carbonatados, arcillosos y arenosos, de color 5 YR 4/8. Los carbonatos suelen estar en nódulos de contorno difuso.

Solo se han realizado láminas delgadas del horizonte B<sub>t</sub>: TS-157.

Lámina TS-157

**TEXTURA:** porfírica, bastante heterogénea, tamaño de partículas fino (inferior a 1 mm).

**PLASMA :** irregular con concentraciones y separaciones. La masa general es mosepic, de media birrefringencia, color rojo pardo. Aparecen skelsepic, orientados en perpendicular. Vosepic.

**CUTANES:** cután de presión (skélico) más o menos orientados; cután difusos. Magníficos cutanes de iluviación rellenando huecos; son compuestos: se inician por una matriz grumosa, a veces orgánica, a veces con cristalitos limosos; para concluir en clásicos argilanes rojos oscuros en el centro del hueco. Con manchas de hierro: argilanes y ferrimanganes; son ondulados, de muy fuerte birrefringencia, formas irregulares y diámetro pequeño.

Cután de iluviación en grietas finas de color más pálido.

Se advierte una remoción local.

Localmente, existe un plasma más oscuro, pero así mismo orientado. Masas de óxido de hierro disseminadas. Existen agregados (pedotúbulos).

Materia orgánica: Visible en muchos casos, pero de tamaño muy pequeño, no muy descompuesta.

**HUECOS :** microporos; de empaquetamiento, grietas muy finas con vosepic locales. Ortohuecos mamillados, algunos con relleno cutánico. Huecos mamillados y grietas en el interior de cutanes. Cavidades escasas.

Abundan los ortohuecos y los mamillados.

**ESQUELETO:** glaucophana?: birrefringencia: 0,017, y pleocroismo azul. Cuarzo, ortosa de desmezcla, cuarzo con moscovita, pizarras con moscovita, cuarzo con inclusiones, sericita, augita?, color 0,040, no pleocroica. Biotita, cuarcita, plagioclase, fragmentos de rocas muy alterados, fragmentos de cuarzos procedentes de granito, intercrecimientos cuarzo-ortosa.

Dominante cuarzo (70%), ortosa 20 a 25%, resto hasta 100 %.

PORCENTAJES: Huecos:15%, esqueleto:>55%, plasma-<30%.

Glauconita?: relieve medio-alto, en posición homogénea, tipo en mosaico, grano redondeado, color no definible, exactamente.

En otras láminas del mismo perfil, en posición ligeramente inferior, se advierten:

PLASMA : de aspecto frecuentemente crístico, con orientaciones latisépicas y vosépicas.

CUTANES: abundantes, en especial de iluviación.

Concreciones nodulares, no concéntricas, de Fe--Mn.

ESQUELETO: además de los mencionados anteriormente, aparecen: Cuarzo con inclusiones de circón, apatito y posibles turmalinas, fragmentos de rocas volcánicas (pórfidos básicos) con suave cloritización.

En ambas láminas se trata de un horizonte B textural, argílico de iluviación.

PERFIL TS-172

FOTOGRAFIA: 18.

Carretera local Posadas a la Carlota, Km. 4.1.

Coordenadas y cota: 37°46'45" N, 1°23'40"W.100m.

Topografía: muy suave.

Suelos rojos, en gran parte relictos, sobre conglomerados rojos, de carácter fangolítico, Terra za 3<sub>a</sub>.

Horiz. A-(B<sub>t</sub>):

Pardo rojizo: 2.5 YR 5/6 seco, 4/6 húmedo.

0-30 cm. Arcilloso-arenoso. Estructura subpoligonal y granular (terrosa). Ligeramente prismática. - Algún nódulo calizo. No se aprecian cutanes - ni clay-skin. Matriz no carbonatada. Contacto muy irregular y difuso.

Horiz. B<sub>Ca</sub>:

30-45/55cm. Cálxico. Color rojizo y blanco variable: 5 YR 8/1 a 2.5 YR 6/6.

Arcilloso-arenoso. Estructura semejante al anterior algo nodular. Carbonatos nodulares. POCO espesor y desarrollo, en comparación a - - otros perfiles similares. Contacto neto. Al--gún canto de cuarcitas rotas.

Horiz. C: Nivel 2: sedimentario.

Rojo intenso: 2.5 YR 4/8.

espesor: Arenoso. Zona superior: arenoso C<sub>1</sub>, la infe--rior conglomerática C<sub>2</sub>. Arcilla iluviada muy-frecuente: cutanes y clay-skin. Estratifica--ción.

La FOTOGRAFIA n<sup>o</sup> 18 ,muestra los siguientes nive les: en el muro: 65 cm. del nivel conglomerático 1, sedi-mentario; 25 cm. del nivel sedimentario 2 (u horizonte C) conglomerados con cantos orientados; Horizonte Cálxico -- B<sub>Ca</sub> (15-25 cm.) y Horizonte A-B<sub>t</sub> rojo, más superficial -- (~30 cm.).



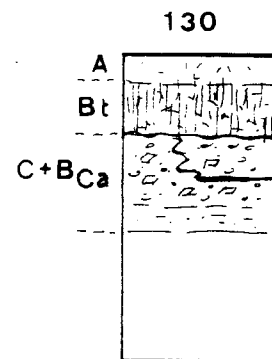
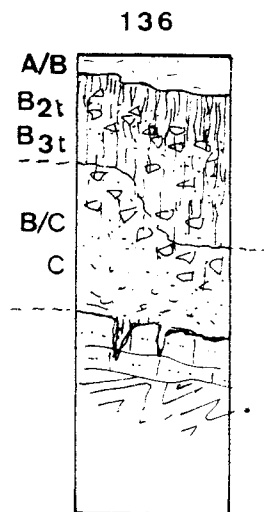
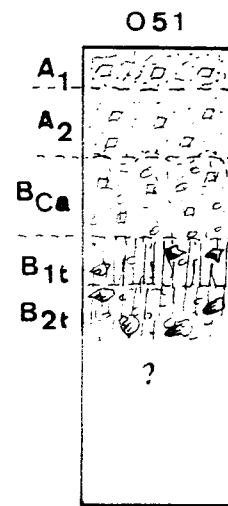
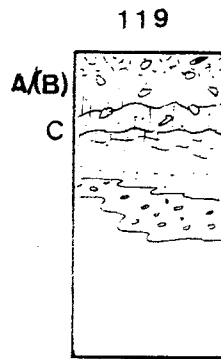
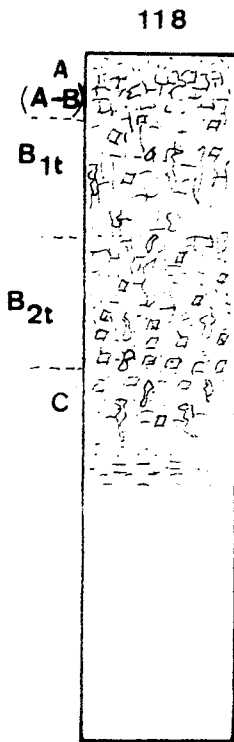
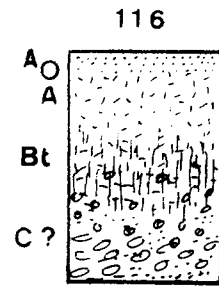
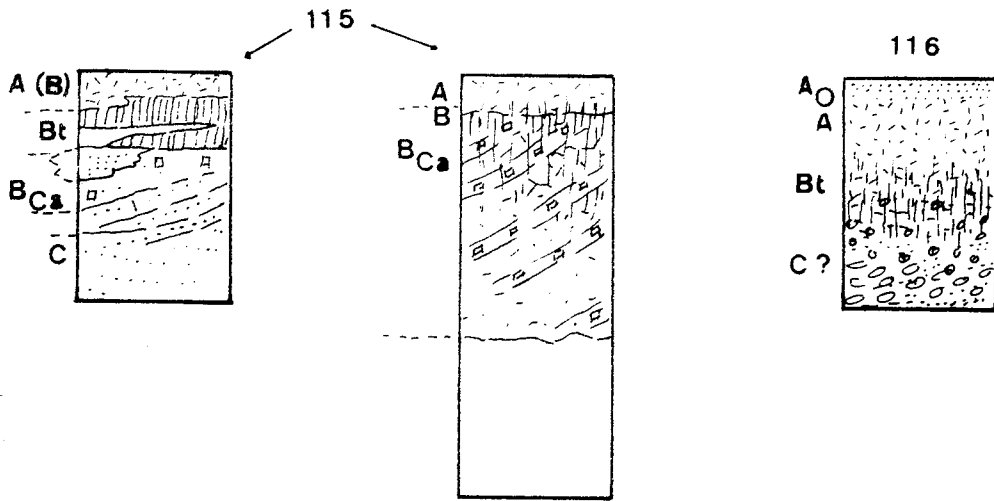


FIG-17 B

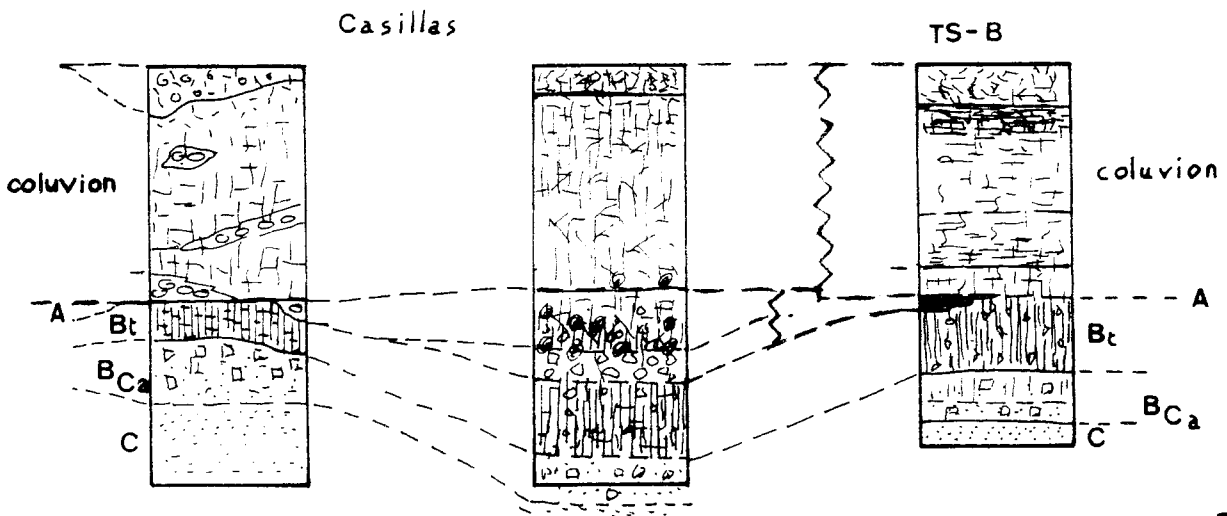
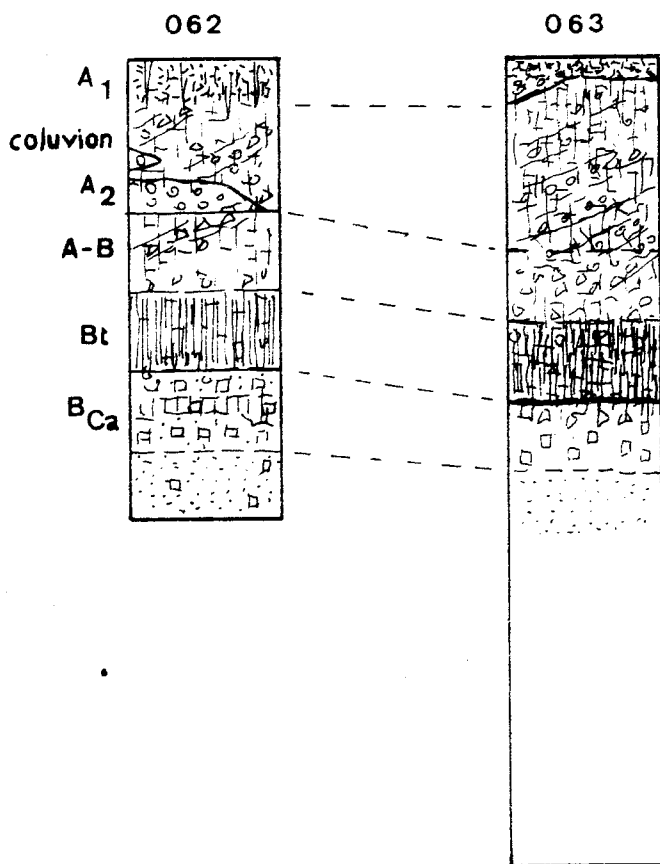
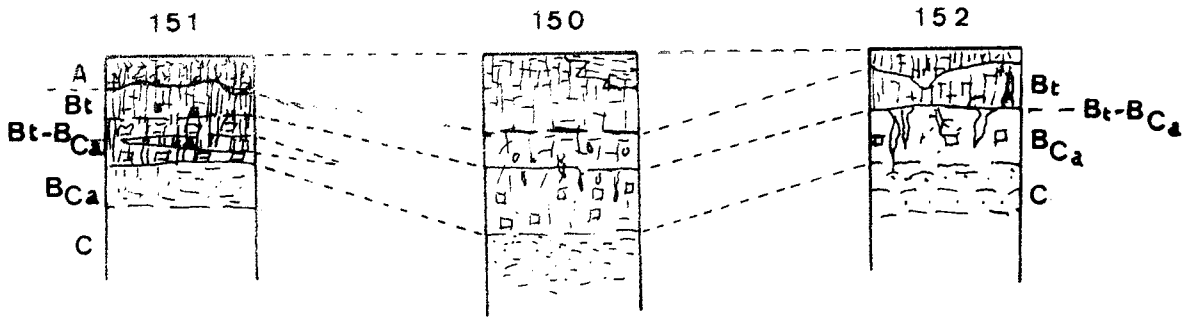


FIG-17 C

4-5. SUELOS POCO EVOLUCIONADOS SOBRE CUATERNARIO RECIENTE (Q<sub>3</sub>)

Agrupamos aquí los suelos desarrollados sobre el Cuaternario Reciente Q<sub>3</sub>: Terrazas 4<sup>a</sup> y 5<sup>a</sup> del Guadalquivir, y terraza alta, y depósitos actuales del Guadajoz, y otros sedimentos s.p. (\*)

Normalmente son ENTISOLES y FLUVENTISOLES, de perfil poco evolucionado AC. En la terraza alta del Guadajoz es frecuente el desarrollo de dos tipos de suelos: SUELOS ROJOS (y pardo-rojizos), por un lado, y suelos poco evolucionados, con suave cementación de carbonatos, por otro. Por razones de comodidad en la descripción general, se incluyen en este apartado, si bien no se trata de suelos poco evolucionados. Se describen según el esquema siguiente:

Tipo	Materiales origen	Perfiles
1-Suelos Entisoles y otros poco evolucionados	Terrazas modernas Guadalquivir T4 <sup>a</sup> -5 <sup>a</sup> . (Q <sub>3-1</sub> )	TS-158,106,117 TS-061,123, -- 125,127
2-Suelos Rojos	(Q <sub>3-1</sub> )	Terraza alta - Guadajoz TS-068,095
3-Entisoles y Fluventisoles		Terrazas y depósitos Guadajoz TS-064,084,094
4-Fluventisoles	Sobre sedimentos s.p. (Q <sub>3-2</sub> )	TS-108,164

(\*): Algunos perfiles son dibujados en la FIGURA 17-B.

4-5.1 SOBRE TERRAZAS 4-5<sup>a</sup> GUADALQUIVIR

PERFIL TS-158

Situación: Depósitos Terraza actual Guadalquivir, cortijo Peina, 5<sup>a</sup> terraza, sobre un flood plain, "La Carnicera", Km. 5.6 de la carr. Córdoba a Almodóvar, margen izquierda.

Coordenadas y cota: 37°50'20"N, 1°08'55"W. 90 m.

Tipo: es un perfil AC poco evolucionado. Entisol

Horiz. A<sub>1</sub> (A<sub>11</sub>):

(nivel 3) Pardo oscuro 10 YR 4/4 , franco, arcilloso.-  
 0-25 cm. Muy compacto y endurecido, no se diferencian bloques ni agregados; con cantos englobados.-  
 TS-158-3 Sin cutanes. Actividad orgánica aunque las raices, no son muy frecuentes. Límite difuso.

Horiz. AC (A<sub>12</sub>):

25 a 30 cm. Transición al horizonte C. Pardo 10 YR 5/4 .-  
 Muy franco-arenoso. Compacto y masivo. Practicamente análogo al anterior, pero sin materia orgánica. Sin raices. Límite difuso a neto.

Horiz. C (C<sub>1</sub>C):

(nivel 2) Realmente son los sedimentos de esta terraza-  
 30 a 40 cm. 4<sup>a</sup>, ya descritos.

Datos analíticos:

Texturas:

Horiz.	Muestra	Arena	Limo	Arcilla	Carbon. M.Org.
A <sub>1</sub>	158-3	25	30	45	~2
AC		50	25	25	<0.4
C		50	40	10	

Arcillas:

158-3

I-M	60%
14 <sub>C</sub> -14 <sub>M</sub>	5%
C-V	5%
I	20%
K	5%

Arenas:

Cuarzo 50%, ortosa 6%, calcita 7%, clorita 5%, - magnéticos 4%, biotita 4%, resto de minerales: mica con - grafito, hornblenda, augita, turmalina, serpentina, hematites, magnetita, ilmenita ; algunos foraminíferos.

En lámina delgada -horizonte A<sub>1</sub>- no se advierten cutanes ni agregados, la textura es porfírica y el plasma es aséptico prácticamente. La mineralogía confirma los datos expuestos para la fracción arena; y además son visi-- bles algunas escasas plagioclasas y glauconita.

PERFIL TS-106

Situación: cortijo Doña Urraca, junto al Guadalquivir.

Terraza 5<sup>a</sup> y 4<sup>a</sup>

Coordenadas y cota: 37°53' 40" N, 1° 00' 30" W.- de 100 a 98 m.

Tipo y clasificación: ENTISOL cálcico (zona próxima al río).

Horiz. A<sub>1</sub>: (muestra TS-106-4)

De color rosa pálido 7.5YR 7/4; arenoso-franco, muy fino\*. Aspecto estructural grumoso y compacto. Bioturbado, ligera cementación (20% en carbonatos, localmente un 10%). Límite inferior neto a difuso.

Horiz. A<sub>2-1</sub>: (Muestra TS-106-3)

Color y características muy semejantes al anterior 7.5 YR 7/4 . Arenoso-franco\*\*. Es visible, a pesar de la bioturbación, la estratificación. Mayor compacidad que el A<sub>1</sub>. Cementación de carbonatos.

Horiz. A<sub>2-2</sub>:

Practicamente análogo al A<sub>2 1</sub>, pero de mayor cementación\*\*\*. Estratificado.

Horiz. C:

Constituye realmente el sedimento de arena -- (61%) con lecho inferior de arena fina y me-- dia.

Texturas:

	arena	limo	arcilla	carbonatos
* con:	41%	26%	33%	18-15%
** " :	38%	28%	34%	20 %
*** " :			30%	25 %

Arenas: (106-4): por orden de frecuencia: calcita, opacos, cuarzo, foraminíferos, anfíboles, augita, epidota?, granates, biotita, micas s.p., ópalo, y -- otros (circón, zoisita, etc.). Fósiles calizos. - En Ø grueso abundan: biotitas, moscovitas y anfíboles.

Arcillas: 14<sub>C</sub>-14<sub>M</sub> 50%, I 40%, K 5%, mica (Muest. TS-106-4)

Micromorfología:

Lámina TS-106-3 (horizonte A<sub>2-1</sub>)

TEXTURA: mal determinable, intersticial. Medio granuda; ho mométrica. Plasma no diferenciado, calizo.

PLASMA : practicamente sin separaciones; calcáreo arcillo so con locales cutanes muy difusos pero muy escā sos. En general asepic. Hierro móvil, pardo. Remoción de Calcio?; masas calizas opacas.

ESQUELETO: cuarzo 55%, calcita y dolomita de bordes idio-- morfos en parte corroidos 15%, hematites, manchas diluidas 12%, clorita 3%, cuarzo con inclusiones - de zoisita, topacio y otros minerales muy refri-- gentes, cuarcitas metamórficas, glauconia, magne-- tita, aragonito en huecos, microclina, grafito, - agujas de augita, foraminíferos. Idiomorfismo -- acusado en calcita y micas; cristales rodeados - de matriz arcillo calcánica.

HUECOS : irregulares con relleno de carbonatos localmente y de subempaquetamiento; posibles vesículas sin-orientación; canales interconectados a los huecos, las paredes no son netas. Ausencia de grietas.

PORCENTAJES: 60% plasma, 30% esqueleto mineral y <10% huecos. El resto son masas carbonatadas.

Este tipo de suelos tan solo aparecen en las proximidades del Guadalquivir; a cotas de 1 m. más elevadas-suelen encontrarse suelos vérticos bien desarrollados pero de escasa profundidad. Tal es el caso del perfil - - TS-107, a 1 Km. del 106

OTROS DATOS.

En otras muestras de perfiles análogos, Entisoles poco desarrollados, se han determinado:

Texturas:

	arena	limo	arcilla
TS-061-a	39%	20%	41%
TS-117-b	48	27	25
TS-123-3	47	18	35
TS-125-2	36	27	37
TS-127-1	23	39	38
TS-127-2	29	30	41

Mineralogía de las arcillas:

Muestras	061-a	117-b	123-3	125-2	127-1	127-2
V	25%					
14 <sub>C</sub> -14 <sub>M</sub>	20					
V-M	10					
M		20%	50%	20%		
M <sub>12</sub> -V				30		
I-M				+	+	+
Interestrat.					50%	50%
C	10	+	5			+
I	30	70	40	43	40	40
K	5	7	4	6	5	2
Pal				t		

Mineralogía de las arenas:

	061-a	117-b	123-3*	125-2	127-1	127-2
Frag. Roc.				+	+	
Esquistos				++		
Cuarcitas				?		
Cuarzo	+	+	++	+++	++	30
Ortosa	+	+	+	+	+	?
Plagioc.	+	+	+	+	+	+
Calcita	+	+	+++	++	++	++
Biotita	+	++	++	+++	+++	++
Moscovita	+		+	++++	+	+
Clorita	++	+	++	++	+	++
Glaucionita			+	(+)	+?	+?
Magnetita		+	+		+	+
Ilmenita	++		+		+?	+
Limonita		+	+?			
Anfiboles	+	+?	++	++	++	++
Piroxenos		++	+	+	+	+
Estaurolita	(+)		+	+	+	+
Granate	+++	+	+		+++	++
Foraminíf.			+	++++	+	+
Opalo			++	t		
Circón	+	(t)	+	++	++	t
Andalucita	+	+			+	+
Hematites		+++	?		+	+
Rutilo		(+)		+	++	+
Radiolarios				+		
Distena			+			t
Zoisita			?		+	t
Opacos	+	+	+	+	+++	+++
Epidota			+		+	
Augita			+		+	
Turmalina		++	+		+++	++

\*: láminas muy variadas.



Tales muestras pertenecen a las siguientes localidades:

PERFIL	COORDENADAS		COTA	MUESTRA	HORIZONTE	PROFUNDIDAD
	Latitud N	Longitud W				
061	37° 51' 15"	1° 06' 40"	95	061-a	A <sub>1</sub>	~30-60
				061-b	A <sub>2</sub>	70-110
117	37° 54' 0"	1° 02' 40"	107	117-b	A <sub>1</sub>	0-30 cm.
123	37° 56' 10" 37° 55' 50"	0° 58' 20"	110	123-3	A <sub>1</sub>	0-10
				123-2	A <sub>2</sub>	10-50
					A <sub>3</sub> -C	~50-100
125	37° 56' 5"	0° 57' 40"	~115	125-2	A	0-30
127	37° 55' 10"	0° 57' 45"	135	127-2	A <sub>1</sub>	0-20
				127-1	A <sub>2</sub>	20-60

4-5.2. SUELOS DESARROLLADOS SOBRE TERRAZAS Y DEPOSITOS-  
DEL GUADAJEZ

Los perfiles estudiados presentan cierta variación que debemos mencionar: Los suelos sobre la terraza alta, son suelos pardo-rojizos, bien evolucionados, mientras que los formados a expensas de los depósitos recientes, a cotas bajas son entisoles poco evolucionados, y en ocasiones practicamente son regosuelos, sin perfil apreciable.

En esquema son pues los siguientes:

<u>Tipo</u>	<u>Perfil</u>	<u>Nivel de aterraz.</u>
1-Suelos rojizos	TS-068, 095	Terraza alta
2-Suelos poco -- evolucionados	TS-064, 074, 083, 084, 093, 094	Terrazas actuales y depósitos sp.

1.-Suelos Rojizos

PERFIL TS-068

Situación: Cañuelo del Genovés, junto al Km.293. de la carretera de Granada.

Coordenadas y cota: 37° 46' 15" N, 4° 40' 20" W.-  
265 m.

Topografía suave, alomada.

Nivel estratigráfico: Margas azuladas del Tortoniense Superior.

Horizonte A (Muestra TS-068-4).

0-25 cm.      Rojizo a pardo, 7.5 YR 5/4 sec., 5 YR 3/4 h. -  
Textura franca a limosa. Estructura granular-  
a subpoliédrica. Friable, no compacto, de - -  
buen drenaje.

Con numerosas raicillas recubiertas de carbonatos y sales (yesos) de color muy blanco.

Ausencia de cutanes ni películas arcillosas, ausencia de Bioturbación, pero con ligera ac-

ción humana. Límite inferior difuso, por transición al horizonte B.

Horiz. B textural: (\*)

25 a 35cm. Rojo pardo 2.5 YR 5/6 a 5 YR 4/6 prox. seco.-  
2.5 YR 3/6.

TS-068-3 Franco-arcilloso. Estructura subpoliédrica poco marcada. Ausencia de cutanes y de películas de recubrimiento, algún canto rodado de cuarcitas. No carbonatado. Hacia abajo algunos nódulos de carbonatos irregulares, aumentando continuamente. Límite inferior difuso con transición a niveles muy arcillosos. (Muestra TS-068-3).

Horiz. C: (Muestras TS-068-2 y -1)

Transic: Color variable: desde pardo claro hacia el techo: 10 YR 7/3 seco y 10 YR 6/6 húmedo, hasta en el muro: 2.5 Y 7/2 seco y 2.5 Y 5/4 húmedo.

Horiz.

35 a 235cm. Textura muy arcillosa. Estructura poligonal a poliédrica y prismática, en grandes bloques. Fragmentación rectangular. Masas pedales bastante compactas. Superficies brillantes, cuyo origen posiblemente no es de iluviación. Presencia de numerosos nódulos de carbonatos (a veces grandes: 7 cm. de diámetro) y masas carbonatadas de contorno difuso. Presencia de canalillos de color rojizo: 7.5 YR 5/6 aproximadamente. Análogamente, algunas superficies son rojizas. Los carbonatos son muy blancos: 10 YR 8/2?.

El horizonte está separado por un lentejón intermedio especialmente rico en carbonatos con aspecto subestratoide. Hacia el muro, la estructura estratoide está muy marcada.

Es importante hacer constar que el perfil se desarrolla sobre los depósitos de aterrazamiento del Guadajoz, pero los horizontes C, parece tratarse de un nivel de acumulación de niveles arcillosos groseramente estratoides, constituido por materiales procedentes de las arcillas y margas del Mioceno, (sobre quien descansa la terraza mencionada) y que ha sufrido edafización, durante una etapa anterior a la formación de los actuales horizontes rojos B y A.

---

(\*): existen dudas sobre su identificación como un horiz. cámbico.

Datos analíticos:

Texturas:

Horiz.	Muestra	arena	limo	arcilla	Carbon.	M.Org.
A	TS-068-4	19	9	72		+
B	068-3	11	11	78	+	
C <sub>1</sub>	068-2	8	15	77	+++	
C <sub>2</sub>	068-1	18	24	58	+++	
C <sub>3</sub>	068-0					

Arcillas:

Horizontes	A	B	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>
Muestra	068-4	-3	-2	-1
M		50%	60%	
C-M			?	+
I-M		+		-
C	5%	4	6	10%
I	50%	40	30	20
K	4	5	6	:
Palyg.	?	+		+
Cuarzo			+	

Arenas:

	068-4	-3	-2	-1
Frag. rocas	++	+		
esquistos	+			
cuarcita	+			
otras rocas	ar. y cal	ar.		
cuarzo	++++	++	50%	++++
ortosa	+	?		
calcita	+	60%	+	+
moscovita	+			
glauconita			+	+
magnetita	+			
ilmenita	+			
hematites	+	+		
limonita	+	+	+	+
goethita		+		
brookita	?			
foraminíferos	++	+	15a20	+++
opacos	+		+	+
m. verdes		+	+	+
otros		+	+	+
Plagioclasas			+	+
Micas clasific.			+	+

PERFIL TS-095

Suelo Pardo-Rojizo, argílico, ALFISOL

Situación: Carretera Córdoba a Santa Cruz, Km.5. Ladera del cerro de Teba. Margen derecha Guadajoz. Cortijo de Teba.

Coordenadas y cota: 37° 44' 50" N, 4° 35' 10" W. 200 m.

Topografía, en colina, pendiente notable.

Nivel estratigráfico: margas azuladas del Tortoniense Superior y "costras" Cuaternarias conglomeráticas de la Terraza alta del Guadajoz, muy delgadas.

Pueden considerarse derrubios de pie de monte.

Horiz. A:

0-10 cm. Pardo rojizo: 5 YR 5/4 seco, 5 YR 3.6  
(llega hasta 20 cm.) Textura arcillosa a franca. Estructura poliédrica a granuda. Ligera descalcificación. Sin clay-skin, con nódulos calizos y calcanes - - muy pocos. Actividad orgánica suave. Límite inferior más o menos difuso.  
TS-095-4

Horiz. B<sub>21t</sub>: B<sub>1t</sub>

10-35/40cm. Rojo anaranjado a pardo-rojizo: 5YR 5/8 a 2.5Y 4/3 seco.  
TS-095-3 Arcilloso-franco, algo arenoso. Estructura ligeramente poligonal y prismática. Pocos cutanes, algún clay-skin. Descarbonatado, con nódulos (pocos) calizos en la base. Límite inferior difuso por transición a un lecho carbonatado.

Horiz. B<sub>22t-C</sub>: B<sub>2t/C</sub>

TS-095-2 Zona de transición carbonatada y arcillosa: - beige a verdoso, con cierto matiz rojizo: 7.5YR 7/4 a 10YR 6/4-3;  
Arcilloso a franco. Estructura poliédrica. Algún prisma. Clay-skin y cutanes, pero escasos. Carbonatado, con abundantes nódulos. Cantos - rodados hacia el muro. Contacto inferior neto, aunque no brusco.

\*Horiz. C<sub>1</sub>:

TS-095-2 Arcillas y margas pálidas: verdoso a pardo: -  
7.5 YR 7/4 a 2.5 Y 6/4 seco, 7.5 YR 5/6 a 2.5  
Y 6/6 húmedo. A veces amarillo.

(40-60cm.) Arcilloso-arenoso; con nódulos de carbonatos-  
muy frecuentes (sobre todo al techo). Estrati-  
ficación más o menos marcada. Cantos rodados-  
hacia el techo. Presencia de yesos. Transi- -  
ción inferior difusa.

\*Horiz. C<sub>2</sub>:

TS-095-1 Realmente son margas y arcillas margosas ver-  
des y pardas: 10 YR 7/3 a 2.5 Y 6/2 seco, y -  
en patina: 2.5 Y 6/4 a 5 Y 4/4 húmedo

Con yesos y nódulos carbonatados. Fractura- -  
ción en bloques y prismas rectangulares, regu-  
lares. Algunas antiguas raíces. Estratifica--  
ción poco marcada.

Datos analíticos:

Texturas:

	arena	limo	arcilla	carbonatos
095-3	14%	9%	78%	+
095-2	8	14	78	++

Mineralogía de las arcillas:

Muestras	095-3	095-2
I- (M+V)		95%
M <sub>12</sub> -V	60%	
M	+	
I	35	
Mica 2M		+
Paligorskita	+	
K	4	5

\*: Parece responder a un horizonte arcilloso análogo al -  
arcilloso del 068 (Genovés).

Mineralogía de las arenas:

Muestras	095-3	095-2
Frag. rocas		+ silex
Esquistos		3
Caliza	60%	1
Foraminíferos	++	30
Cuarzo	+	55
Ortosa		+ 5
Calcita	+	+
Biotita		+
Moscovita		+
Hematites		+
Glauconita		+
Epidota		+
Silex	30	
Otros	?	?
Opacos		+

2.- Entisoles s.l.

PERFILES TS-064, 084 y 094

Las muestras de los perfiles citados suelen pertenecer a los horizontes A, en perfiles de tipo A-C muy poco evolucionados, con características de Fluventisoles, desarrollados sobre los depósitos más recientes del Guadajoz -2<sup>a</sup> terraza-, a cotas de 1 a 3 m. sobre el cauce del río. A pesar de la distancia que hay entre las mismas, -- las semejanzas macroscópicas y mineralógicas son grandes.

Situación: la 064 está próxima a la desembocadura sobre el Guadalquivir. La 084 junto al Km. 294 de la carretera de Granada, a ~22 Km. de la desembocadura; y la 094 próxima a la colina de Teba, ~ 36 Km. de la desembocadura. Véase mapa n<sup>o</sup> 2.

Coordenadas y cota:

TS-064:	37° 49' 40" N,	4° 50' 35" W,	~ 90	m.
TS-084:	37° 45' 30" N,	~4° 40' 30" W,	~135	m.
TS-094:	37° 44' 30" N,	~4° 33' 40" W,	~170	m.

Las características macroscópicas de los horizontes son: (solo describimos el TS-064 a título de ejemplo).

Horiz. A<sub>1</sub>:

TS-064-a Amarillento a beige, con transición a tonos rosados 10 YR 6/3 a 7/5 seco, 10 YR 5/5 húmedo.  
0-25a30 cm. Limoso-arenoso. Estructura groseramente poliédrica y granular. No carbonatado. Remoción antrópica (15 cm. sup.). Mat. org. casi sin descomponer; bioturbación; y porosidad elevada.- Contacto inferior difuso.

Horiz. A<sub>2</sub>:

TS-064-b Es muy semejante al anterior; pálido 10 YR -- 6/3 a 7/2 seco, 10 YR 5/4 húmedo.  
25/30 a Limosa-arenosa con mayor porcentaje de arcilla. Estructura poligonal y en prismas muy notables -de 15 a 20 cm. de altura por 7 a 10 cm. de anchura-. No son visibles cutanes ni clay-skin, actividad orgánica muy escasa, zonas nodulares con mayor porcentaje de arcillas. Contacto inferior totalmente difuso. Hacia el muro pasa insensiblemente a constituir depósitos limo-arenosos de aterrazamiento, horizonte C.



En los horizontes A de los perfiles 084 y 094, - se advierten menos marcadas las características edáficas- constituyendo suelos con muy escasa evolución: las estruc- turas sedimentarias conservan en parte sus característi- cas, observándose detalles de tipo burrow y una suave me- teorización. Muestras TS-084-4 y TS-094-4.

Datos analíticos:

Texturas:

	arenas	limo	arcillas	carbonatos
064-a				+
064-b	29	13	58	+
084-4	40	30	30	(+)
094-4	16	33	51	(+)

Mineralogía de las arcillas:

Muestras	064-b	084-4	094-4
Lám. de V	35%		
14 <sub>M</sub> -14 <sub>V</sub>		45%	45%
I-M	+	+	10
I	50	49	40
C	13	+	2
mica			+
K	3	6	3

## Mineralogía de las arenas:

Muestras	064-b	084-4	094-4
Cuarzo roto	40%		
cuarzo idiomorfo	10	30%	+++
ortosa	10	15	+
plagioclasa	8	5	
calcita		20	+++
dolomita		?	+
biotita	8	<5	+
clorita	?	>2	+
moscovita	12		+
glaucionita	10	+	++
ilmenita	1		
magnetita		++	+
hematites	8	+	+
limonita		++	+
estauroлита	+1	+	
rutilo	+	+?	+?
hornblenda		+	
granate		+	+
actinolita		+	
augita		+	
serpentina		+	
ópalo	11	>5	+++
foraminíferos	+	25	++++
otros	+	+	+
circón	+	?	+

## PERFIL TS-108

Entisol, sobre depósitos del Barranco de Galapagares. Carr. Córdoba a Bujalance, por Doña Sol;- Km. 14.5.

Coordenadas y cota: 0° 58' 10" N, 37° 53' 10" W.  
~ 145 m.

Topografía suave, en valle.

Horiz. A<sub>1</sub>: -Muestra TS-108-5-

Color pálido: 10 YR 6/1 seco, 10 YR 5/2 húmedo.-  
Arcillo-arenoso, granular, sin carbonatos.

Límite inferior difuso.

Horiz. A<sub>2</sub>: -Muestra TS-108-4

Color pálido 10 YR 6/2 seco, a 5/2 húmedo. Areno so-arcilloso, granular, ligeramente poligonal,--descarbonatado.

Límite inferior difuso.

Datos analíticos:

Texturas:

	arena	limo	arcilla
TS-108-4	37	20	42
TS-108-5	42	19	39

Mineralogía de las arcillas:

	Ms	V-M <sub>12</sub>	I	K	Palyg.
TS-108-4		20	70	5	
TS-108-5	15		80	3	+

Mineralogía de las arenas:

Muestra	108-4	108-5
frag. rocas	+	+
ortosa	++	++
cuarzo	+++	+++
plagioclasa	+	
calizas	+	+
dolomita	+	
clorita	+	
otras micas	+	+
foraminíferos	++	++
glauconita	+	
ópalo	+	
yeso	+?	
actinolita		+
silex	+	+

Lámina TS-108-4

**TEXTURA:** heterogénea, porfírica y localmente intersticial con cutanes reducidos y huecos de empaquetamiento, porcentajes variables. Porfiroscélica argil-lasépica.

**PLASMA :** aparece sin clara continuidad en el detalle, aunque se advierte a mayor escala: así se ven zonas calcoarcillosas no orientadas y alguna masa cutánea skelsépica. En su mayor parte es aséptico o en todo caso difuso. El plasma es heterogéneo debido al color pardo oscuro que pasa a beige y se advierten huellas de gleyficación. El Fe está --peptizado.

**CUTANES:** hay cutanes con poco grado de orientación muy --delgados pero visibles y suelen ser skelsépicos. Hay cutanes vosépicos de análogas características, y cutanes vo y skelsépicos de materia diferente: concretamente agujas de asbesto. De estos últimos se advierten dos aspectos: 1) aparecen agujas rodeando masas alargadas de arcilla y 2) en zonas de bordes difusos con orientación preferencial.

Solo son visibles pedotúbulos y cavidades rellenas de arcilla con minerales de diámetro superior al resto de las láminas. Casi siempre están rodeados de finísimas agujas de crisotilo y en su interior existen huecos de empaquetamiento.

**HUECOS :** de empaquetamiento entre masas mayores como los aglomerados descritos. Son más frecuentes los interconectados. También se observan huecos mamilados y canales anchos además de ortohuecos paralelos e irregulares, estos últimos de diámetro pequeño.

Los huecos de empaquetamiento no presentan agujas de crisotilo pero sí cutanes finos, y los grandes poros al revés.

**ESQUELETO MINERAL:** cuarzo dominante acompañado de plagioclasas, ortosa, calcita, dolomita, sericita, --cuarcita, clorita?

Lámina TS-108-5

**TEXTURA:** el aspecto es muy semejante a la muestra anterior pero no se ven agujas de crisotilo: Porfirósclerítica y argillasépica.

**PLASMA :** las masas arcillosas en general sin orientar no poseen cutanes.

**ESQUELETO:** los minerales son casi exclusivamente cuarzo con alguna ortosa, calcita de neoformación y arcilla muy roja relleno foraminíferos. Los fósiles son sobre todo gasterópodos y foraminíferos, en especial globigerínidos, dentalinas, nodosarias, etc.

**HUECOS :** son de empaquetamiento, canales o cámaras orgánicas, cavidades y grietas irregulares, etc. Es de notar que algunas grietas más o menos irregulares parecen rodear unidades de pedr. mayores y posiblemente se trata de grietas antiguas. En efecto la removilización de toda la masa pedr. es bien patente.

PORCENTAJES:	Huecos	esqueleto	plasma	
	17	10	73	
	12	13	75	
	14	9	76	
	21	11	68	
	12	11	77	
	15,2	10,8	74	media
	21	13	77	máximo
	12	9	68	mínima

En las zonas de huecos irregulares interconectados se llega hasta el 40% de los mismos. Y en las masas oscuras, pedotúbulos, el plasma ocupa el 75%, los minerales el 20%, los huecos el 5% y la materia orgánica el 1%.

En la muestra 108-4 cuyo análisis cuantitativo es muy semejante, las cavidades ovales son orgánicas pertenecientes a insectos pero en esta muestra donde la remoción de la masa no es tan espectacular, parecen ser de raíces. Remoción pequeña.

Lámina TS-164-2 (Horiz. A., arroyo Temple)

**TEXTURA:** porfiropléctica, es rica en materia orgánica - - bien conservada.

**PLASMA :** es húmico-argílico, no orientado, sin separaciones y el contorno de los minerales suele estar - difuso. Presenta aspecto apedal, pero existen nó dulos calizos indudablemente alóctonos, o tal - vez relictos. Es evidente una cierta capa cutáni ca pero totalmente difusa alrededor de los mine- rales.

**HUECOS :** muy complejos dominando los de origen orgánico.

**MINERAL:** Un 85% de los minerales son cuarzo, y el resto, - además de los fragmentos calizos son, glauconi- - tas, esquistos con moscovita y alguna biotita al terada.

**PORCENTAJES:** son muy variables, así de plasma arcilloso - aproximadamente un 40%, de huecos más de 30%, de minerales del 30 al 35%, masas calizas del 4 al- 3%.

En otras láminas, se ve la textura porfírica y - en ocasiones porfiropléctica, con matriz bastante cristali- na y ligeramente sépica, siendo abundantes los fragmen- tos de calcita o masas calcáreas con pequeñas películas - cutánicas de arcilla roja incluidas entre sus grietas, lo que indica claramente su carácter alóctono. La materia or gánica es siempre muy abundante con formas variadas, y -- son frecuentes las masas de glauconita, aunque el cuarzo- también es dominante.

Los huecos son irregulares del tipo metahuecos y llegan a ser más del 30%.

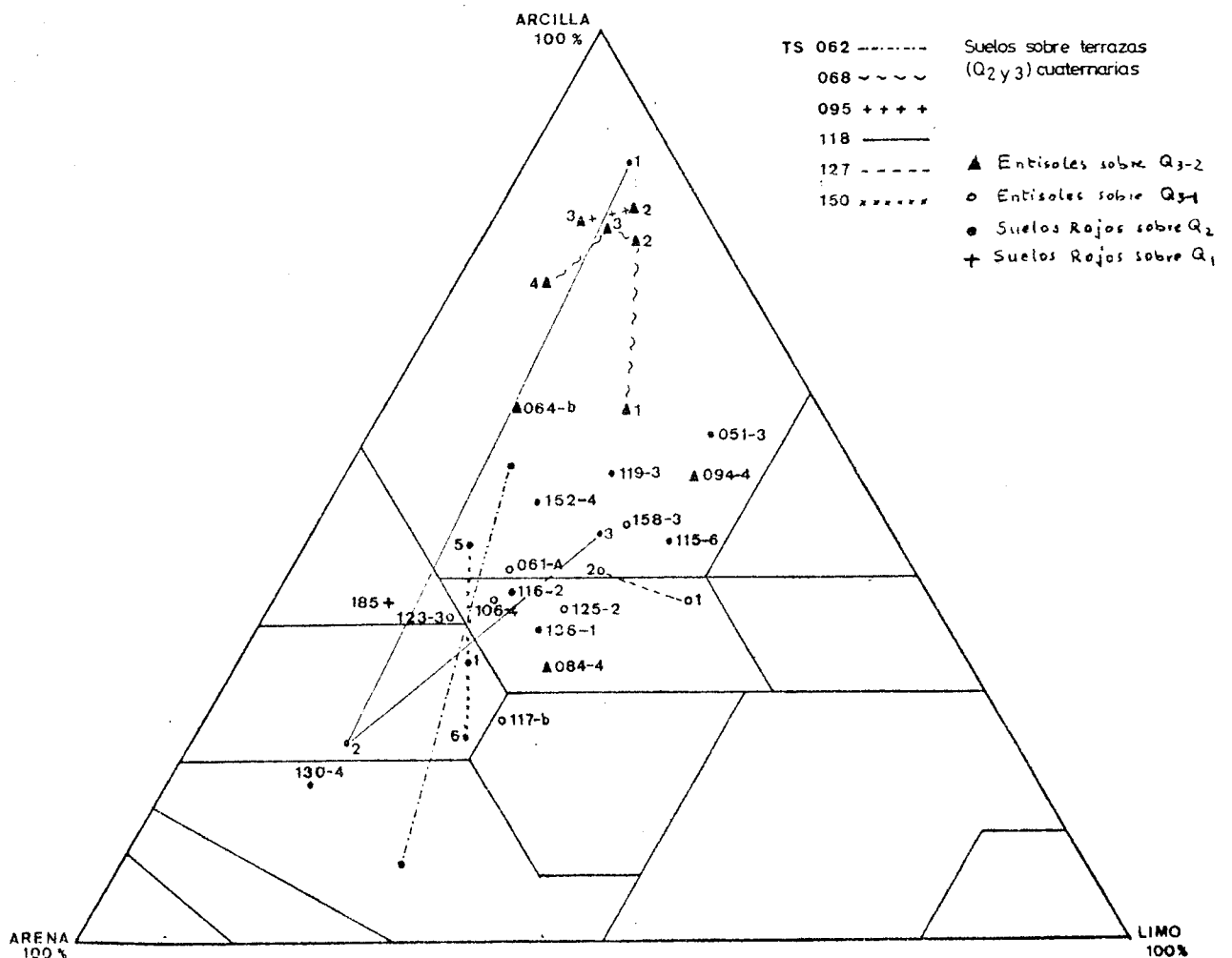
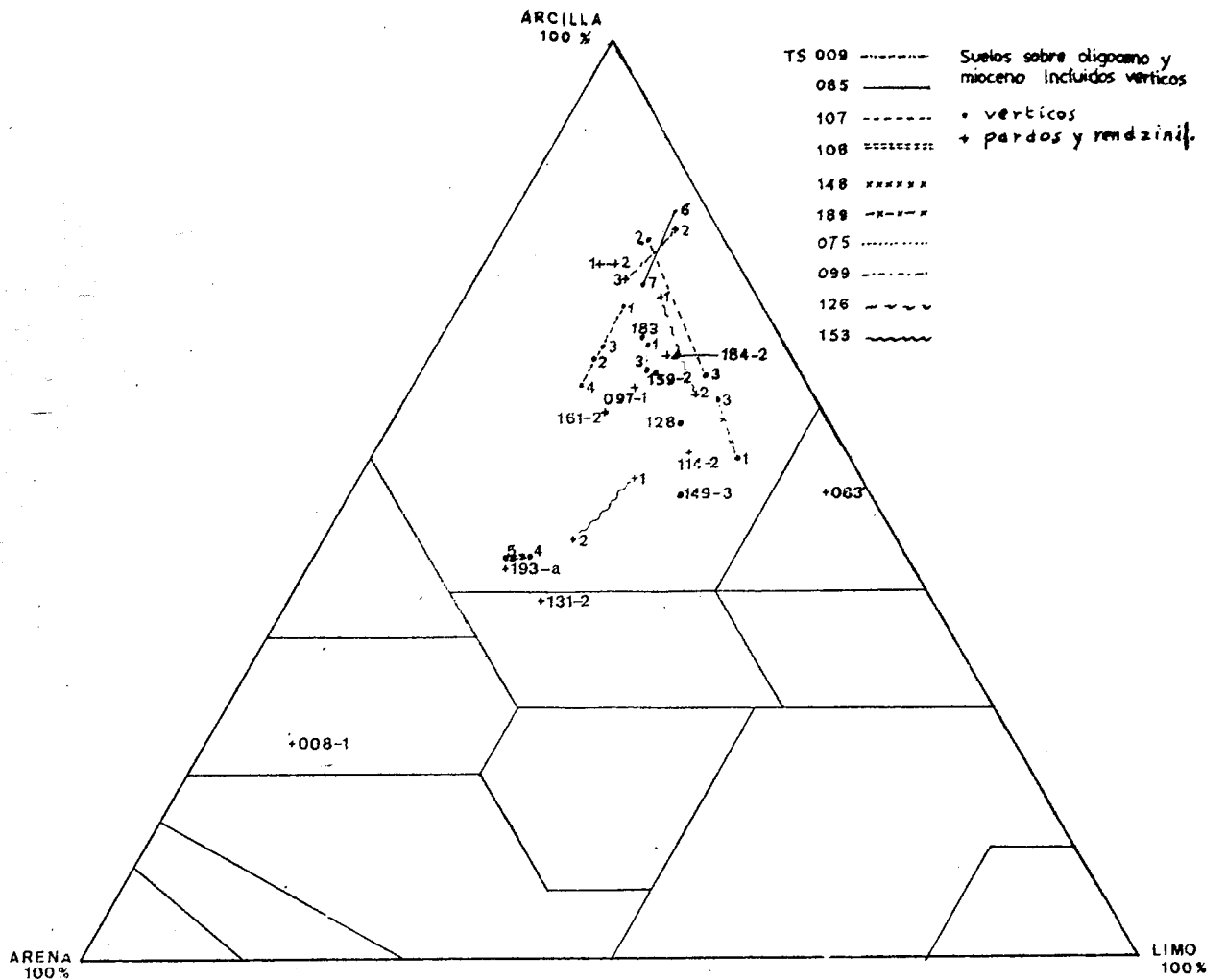
#### 4-6. Análisis texturales

Analogamente a lo establecido en el capítulo anterior, con respecto a los sedimentos, se han efectuado los análisis mecánicos texturales mediante diagramas triangulares arena-limo-arcilla. Se exponen dos triángulos: FIGURA 18, el superior para los suelos de tipo Pardos, Rendziniformes y Vérticos, y el inferior para suelos desarrollados normalmente sobre el Cuaternario: Suelos rojos, entisoles, etc. Los triángulos responden a los datos analíticos texturales descritos en cada perfil, a lo largo de todo el capítulo.

Con independencia de insistir más adelante sobre el análisis mecánico (capítulo 6 y 7) apuntamos algunas conclusiones:

- a) Los suelos pardos, rendziniformes y en especial los vérticos en sentido lato, caen dentro del dominio arcilloso. La fracción limo puede ser algo superior a la arena.
- b) Los suelos desarrollados sobre Cuaternario son variables en función al nivel de aterramiento: Los suelos rojos presentan fuertes variaciones entre arena y arcilla en cada perfil, conservando el % en limo. Suelos sobre el Guadajoz (TS-068, 095) quedan en el dominio arcilloso. Los entisoles y suelos de baja evolución dependen en gran manera del análisis del sedimento originario: en conjunto, son francos y franco-arcillosos, (centro del diagrama).

Las relaciones de porcentajes de los elementos texturales (FABRICA) micromorfológicos, serán expuestos mediante un diagrama triangular en el capítulo 6.



DIAGRAMAS TEXTURALES

FIG. 18



C A P I T U L O V

MINERALOGIA DE LAS  
ARCILLAS

(Datos de Difracción de Rayos-X)

## 5-1.- INTRODUCCION

En el presente capítulo se exponen de modo esquemático y resumido, la composición mineralógica de la fracción arcilla, en la totalidad de muestras de suelos y sedimentos analizados mediante Difracción de R-X.

Se ha seguido un esquema descriptivo en cada muestra, que indicamos a continuación:

El número de la muestra o del perfil en su caso, y las figuras, tanto si se trata del difractograma, como, de microfotografías electrónicas, encabezan la descripción.

En primer lugar se indica el comportamiento de las reflexiones (001), para ángulos bajos expresados en Å, frente a los diversos tratamientos a que la muestra ha sido sometida. Los difractogramas son descritos en la mayoría de las muestras de 2 a 13° $\theta$ , y solo ocasionalmente se citan los picos para espaciados menores de 7 Å. Los diversos tratamientos se indican mediante siglas más o menos aceptadas:

- N = muestra natural orientada de la fracción menor de 2  $\mu$ .
- Mg = muestra saturada con Mg<sup>++</sup>, orientada, etc.
- EG = muestra saturada con Mg y glicolada con etilen-glicol, 24 horas.
- N/EG = muestra natural glicolada con etilen-glicol.
- 550° = muestra calentada 2 horas a 550°C, orientada.
- DMSO = muestra tratada con Mg y saturada en atmósfera de dimetil-sulfoxilo durante 24 horas.
- SO<sub>4</sub>H<sub>2</sub>/EG = muestra tratada con sulfúrico, al 30% 1/2 h. y posterior saturación al EG durante 24 h.

La totalidad de análisis citados arriba corresponden a muestras orientadas. Con la sigla P, se indica el polvo de arcillas naturales desecadas y por tanto no orientadas. En el mismo se indica los espaciados correspondientes a las reflexiones 060 y su interpretación.

A continuación se expresa la interpretación correspondiente a los espaciados altos, superiores a  $7 \text{ \AA}$ , después se da la composición global de la muestra, con sus porcentajes cuantitativos.

En caso de realizarse análisis por D-RX de la fracción limo se exponen en una tabla.

Por último se dan los índices de cristalinidad de las illitas y la relación de intensidades de las reflexiones 002/001, de las mismas.

Los difractogramas se han obtenido en su mayor parte hasta  $50^\circ$ , pero en los dibujos, se ha limitado el diseño hasta los  $20^\circ$  o  $14^\circ$  exceptuando los diagramas de polvo.

Las muestras son agrupadas por conjuntos afines de sedimentos, ordenados en el tiempo (según niveles estratigráficos), y por grandes grupos de suelos desarrollados sobre aquellos. Al final del capítulo se resumen mediante tablas los datos obtenidos en la Difracción de R-X

Este capítulo se ha estructurado con arreglo al siguiente esquema:

5-2: Arcillas de Sedimentos

5-3: Arcillas de Suelos

## 5-2.1. SERIE DE SEDIMENTOS DEL TRIAS

En las facies KEUPER del Trias de Espejo, se han estudiado por Difracción de Rayos-X, la siguiente serie - que describimos de muro a techo: Véase la Fig. 10 de la columna estratigráfica, y figs: 6 y 19 .

TS-060-Y

FOTO: 34

FIG:6 (pag.93)

N	Mg y EG	550°
14.24, 9.97, 7.13Å (máx.7.13). Otros- espac.:4.99, 4.74, 3.54, 3.33 Å, etc.	sin variaciones 14.2, 9.9 y 7.1 Å	13.59, 9.9, y desa- parece el espac. a 7 Å

P = para las reflexiones (060): 1.538 Å = 2B - Clorita

1.534 Å = 2B - Clorita mo-  
noclínica y Clo-  
rita-Mg

No es posible precisar los polimorfismos de la -  
Mica, que es ILLITA s.p.

Interpretación: CLORITA sedimentaria (14 y 7 Å; 13.5 Å al  
calentar) e ILLITA (9.9 Å).

Composición global de la fracc. arcilla:

CLORITA: 75% (tal vez hasta 78%). ILLITA: 25%. Hay impure-  
zas de Calcita.

Indice de cristalinidad de la Illita: 2.5, y la relación-  
de intensidades 002/001: 0.43.

La microscopía electrónica muestra el aspecto de  
los cristales: FOTO: 34.

En la muestra total, sin separación previa de ar-  
cillas, aparecen espaciados de: Clorita, Mica, Yeso (abun-  
dante), Calcita e impurezas de Cuarzo. En la fracción li-  
mo aparecen: Yeso, Cuarzo y Calcita.

Muestra TS-200-1

FIG. 19

La relación de espaciados en Å de las (001), para ángulos bajos es:

N	EG	550°
14.8; b.11.1, $\widehat{\text{máx.}}$ 10, y p. peq. a 20 El máx. de la b. - está en 10.7.	b.14.4, b.~10.7 (de 10-11), zona de ba jos ángulos irregu lar, sobre 20.	pico a 10.4

Interpretación: (I-V)\* y VERMICULITA, con escasa proporción de micas (Illita?), y de ( $14_C-14_V$ ). Impurezas de Dolomita.

El polvo de la totalidad de la muestra da: además Cuarzo, Dolomita, Calcita y otros no identificables.

La composición cuantitativa será expresada en una tabla al final de la serie del Trias. La mayor parte corresponde a (I-V).

TS-200-2

FIG. 19

N	EG	550°
b.p. 32-36, máx.a 14.47, inf. 10.7, p. 10, otros p. a 7.13.	b.33.9, máx.15.38, p:11.18, 10.1, b.= 7.8 y p. 7.13.	b.~11.62 y p. -- fuerte a 9.81 (es realmente una b.)

Interpretación: Los espaciados altos parecen ser resultado de la suma:  $14.5 \times 2 + 1/2 \times 7 = 33$  aprox. El mayor porcentaje corresponde a un interestratificado tipo ( $14_C-14_M$ ) según bibliografía: LUCAS, (1963), quien lo cita así (en -

\*: Coincide con formas similares en DUNOYER DE SEGONZAC, - 1.969. No puede tratarse de Palygorskita. La microscopía electrónica muestra la forma de los cristales: FOTOGRAFIA: 35.

THOREZ, 1975): 14.4(N)-15.3(EG)-9.8(550)+ 12 Å.

Se puede interpretar como (Saponita-Clorita) en dos láminas más o menos con tendencia a regular. Es decir considerando a la M como triocta.

Hay además ILLITA.

El diagrama de polvo natural da: b. fuerte a - - 14.8-14.02, con máx. sobre 14.8 y además: 10.1, 7.13, - - 4.26, 3.34, 2.88, y otros; no aparece el 1.99, y los espaciados de las (060) son:

1.540: (C-V), según bibliografía (THOREZ 1.975)\*

1.527: mica s.p.

1.508-1.503: Moscovita, Clorita diocta, "Alurgita", (M-C) alumínica y diocta, Clorita-Mn diocta.

1.493: C. diocta, mica blanca, ±fengítica.

La interpretación de las (060), se hace con arreglo de la tabla de THOREZ 1975, por lo que se escojen aquellos que coinciden con el resto de espaciados: Cloritas, ya que están en interestratificación con M., y C-M., además de las micas.

En la muestra natural hay pues: ( $14_C-14_M$ ), mica-blanca fengítica?, Illita, Cuarzo, Dolomita, Calcita, y posibles impurezas no identificables. Esta muestra, tanto la fracción arcilla como la muestra total presenta un color negro intenso, a gris.

---

\*: Consideramos pertenece al mineral abundante (C-M).

TS-200-3

FIG. 19

La fracción arcillas se comporta frente a los -  
tratamientos según este esquema, para ángulos bajos en Å:

N	EG	550°
14 aprox. y 10.1, con b.a 11.7-11.4	17.4 y 14.2, con b. sobre 10.3, p.10.1	máx. 9.9 y ade- más 13.7 y b. - desde 11.7 ha-- cia ángulos al- tos.

Polvo = da irregularidades, con 10.5, 10, 7.65 (de yeso),  
y otros. La serie (060) da: 1.540: (C-V), natural  
y alumínica, -  
ambas dioctas.

1.500: Illita

Interpretación: Hay láminas de comportamiento Clorítico,-  
Illítico y Montmorillonítico que no sin ciertas dudas, ad-  
mitimos como interestratificadas, según una forma (C-M-I)  
No podemos descartar la posibilidad de las formas siguien-  
tes: [Sap-Hidrobiotita]; [Hidrobiot.-Sap-Smectita] En cual-  
quier caso es más fiable, en razón a las b. de reflexión-  
y espaciados menores, una fórmula con Saponita, es decir:  
[Hidrobiot-Sap-Smectita], donde la Hidrobiotita es sencilla-  
mente una mica interestratificada con láminas de agua.

TS-200-9

FIG. 19

N	EG	550°
14.4, 10.4, 10.1, y 7.1 Å	14.4, b.irreg. 10.1 y 7.1 Å	15.49, 13.75 (b), (b) 11.32, y el máx. es b. a 9.9 Å

Polvo: b. muy pequeñas a 18.4, 15.2, máx. a 10.2 (aprox.),  
b. a 7.3 Å, y otros. La serie (060) no puede medir  
se sin errores.

Interpretación: VERMICULITA, CLORITA, y además ILLITA. - Impurezas de Dolomita. Como en el caso anterior es posible que V y .C, por los menos, estén interestratificadas.- El porcentaje se dará por separado.

En el polvo hay además cuarzo y dolomita.

Otras muestras de esta serie donde solo se han estudiado la muestra total, por carecer practicamente de arcillas, han dado la siguiente composición:

TS-200-4 - YESO, Cuarzo

200-5 - Yeso y Dolomita

200-7 - Micas (Sericita?), Yeso. Trazas de - cuarzo.

Composición global de la serie descrita:

Muest.	14	10.7	10	7	Yeso	Q	Calcita	Dolom.	Otros	Arcillas
060-Y	+		+	+	+		+			CLORITA ILLITA
200-1	+	+	+	+		+	+	+		VERM. ILLITA
200-2	+	+	+	+		+	+	+	+	(14 <sub>C</sub> -14 <sub>M</sub> ) Illita
200-3	+	+	+	+	+	+		+		(C, I, M, y (I-M)x
200-4					+	+		+		
200-5					+	?		+		
200-6					+		+	+		
200-7			+	+		?			+	ILLITA
200-8						+	+	++		
200-9	+	+	+	+		+		+		VERM. ILLITA CLORITA y (V-C)



Los datos cuantitativos de las fracciones arcillas en % son:

		muestras	060-Y	200-1	200-2	200-3	200-7	200-9
FILOSILICATOS	Clorita sedim.	75%				<24%		10%
	Illita	25		<40%	<64%		+	80%
	Palygorskita							
	Vermiculita		<20%					7%
	Montmorillonita (14 <sub>C</sub> -14 <sub>M</sub> )			60%		~5%		
	(I-M)x					~6%		
	(V-C)		3?					>4%
	(I-V)		<80%					
	Calcita	+	+	+				
	Dolomita		++	+	+			+
	Cuarzo		+	+	+			+
	Yeso		+			+	+	+
Otros				+			+	

La cristalinidad de illitas y cloritas son:

		060-y	200-1	200-2	200-3	200-7	200-9
Illita	Ind. crist.	2.5	?	8	4	5?	8.5
	rel.002/001	0.43	~0.20	0.38	~0.26		~0.26
Clorita	Ind. crist.	5.0			≥5		≥5
	rel.002/001	1.57			0.86		>0.45

En conclusión los espaciados altos de la serie Triásica es:

	M	I	C	V	(14 <sub>C</sub> -14 <sub>M</sub> )	(I-M)x	(V-C)	(I-V)
200-9	+	+	+				+	
200-7	+							
200-3	+	+	+				+	
200-2		+				+		
200-1						+		+
060-y	+	+						

5-2.2. SERIES DETRITICAS DEL OLIGOCENO Y MIOCENO

Muestra TS-110 y 110'

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å:

Muestra TS-110

N = b. de 13 a 12, incluyendo el de 10 Å; 24.5 y 20 Å ambos pequeños.

Mg = 15; b. a 11-10

EG = 15.9; 10.7; y 10

550° = 9.8(+); p.p. a 12.9; 13.5; y 14.8

SO<sub>4</sub>H<sub>2</sub>/EG = b. de 13 a 18; 10 y 7(+)

Muestra 110'

N = b. de 12.7 a 12.4, incluyendo el de 10 Å; p.a 26.7Å

Mg = b. sobre 15

EG = b. 11.3-10; 16.3

550° = 9.8 y zona de fluctuaciones de 14-12 aprox.

Interpretación: se trata de (10-14<sub>M</sub>), con aprox. >60% de M. además hay Cl en ambas muestras

Composición global mineralógica: \*

	110	110'	Indices de cristalinidad y relación de intensidades - de las 002/001:	
			110	110'
Illita(aislada)	-	-		
Montmorillonita	-	-		
Caolinita	<5	<5?		
Clorita sedim.	5	5		
(10-14 <sub>M</sub> )	90	90	Indice	
			002/001	
			7	7.5
			0.39	0.35

\*: semicuantitativo

Composición en polvo total: en ambas es análogo

Calcita, Cuarzo, Arcilla a 12.4 aprox.

Perfil TS-076 a 079

En razón a sus analogías, se describen conjuntamente de muro a techo las muestras que poseen análisis de Difracción de las arcillas.

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å:

Muestra	N	Mg	EG	550°	Interpretación
076	15-14.5	15	16.4		(M <sub>12</sub> <sup>-V</sup> )
078	14.8-15.7	15.2	17b.	-	M
079	14.9b.	15.2	16.3-16.5	10;12y13	(M <sub>12</sub> <sup>-V</sup> ) y (C-V) irreg

nota: La 076, con SO<sub>4</sub>H<sub>2</sub>: 19b. 15.2 a 16.6(b); 13.4;y 10.5  
La 079, contiene además (I-M), con alta proporción de M.

Composición mineralógica global:

	076	078	079
Montmorillonita		60	
(M <sub>12</sub> <sup>-V</sup> )	60		50
(C-V)	--	--	5
Illita	30	25	30
Caolinita	10	3	5
Cuarzo	t		
Calcita			5
(I-M)			10?

Indices de cristalinidad y relación 002/001 de la illita.

muestra i. 002/001

076	8	0.3
078	7	0.3
079	7	0.34

Serie TS-009', 090 y 071

Muestra TS-009'

FIG. 20

N	Mg	EG	550°	SO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> /EG
14.7; 19; 13.5	14.25	17.7	10; p. a 13.5	10; <u>7.6</u>

Interpretación: el pequeño pico al N. a 19 no es identificable. El máximo es M. acompañado de C. sedimentarialábil.

Composición global: se da junto a las muestras de su mismo nivel estratigráfico, 071, y 090, que vienen a continuación.

Muestra TS-071

N	Mg	EG	Interpretación
15.23(b) 10-11(b)	15.2	16.35	(I-M) con elevado porcentaje de M lam.

Muestra TS-090

N	Mg	EG	Interpretación
14.2	15.1	16.0	(I-M)x
inf.10.6	1.5 (inf)	10.5 (inf)	Palygorskita

Composición mineralógica global.

	009'	071	090
Montmorillonita	70	--	--
(I-M)	--	70	70
Clorita sedim.	x	--	--
Palygorskita	--	t	x
Illita (aislada)	18	15	18
Caolinita	3	3	5
Cuarzo	t	--	
Calcita	t	--	t

Indices de cristalinidad y relación de intensidades.

	009'	071	090
i		5.8	7.5
002/001		0.45	0.41

Nota: las muestras 009', 071 y 090 pertenecen a los niveles de Margas blancas del Oligoceno Superior.

Muestras TS-095-1 y 184-1

Fig 21(095-1)

Se describen conjuntamente por pertenecer prácticamente a idéntico nivel estratigráfico, de carácter detrítico-calizo, del Mioceno Inferior en la zona Sur. Comportamiento de las reflexiones (001), en Å. a bajos ángulos.

Muestra	N	Mg	EG	550	Interpretación
095-1	12.4-14.4	15.7	15.9	9.8	Láminas 10-M-V
184-1	10-16 (x)	10-14.7	10-14.7	9.7	
	12.8-13.5	12.4-14.4	12.3		Láminas 10-V-V

En la 095-1 cabe otra posibilidad: (V-Sm), que da bandas análogas.

En la 184-1, la interestratificación con idénticas lám--

nas de V e Illita, puede escribirse tambien así: (I-V)-I\*.

Composición mineralógica global.

	095-1	184-1
Láminas (I-M)-V	75	
Láminas (I-V)-I*		++++
Illita aislada	20?	
Caolinita	5	+
Calcita	t	
Indice de la Illita relac. 002/001	10 0.43	

Muestras 139 y 064-c Fig22(139), Fig.23(064-c)

Ambas pertenecen a los niveles de arenas azuladas con moscovita, de los términos detríticos transgresivos del Tortonense, zona N.

TS-064-c

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å:

N = b. a 12.6, inflexión a 14

Mg = 14

EG = 17.3 máx., además bandas sobre 8.84 y 5.7. El pico a 7.1 es asimétrico.

550° = máximo a 9.94, y pico a 13.8

Interpretación: Hay Clorita y Montmorillonita. La clorita es hinchable, y está en baja proporción ya que el 7 Å es pequeño en intensidad.

---

\*: V = 60%; corresponde a (10-14<sub>V</sub>)-14<sub>V</sub> o a (10-14<sub>V</sub>)-I en la Bibliografía.

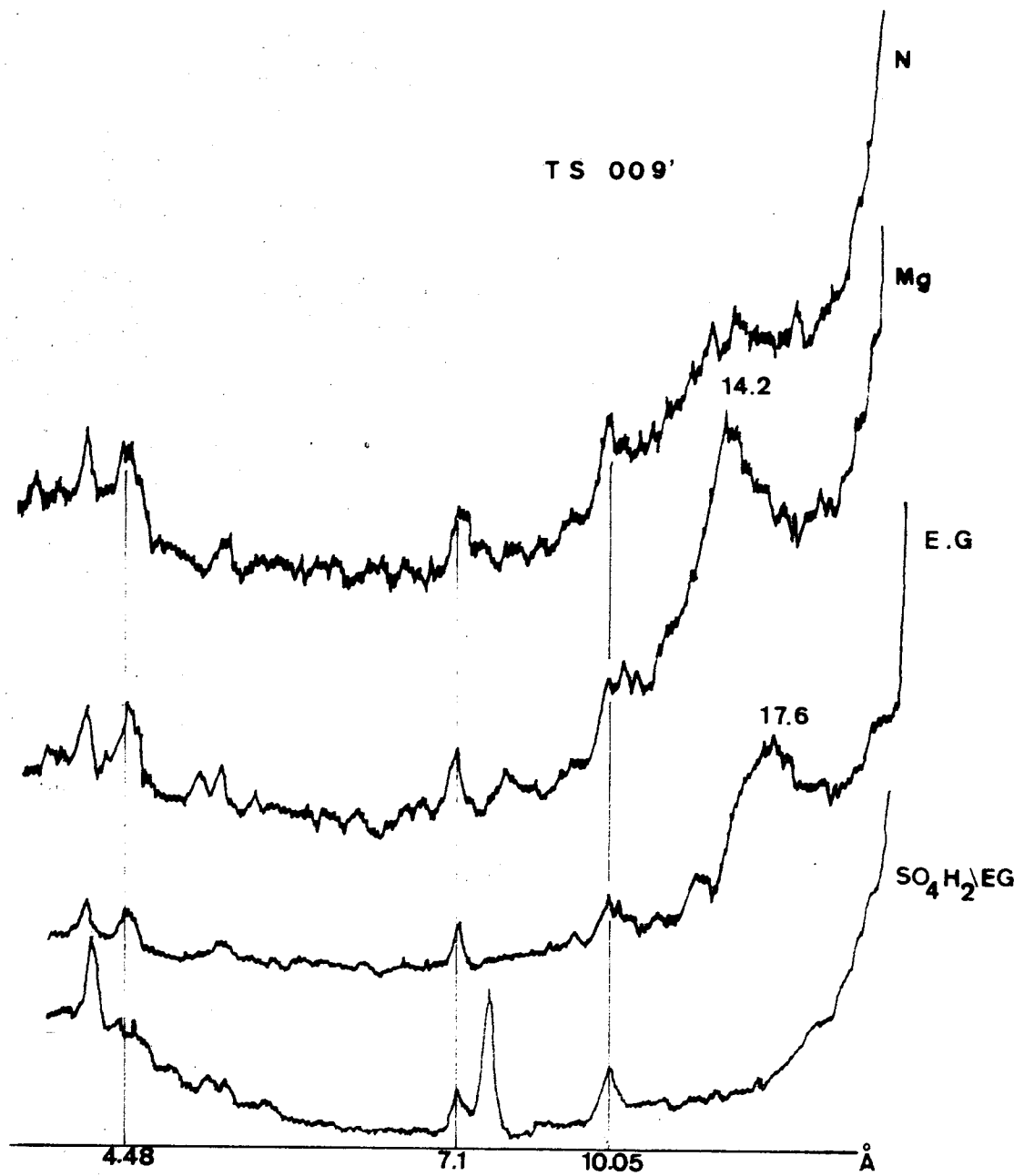


FIG. 20

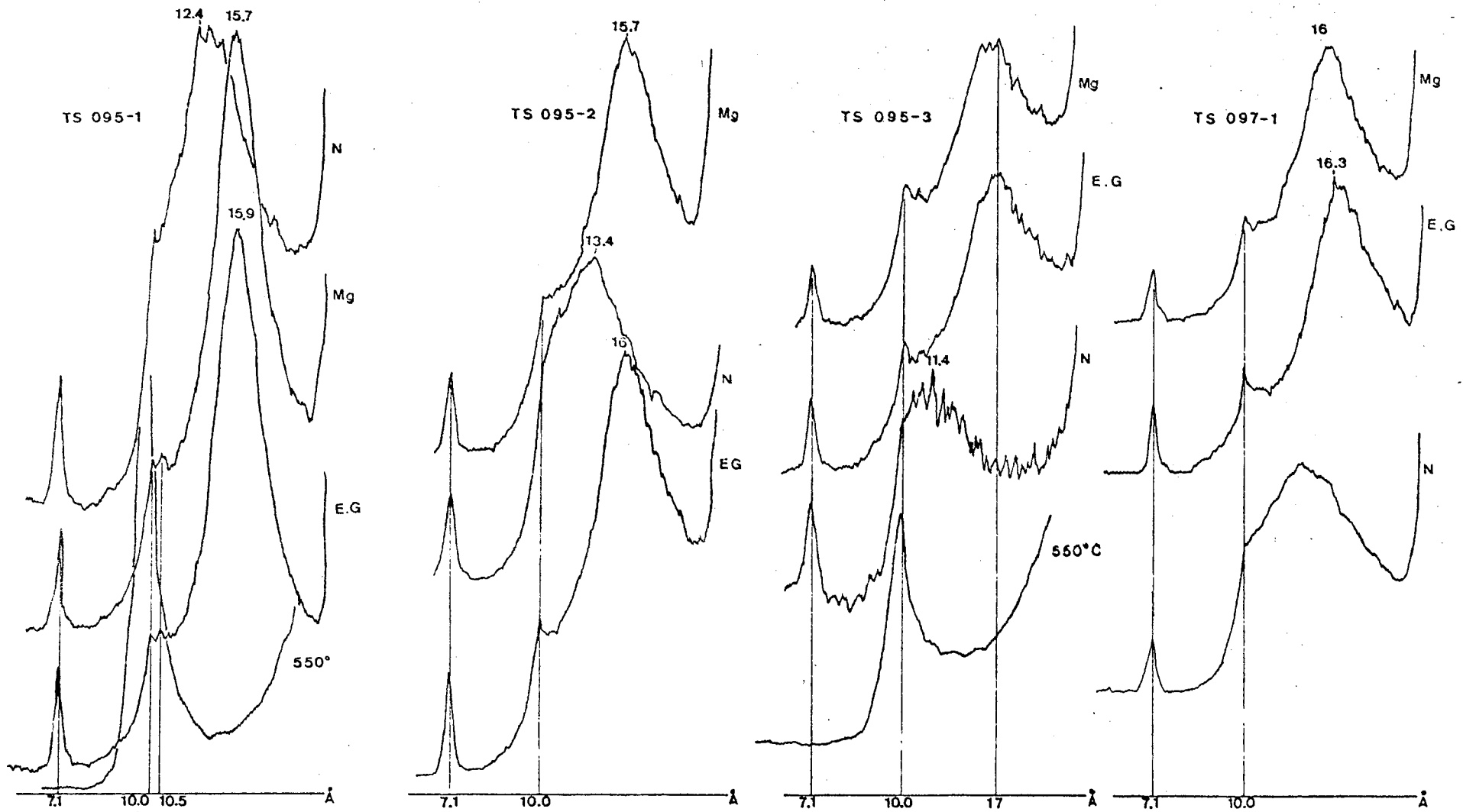


FIG. 21



TS-139

FIG. 23

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å:

N = 15.7, 14.0 (máximo), 10.0 Å

N/EG = 17.3 Å

N/550° = banda de 13.3 a 12.1 Å, máx. a 10.0 Å

P = la reflexión 060 da los siguientes espaciados:

1.657 = moscovita

1.540 = cuarzo + cr - clorita?

1.495 = mica y/o clorita diocta

1.452 = paragonita? (mica triocta)

Interpretación: montmorillonita, clorita, interestratificado de clorita vermiculita (C-V). La mica es mica blanca ± fengítica (1). Ver además cap. 2: Tabla II, Fig. 4.

Composición mineralógica global e índices de cristalinidad de las micas:

	064-c	139
Montmorillonita	50%	20%
Clorita hinchable	10?	
Clorita		6
Mica blanca		+
Illita	10	60
Caolinita	2?	14
Moscovita	+?	+?
(C-V) irreg.		+
Índice de cristalinidad	3	4.5
Relación 002/001	0.23	0.31

(1): Según bibliografía es semejante al tipo "Alurgita", - pero el término alurgita no está aceptado internacionalmente.

TS 139\* <2μ.

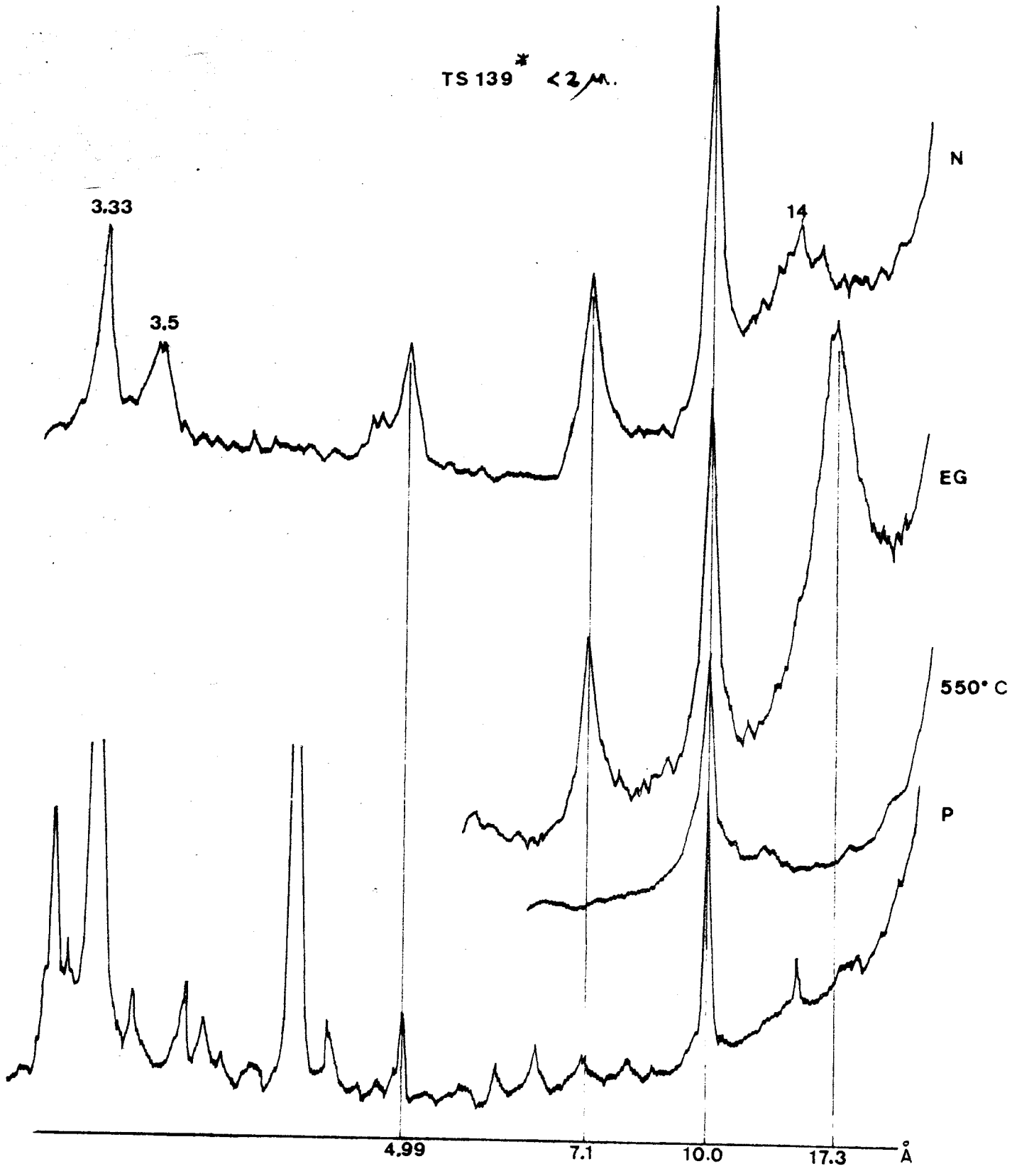


FIG. 22

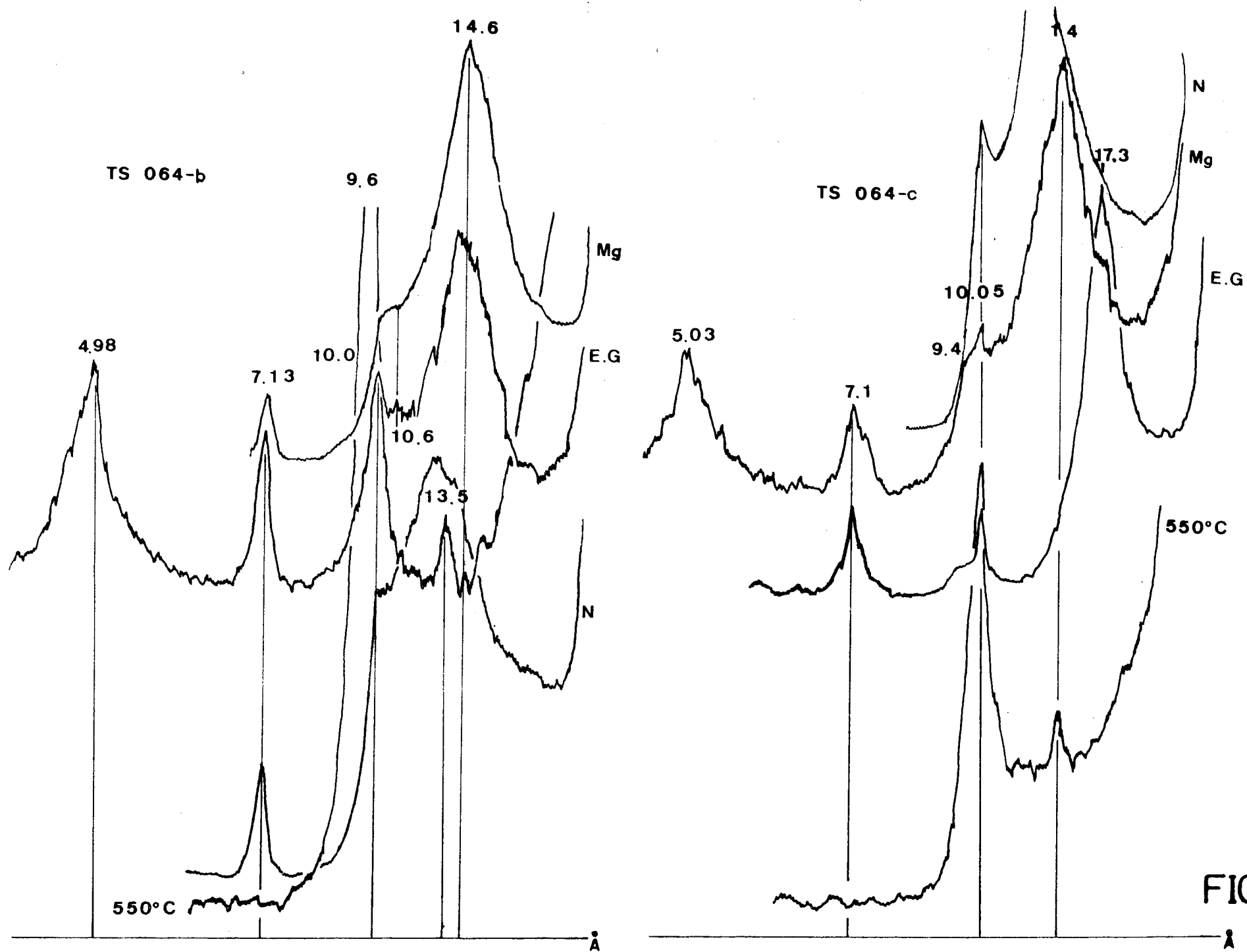


FIG. 23

SEDIMENTOS DETRITICOS DEL OLIGOCENO-MIOCENO

CONCLUSIONES SOBRE LOS ESPACIADOS ALTOS

Muestra	M	C	Paly	(M <sub>12</sub> -V)	(I-M)	10-M-V(1) 10-V-V(2)	(C-V)	(V-Sm)	I/K
110		+			+				o/x
110'		+			+				o/x
076				+					x/x
078	+	+							x/x
079				+	+		+		x/x
009'	+	+							x/x
071					+				x/o
090			+		+		+		x/x
095-1						+(1)?		+	?/x
184-1						+(2)			o/x
139	+	+					+		x/o
064-c	+	+							x/o

Conclusiones:- Las margas blancas del Oligoceno, son variables: hay dos con (I-M) y una con M+Illita (la 009') como minerales dominantes. Las fórmulas C-V, y la Palyg. son escasas.

- Illita aislada es escasa en las tres muestras. K no es siempre presente.
- I-M son dominantes en el resto del Oligoceno detrítico: 110, 110' y 079. (M<sub>12</sub>-V) es frecuente (076 y 079). En dos casos del Mioceno detríticos, la interestratificación es de forma compleja: con Illita, Mont., y Vermiculita.
- En todos los casos de I-M, la Illita no está aislada (ver las 110, 110', 095-1, 184-1), o es realmente muy escasa (resto).
- Montmorillonita aislada es frecuente en el conjunto: alguna de Oligoceno, y en todas las areniscas azules con moscovita (139 y 064-c), donde le acompaña Clorita, una de ellas expansible (la última).
- La clorita es presente aunque en bajas proporciones. Una mica blanca más o menos fengítica aparece en TS-139. La fórmula Sm-V es dudosa.
- o significa ausencia de Illita o Kaolinita.
- En las 095-1 y 184-1, (1) y (2) son las soluciones.

5.2-3. SEDIMENTOS DEL MIOCENO SUPERIOR: Serie margo-ar-  
cillosa.

TS-021

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángu-  
los en Å.

N	Mg	EG	550°	P
banda: 14 Å	15.2 Å	banda: 18.4	9.8	b: 15.7 a 12.9

Reflexión: 1.535 = M  
(060) 1.503 =  $2M_2-M_1$ , o bien moscovita  
1.499 = moscovita, entre otras

Interpretación: Ms

Composición mineralógica: Ms 70%, illita 20%, caolinita -  
8%, impurezas de calcita y trazas de clorita.

El índice de cristalinidad es 5.8, y la relación 002/001-  
es 0.36.

TS-055

FIG. 24

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángu-  
los en Å.

N	Mg	EG	550°	Interpretación
14.2	b: 15.2 a 16.3	16.9	9.8	M interestratificados no determinables

Reflexión (060): 1.503 =  $2M_2-Mu$

Composición mineralógica: M 70%, illita 25%, caolinita e-  
interestratificado: trazas. Impurezas de cuarzo.

Índice de cristalinidad de la illita es 5, y la relación-  
002/001 es 0.28.

Composición mineralógica del limo: M, I, Mosc. (del tipo 3T),  
I-M, cuarzo (25%), calcita (60%) y dolomita (12%).

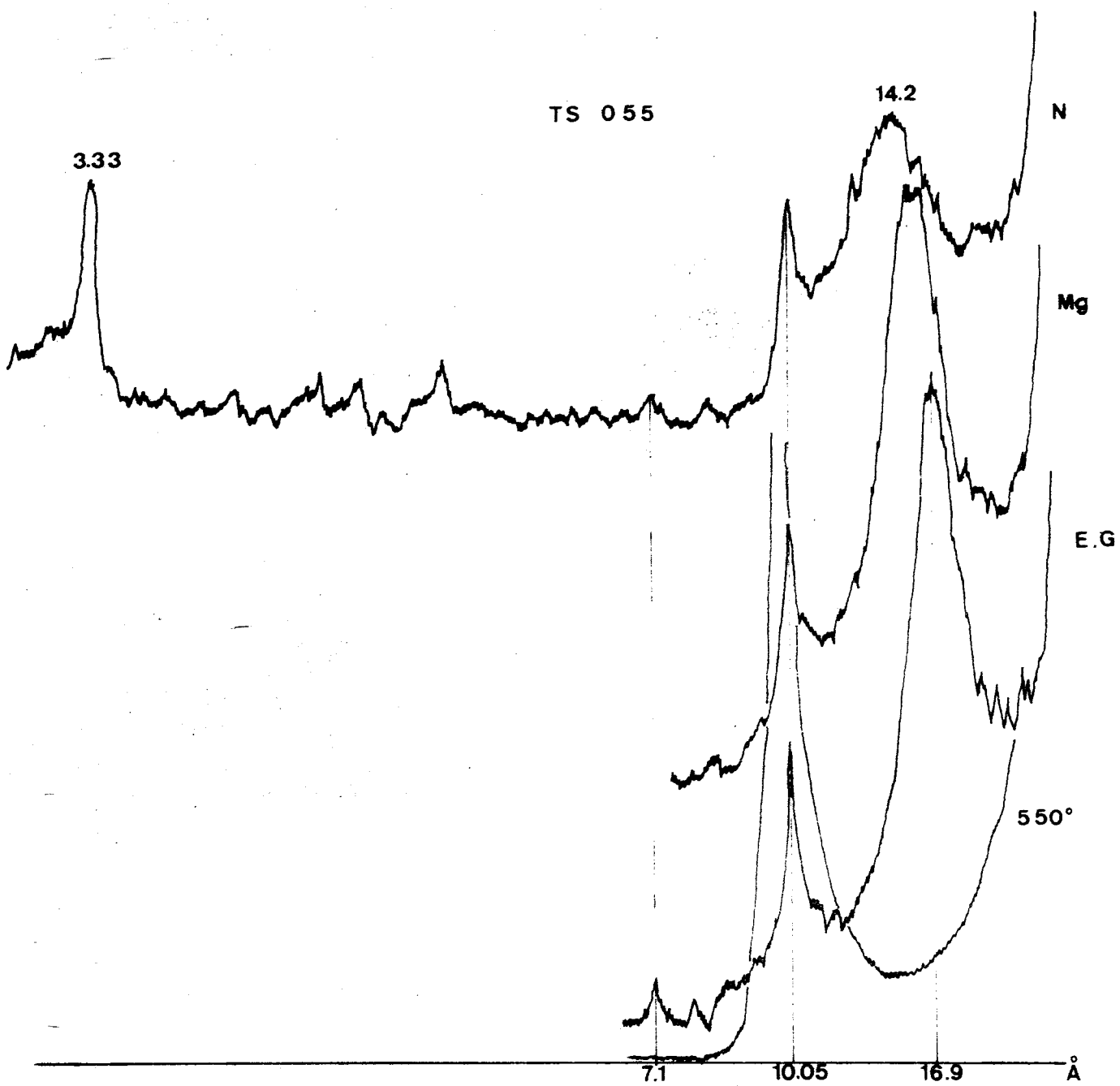


FIG. 24

Perfil TS-056

Fig. 25

Está constituido por tres muestras próximas entre sí en el tiempo.

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å.

Muestra	N	Mg	Mg/EG	550°	Interpr.
056-1	15.2	14.7	b:16.3	10.1	M
056-2	14.0	15.7	16.9		M
056-3	15.2y19.6	b:14.9a15.2	16.6	10.1y11.5b	Interest. M <sub>12</sub> <sup>-V?+M</sup>

Polvo, de la 056-1: reflexiones (060):

1.523 a 1518 = Mica s.p.?  
 1.506 = Illita  
 1.499 = 2M<sub>1</sub>(Mn), moscovita

Composición mineralógica:

056-1: M<sub>12</sub><sup>-V</sup> 60%, illita 30%, caolinita 10%, cuarzo trazas  
 056-2: M 65%, illita 32%, caolinita 5%, cuarzo trazas  
 056-3: M<sub>12</sub><sup>-V</sup> 50%, illita 40%, caolinita trazas, otros

Índice de cristalinidad de la illita y relación 002/001:

056-1: 4.5 0.37  
 056-2: 5.5 0.30  
 056-3: 6.5 0.36

Composición mineralógica de los limos:

056-1: moscovita x, cuarzo xxx, calcita x.  
 056-2: moscovita x, cuarzo xxxx, calcita xx, dolomita xx.  
 056-3: moscovita x, cuarzo xx, calcita x, dolomita x. - -  
 Otros x.

Perfil TS-057

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å.

<u>057</u>	N: b. 13 a 115.4, 10.9b., y 11.7	<u>Interpretación</u>
	Mg: 14	(I-M) o bien V:q
	EG: b.16 a 16.9	más Mont.

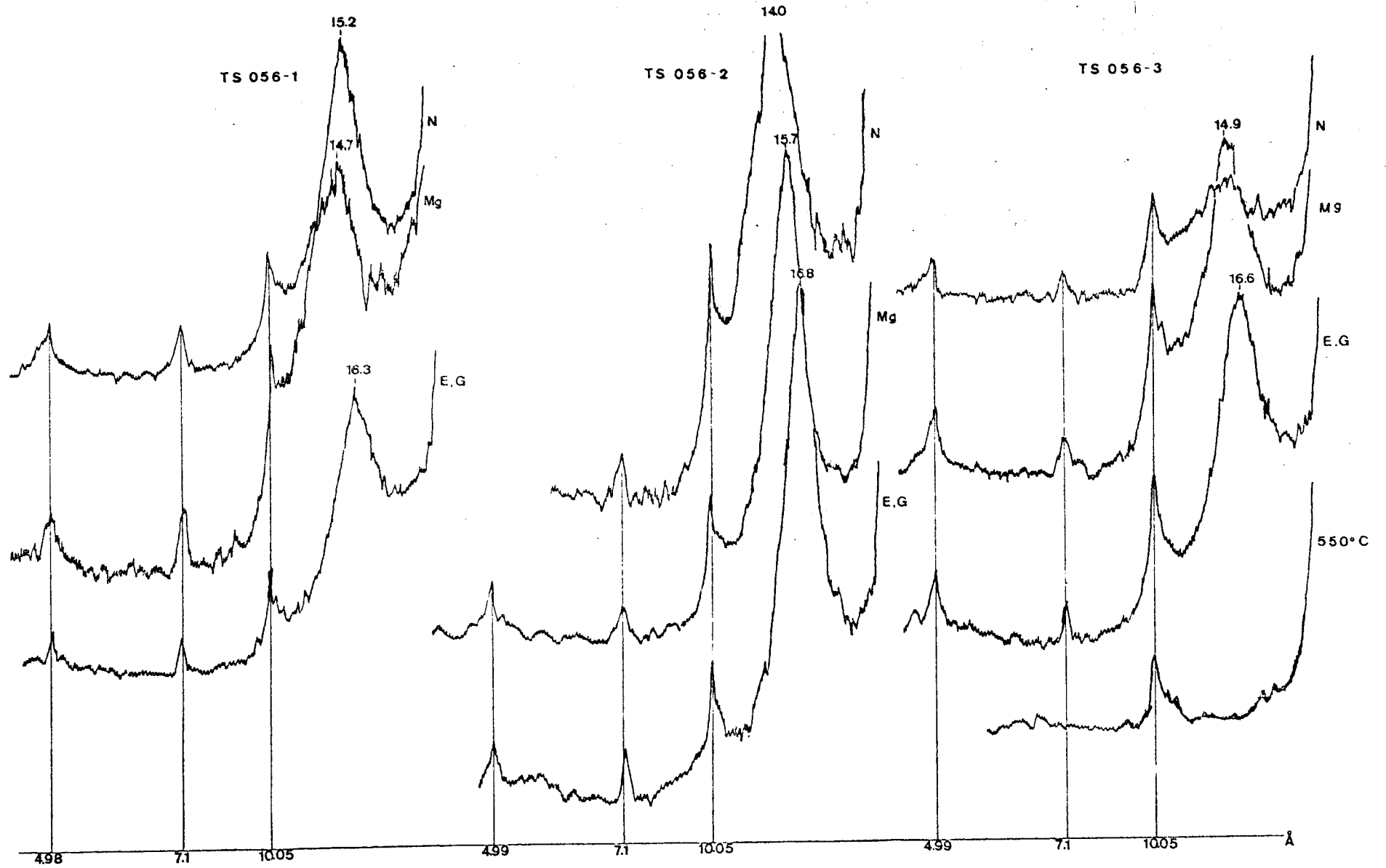


FIG. 25



057<sub>1</sub>                    N: b.13.7, b.de 13.1a12.4  
     b.de 12 a 10  
     Mg: b.de 14.2 a 15.1                    Montmorillonita  
     Mg/EG: b. 15.2 a 15.8                    y posible (M-V)  
     550°: b. 9.8 a 9.6  
     SO<sub>4</sub>H<sub>2</sub>/EG: 17.3, 10 y 7

Composición mineralógica:

057: (I-M)10%, illita 30%, caolinita 4%, cuarzo trazas.  
 Montmorillonita: >50~.

057<sub>1</sub>: (I-M)10%, illita 20%, caolinita 3%. Montmorill.: >60~.

Indices de cristalinidad:	057	057 <sub>1</sub>
i	6.1	6

relación 002/001:	0.33	0.4
-------------------	------	-----

Composición mineralógica de los limos en ambas: abundante calcita, acompañada de cuarzo y dolomita.

Perfil 066

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å.

Muestra	N	Mg	EG	550°
066	b.13.2 a 14.4	15	15	9.4
066'	b.12.2 a 14.7	14.9	b:15.3 a 15.5	9.4

Interpretación:

066: parece ser (10-14<sub>V</sub>), ya que al N el espaciado a 10 Å está comprendido dentro del pico máximo, y con Mg y-EG se desdobra.

066': V-M, con la vermiculita de baja carga.

Composición mineralógica:

066: (10-14<sub>V</sub>) 90%, caolinita 10%, cuarzo trazas

066": M-V 60%, illita 25%, caolinita 15%, dolomita

Indice de cristalinidad de la 066 es 8.5

-399-

Indice de cristalinidad de la 066'es 9.5

Perfil TS-085

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å.

Muestra	N	EG	550°	Interpretación
085-1	14.6	17.6	10 y b:11.5 a 13.9	M + C + (I-M)x
085-3	14.9	17.6		M + C + (I-M)x
085-4	14.2	17		M + C + (I-M)x

Composición mineralógica:

	085-1	085-3	085-4
Montmorillonita	60%	45%	60%
Illita	27%	50%	35%
Clorita	3%	2%	1%
Caolinita	8%	4%	5%
(I-M)	x	x	x
Cuarzo	t		

Indices de cristalinidad de la illita.

	085-1	085-3	085-4
i	5	7	5.5
002/001	0.31	0.34	0.28

Perfil TS-087

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å.

Muestra	N	EG	550°
087-1	b:14.4 a 15	b:15.2 a 16.6	
087-2	b:12.9 a 14.2	b:16.3 a 18.8 y 14.6	9.9;13.7;12.2

Interpretación: (THOREZ, 1975)

087-1: M + C + Cg

087-2: M + C + Cg y además (I-M) 70% en M, más o menos regular.

Composición mineralógica:

	087-1	087-2
Montmorillonita	15%	15%
Illita	70%	70%
Caolinita	10%	8%
Clorita sedim.	8%	12%
Clorita hinchable (I-M)	x	x

Parámetros de cristalinidad de las illitas:

	087-1	087-2
i	8.5	4.5
002/001	0.45	0.22

Muestras TS-108-3, 115-1 y 119-0

FIG 29(115-1) \*\*\*

Se describen conjuntamente dada la similitud de composición o, como en el caso de las dos últimas por su proximidad espacial y en el tiempo.

Muestra	N	Mg	EG	550	Interpretación
108-3	13.8* $\widehat{\smile}$ 12.6	15.49	16.35	9.81y12	(M <sub>12</sub> -V)+M**
115-1	máx: 12.98	15.2	16.4	9.8yb.a12	(M <sub>12</sub> -V)+M
119-0	~13 $\nearrow \blacktriangle$	14.9	16.8	9.8y16.9	(I-M)x. M

\*: máx: 13, b. a 10.5, p. a  $\widehat{\smile}$  19.7 Å

\*\* : máximo %

\*\*\*: pág. 416.

Composición mineralógica global e índices de cristalinidad y relación de intensidades de las 002/001, de las Illitas:

	108-3	115-1	119-0
M <sub>12</sub> -V	70	60	
Montmorillonita			20
(I-M)x	+?		5
Illita	26	30	60
Caolinita	4	6	8
Cuarzo			x
Dolomita			x

Índices de cristalinidad de la Illita.

	108-1	115-1	119-0
i	8.5	5	8
002/001	0.33	0.33	0.29

Perfil TS-149

Comportamiento de las reflexiones (001) a ángulos bajos, en Å.

Muestra	N	Mg	EG	Interpretación
149-1	14.4	14.7	17.14	En ambas hay Mont y en la -2 hay -- además un posible (I-M).
149-2	14.4 30 y 11.	16.1 y 33,	17.6 y 33,	

Composición mineralógica global e índices de cristalinidad de illitas:

	149-1	149-2
Montmorillonita	64	70
(I-M) irregular		+
Sericita	+?	
Illita	32	25
Palygorskita	4?	
Dolomita	+	++
Cuarzo		+
Caolinita		3

Índices de la Illita y relación 002/001

	149-1	149-2
i	7	6.6
002/001		0.18

SEDIMENTOS DEL MIOCENO SUPERIOR

CONCLUSIONES SOBRE LOS INTERESTRATIFICADOS, Y OTROS MINE-  
RALES A ESPACIADOS ALTOS.

Muestra	M	Ms	V	M <sub>12</sub> -V	M-V	I-M	10-14 <sub>V</sub>	Pal	C	Cg	I	K	Mi	Otros
021		+							t		x	x	?	
055	+										x	x		+
056-1				+							x	x		
056-2	+										x	x		
056-3				+							x	x		
057	+?		+?			+								
057-1	+				+									
066							+				o	x		
066'					+						x	x		
085-1	+					+			+		x	x		
085-3	+					+			+		x	x		
085-4	+					+			+		x	x		
087-1	+								++		x	x		
087-2						+			++		x	x		
108-3				+							x	x		
115-1				+							x	x		
119-0	+					+					x	x		
149-1	+										x	o	x	
149-2	+					+		+			x	x		

- Conclusiones: - M es dominante: 10 sobre 19 muestras.  
 - I-M, M<sub>12</sub>-V son frecuentes. Análogamente -  
 la C.: 7/12, 4/12, 5/12, respectivamente.  
 - Cuando existe I-M, hay además Illita ais-  
 lada y en alto porcentaje. Normalmente -  
 (I-M) ocurren en proporciones inferiores-  
 al 10%.

- Son escasas las interestratificaciones --  
**M-V:** solamente 2 muestras.
- En todos los casos la montmorillonita - -  
bien aislada, bien interestratificada es-  
tá presente.
- Solo en 2 muestras, la I o la K pueden --  
faltar: en ambas se trata de niveles de--  
tríticos (areniscas amarillentas).

5.2-4 SEDIMENTOS ARENOSOS DEL MIOCENO-SUPERIOR; Y NIVELES DE TERRAZAS ROJAS ALTAS (Terr. 1<sup>a</sup> y 2<sup>a</sup>): CUATERNARIO ANTIGUO (Q<sub>1</sub>)

TS-192-c

FIG. 26

La muestra pertenece a los sedimentos arenosos, del Mioceno Terminal-ANDALUC.. Son arenas blancas y amarillas con intercalaciones arcillosas.

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å:

N = máximo a 12.8 Å. La reflexión 10.0, se encuentra en el pico de mayor intensidad.

Mg = máximo, constituye un doblete a 12.9 Å y 13.3 Å. El espaciado a 10 Å sigue incluido en el máximo.

EG = banda de 11.9 a 12.6. El de 10 Å se destaca muy ligeramente.

550° = máximo a 9.81 Å, bandas sobre 23.5 y 14.9. Además aparecen reflexiones a: 4.92 Å (banda); 4.36 Å; - - 4.26 Å; 3.88 Å; 3.73 Å; 3.55 Å; 3.33 Å; 3.24 Å; y 2.76 Å.

Interpretación: se trata de una interestratificación (I-V) cuya fórmula específica puede ser la siguiente con arreglo a la bibliografía consultada: PAQUET, 1969:I-(10-14<sub>V</sub>)-V., es decir láminas AABB.

Composición mineralógica: (I-V) 85%, illita 1%, caolinita 5%, cuarzo, dolomita y feldespatos.

Índice de cristalinidad de la illita es 5 y la relación 002/001 es 0.15.



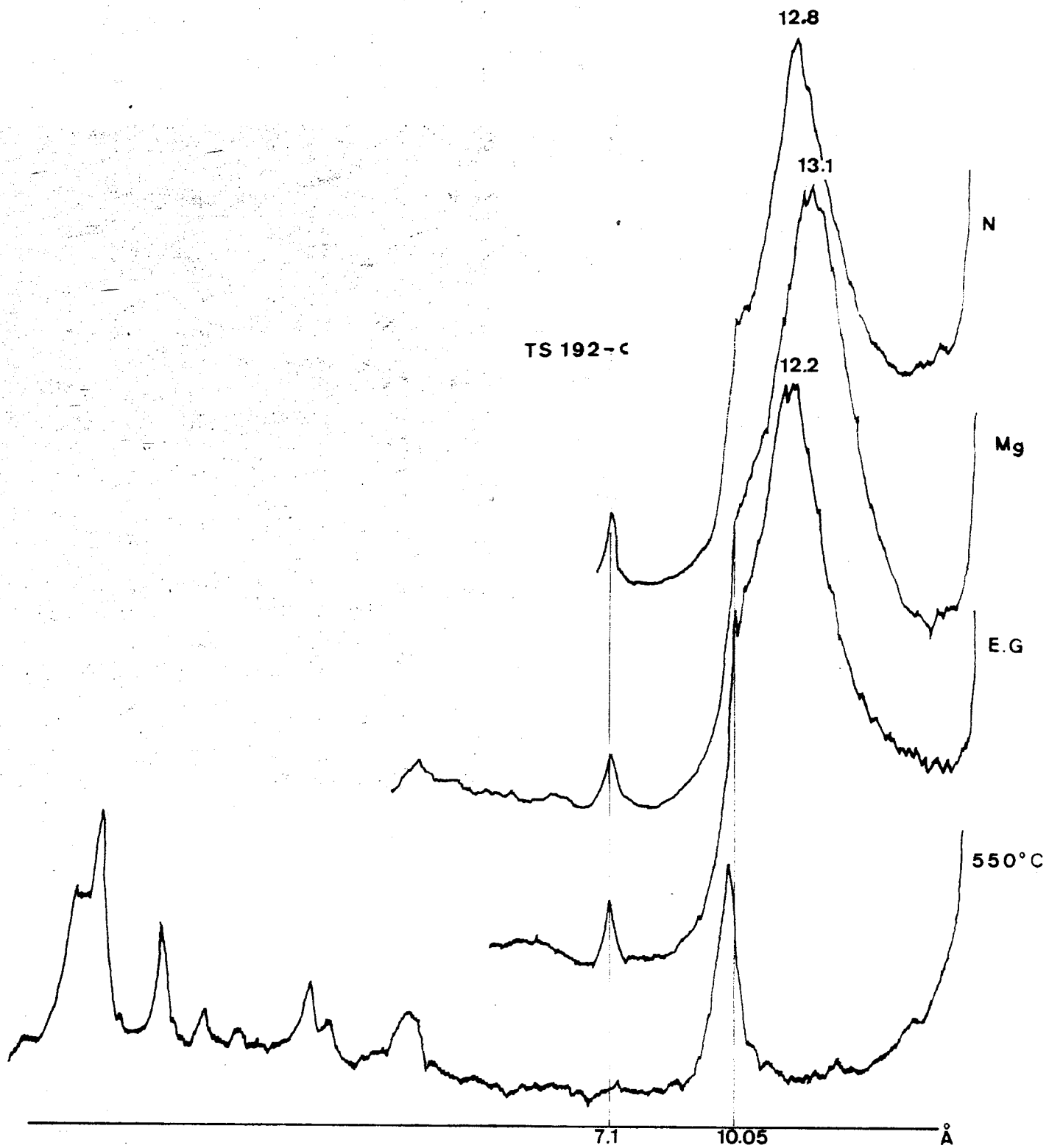


FIG. 26

TS-053

Corresponde a los sedimentos del Cuaternario Antiguo (Terrazas Altas); sobre las que se desarrolla un horizonte rojo argílico B textural (muestra TS-053').

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å:

N = banda de 12.4 a 13.18, con máximo en 14 Å. --  
Otros: 27.2 Å, 19.2 Å, y banda ascendente desde 7.8 Å a 9.5 Å. Esta última aparece en todos los diagramas.

Mg = máximo a 15.5 Å. Otros: 24.4 Å y 21 Å

EG = máximo 16.6 Å. Otros: 28.3 Å y 11 Å (banda).

550° = 10.0 Å, asimétrico con banda hacia espaciados bajos. Otros: 16.3 Å, 13.5 Å, 11.4 Å(b) y --  
8.83 Å(b).

SO<sub>4</sub> H<sub>2</sub>-EG = 17.1, 10 Å y 7.1 Å

P = las reflexiones 060 muestran:

1.540 = (C-V) y (C-V)<sub>Al</sub> triocta

1.521 = saponita

1.497 = illita

Interpretación: además de illita y caolinita, el máximo corresponde a una saponita. Existe C en pequeña proporción (de tipo sedimentario), y además una interestratificación (C-V).

Composición mineralógica: saponita 50%, illita 32%, caolinita 6%, clorita 4%, (C-V) 8%, cuarzo y dolomita.

Índice de cristalinidad de la illita, 3.2 y la relación 002/001 es 0.41.

Composición mineralógica del limo: saponita, trazas; moscovita 2%; cuarzo 50%; calcita 45%.

TS-174-1

FIG. 27

Pertenece a los sedimentos de la segunda terraza  
Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángu-  
los en Å.

Mg = banda entre 12 Å a 18.4 Å

EG = banda desde 10.5 Å a 17.5 Å, se destacan: 14 Å-  
y 16.8 Å.

N-550° = 10.5 Å, irregular hacia espaciados altos.

Mg-550° = pico entre 10 Å y 9.7; banda entre 12.8 Å a - -  
13.8 Å.

SO<sub>4</sub>H<sub>2</sub>-EG = banda de 12.9 Å a 12.6 Å, y además: 16 Å(b.), -  
10.7 (b.), 10 Å, y 7.2 Å a 7 Å(b.).

P = zona de ángulos bajos muy irregular. Las refle-  
xiones 060 muestran:

1.538 = 2B-C, y saponita y vermic.

1.486 = paragonita o cromohalloysita

Interpretación: la zona de bandas indica interestratifica-  
ciones de muy difícil identificación: (10-14<sub>M</sub>)-14<sub>M</sub>, o - -  
bien posibles mezclas de illita con clorita y saponita.

Composición mineralógica: interestratificación illita + -  
+ montmorillonita (según bibliografía): (10-14<sub>M</sub>)-14<sub>M</sub>: x,-  
clorita: x, illita:xxx, caolinita: x, halloysita?

Indice de cristalinidad de la illita es 5 y la relación -  
002/001 es 0.33.

TS-196

Areniscas con arcilla intensamente roja del ANDA  
LUCIENSE.

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángu-  
los en Å.

N = 10.0 Å, 7.62 Å y 7.2 Å; además pequeños espaciados irregulares a ángulos bajos.

EG = 10 Å, 7.6 Å y 7.2 Å. Fluctuaciones a ángulos bajos.  
550° = 10 Å

Interpretación: parecen existir interestratificaciones -- muy difíciles de interpretar de muy escaso porcentaje\*. - Son abundantes la mica (illita) y caolinita, acompañadas de goetita, hematites y posible halloysita.

Composición mineralógica: illita 50%, caolinita 25%, el resto son goetita, hematites, halloysita, cuarzo y otros.

Nota: La TS-174-2 se interpreta como Illita con interestratificación de (C + Sap). Por tanto la composición mineralógica es: I (C + Sap): ++

Saponita : +?  
Clorita : +  
Illita : +++  
Halloysita : +?

---

\*: Presumiblemente, se trata de un caso análogo a la TS-192-c, es decir I-M.

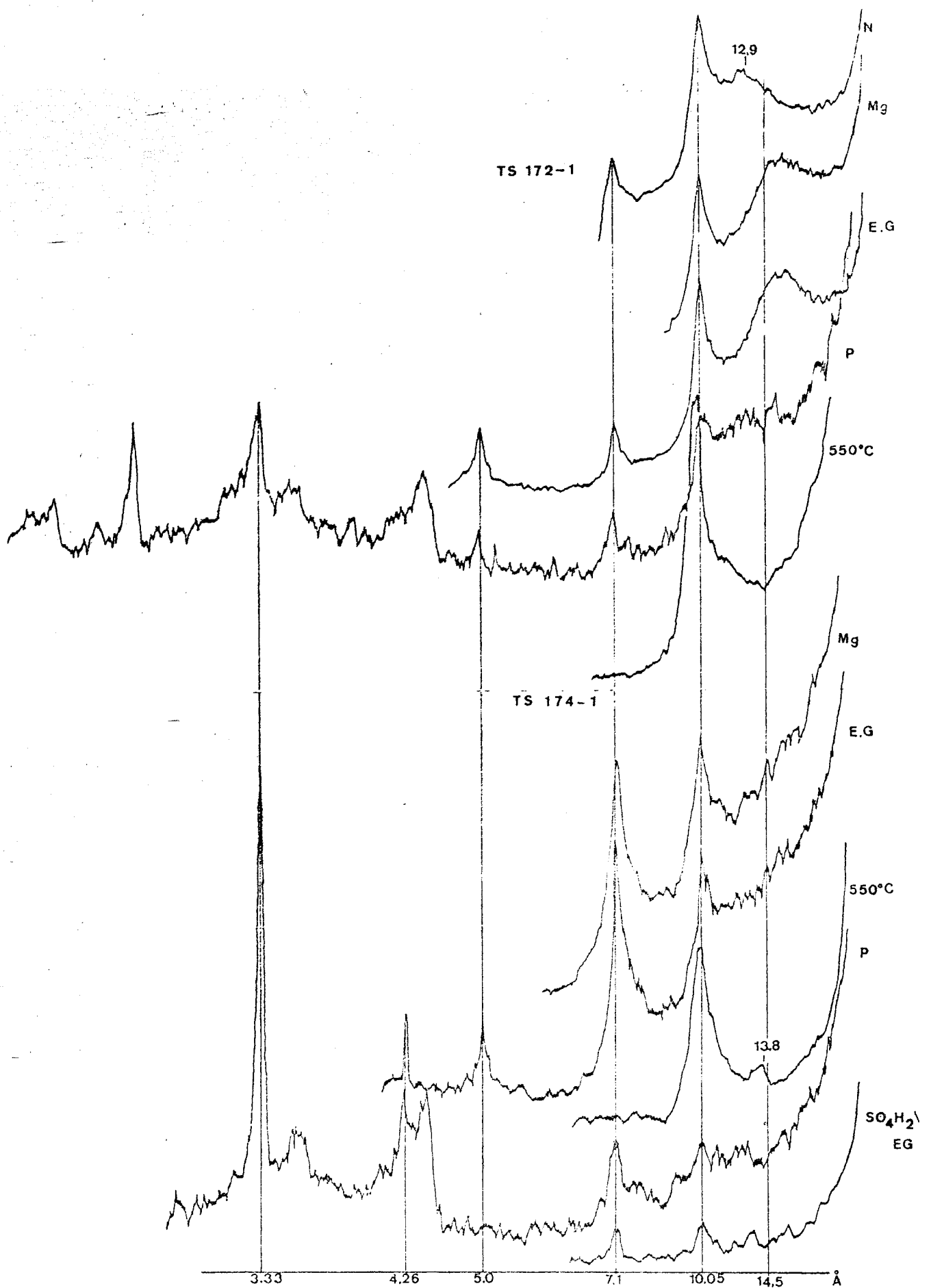


FIG. 27

SEDIMENTOS ARENOSOS DEL MIOCENO TERMINAL-PLIOCENO\*, Y NIVELES DE TERRAZAS ALTAS (CUATERNARIO ANTIGUO)

CONCLUSIONES SOBRE LOS ESPACIADOS ALTOS, DE LAS ARCILLAS

Muestra	I-(10-14 <sub>V</sub> )-V	I-V	C-V	(10-14 <sub>M</sub> )-14 <sub>M</sub> **	Sap.	Clor.	Illt.	Caol.	Hallo.
192-c*	++	+					o	+	
053			+		++	+	+	+	
174-1				++	+?	+	+++	+	+
196*		t?					+++	+	+(x)

\*: ANDALUCIENSE

\*\* : 2 soluciones: a) I-Mont. en tres láminas A-B-C  
b) I + (Clorita + Sap). Más segura.

(x): interestrat. s.p.

Puede advertirse la gran heterogeneidad que existe en todas las muestras. No hay un término dominante. Las Saponitas son frecuentes, en comparación con el resto de muestras de sedimentos correspondientes a otros niveles., donde solamente se citan en Terrazas actuales (133-2).

Lo más característico es, dados los porcentajes relativos entre los interes--  
tratificados y los minerales en láminas aisladas, el dominio de Illita, (en dos -  
muestras), y la casi ausencia de la misma, en las otras dos.

5.2-5 SEDIMENTOS DE LA TERRAZA ROJA (Terr. 3<sup>a</sup>) CUATER-  
NARIO MEDIO: Q<sub>2</sub>

Perfil TS-062 y TS-063

FIG. 28

En la figura se muestra la sucesión estrati-  
gráfica con los cuatro niveles ordenados de muro a techo-  
y que han sido estudiados por Difracción. Los horizontes-  
rojos 062-a y 063-c y el nivel cálcico 062-b, constituyen  
horizontes edáficos.

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángu-  
los en Å.

Muestra	N	Mg	EG	550°	S/EG
062-d	b:12.8-14.5 (máx. 12.8)	15.2	b:desde 16	9.5-9.6	b:19, e irreg. fondo.
062-c	b.sobre 14.6	14.7	14.9	9.6-10.1	p.:11
063-a	p.a13.5y14.2	14.25	16.98		
063-b	14.3 y otros	14.6	16.8		

Nota: el fondo del diagrama calentado de la 062-c, muy le-  
vantado, presenta picos a espaciados altos muy irregula-  
res no precisables. Generalmente entre los 14 y los 11 Å.  
para los diagramas N, aparecen varios picos, y en la --  
063-b hacia los espaciados altos.

Interpretación: Las TS-063-a y -b, son practicamente Mont-  
morillonitas, cuyo politipo no es identificable, acompaña-  
da de Interestratificaciones irregulares. La muestra --  
062-d es interestratificación con Vermiculita y la 062-c,  
parece claramente Vermiculita.

Composición mineralógica global:

	062-d	062-c	063-a	063-b
Montmorillonita			40	30
Vermiculita láminas (V-M)	xxxx	40 10?		
Illita	50	50	45	60
Clorita			x	x
Caolinita	7	10	4	4
Otros		x		

Indices de cristalinidad de la Illita y relación 002/001.

	062-d	062-c	063-a	063-b
i	4.2	8	6	7
002/001	-	0.5	0.44	0.37

Perfil TS-115

FIG. 29

En este perfil, la muestra 115-1, pertenece a las margas del Tortonense, por lo que no son incluidas aquí. Así mismo la 115-6 corresponde al suelo rojo desarrollado sobre este perfil.

El diseño de los diagramas de Difracción, de las muestras 115-3 y 115-4 es análogo a las descritas en los perfiles 062 y 063, donde aparecen bandas de Difracción a espaciados altos, bastante irregulares, que al estar en porcentajes bajos, son difíciles de interpretar. Mientras que las muestras 115-2 y 115-5, son diferentes.



Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å.

TS-115-2

N = 13.7 a 12.7(b.)

Mg = 14.7

EG = 16

SO<sub>4</sub>H<sub>2</sub>-EG = pico muy reducido a 16.6 Å, a excepción de la illita no quedan otros espaciados a ángulos bajos.

TS-115-3

N = bandas pequeñas de 14 Å a 11? Å.

Mg = 14.5 Å a 19 Å? (b.)

EG = 14.4 y (b.) a 18.7

550° = 9.8 Å y además 14.2 Å y (b.) de 13.2 Å a 11.8 Å

SO<sub>4</sub>H<sub>2</sub>-EG = (b.) sobre 19 Å muy pequeña.

TS-115-4

N = (b.) de 11.4? a 14.2 pequeña

Mg = (b.) de 14 Å a 19 Å?

EG = (b.) desde 14 Å hacia ángulos bajos

550° = 9.9 a 10 Å (b.)

DMSO = rampa sobre 16 Å, con bandas hacia espaciados altos, se identifica el complejo con caolinita.

TS-115-5

N = máximo en 12.4 Å

Mg = 16.3 Å y 14.8 Å este último banda.

EG = 17 Å

Interpretación: La muestra -2 puede corresponder a una -- Vermiculita de baja carga o a una Saponita. Las muestras -3 y -4 son muy similares y de difícil interpretación. Se

guramente se trata de interestratificaciones en baja proporción de Montmorillonita con Illita, del tipo  $(10-14_M)$ -- $14_M$ , según la bibliografía, con muy poca Illita. En la -3 se pone en evidencia la Clorita, más no así en la -4.- La muestra -5, dada la asimetría al Mg, y de un cambio de pendiente a 15.23 (EG), permite indicar además de la Montmorillonita una Vermiculita? o una Clorita más o menos lábil y expansible. El espaciado máximo a 10 Å (muestras -3 y -4) responde sin embargo a Illita aislada.

Composición mineralógica:

	115-2	115-3	115-4	115-5
Montmorillonita $(10-14_M)$ - $14_M$		20%	x	x
Vermiculita	50%			
Clorita		x		x?
Illita	40%	70%	x	x
Caolinita	6%	x	x	x

Indices de cristalinidad de la illita y relac. 002/001

	115-2	115-3	115-4	115-5
i	6	8	7	6
002/001	0.47	0.34	0.27	0.36

En la muestra 115-3 la caolinita está desordenada ( $K_d$ ).

TS-116-1

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å.

N	Mg	EG	550°	Interpretación
rampa desde 16	rampa	rampa	9.8 y 16	$(10-14_M)$ - $14_M$ *

Nota: la rampa, de muy baja intensidad, no permite diferenciar picos y se eleva hacia ángulos bajos. En el N y el EG el fondo entre 7 y 10 está muy elevado. En el calentado, el 9.8 Å presenta rampa hacia los 11 o 12 Å (el pico es triangular asimétrico).

\*: La fórmula, según bibliografía, se trata de interest.-Mica-Montmorillonita.

Composición mineralógica: illita 80%, caolinita 10%, o Mica Illita-Mont.  $(10-14_M)-14_M:x$ , posible (C-V):x.

Índice de cristalinidad de la illita es 9 y la relación 002/001 es 0.33.

TS-118-0

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å:

N	Mg	EG	550°
(b.) 13.9 a <u>12.6</u>	14.4	(b.) 14.9 a 15.9 (máximo a 15.3)	9.8 y 12.6

Interpretación:  $(14_C-14_M)$  irreg.

Composición mineralógica:  $(14_C-14_M)$  50%, illita 40%, caolinita 5%.

Índice de cristalinidad de la illita es 6 y la relación 002/001 es 0.46. La illita es triocta.

Perfil TS-119

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å:

Muestra	N	Mg	EG	ClH
119-1	(b.) 11.4a11.9	(b.) 13.8a16.8	(b.) 15.2a20	(b.) 14.7a
119-2	(b.) 12.2a13.3	14.9	16.6	17.6

Interpretación:

119-1: M e interestratificación con láminas de montmorillonita.

119-2: M probablemente diopta.

Composición mineralógica:

	119-1	119-2
Montmorillonita	40%	52%
Illita	52%	44%
Caolinita	9%	5%

	119-1	119-2
i	9	8.5
002/001	0.33	0.33

Perfil TS-130

FIG. 30

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å:

Muestra	N	Mg	EG	550°
130-7		(b.) 14.6 a 16	(b.) 14.6 a 16	10
130-8	(b.) 12.4 a 13 11.4 y 14.4	(b.) 14.7 a 18.6	(b.) 15 a 18 18.6; 16.3; 14.7	9.8 y 13.5

Interpretación:

130-7, la reflexión máxima corresponde a ( $M_{12}$ -V).

130-8, se interpreta como ( $10-14_M$ ) según bibliografía, es decir, acompañado de Ms y clorita sed. (Illita-Mont) al azar, con  $M\% > Illita\%$

Composición mineralógica:

130-7, ( $M_{12}$ -V) 40%, illita 50%, caolinita 8%

130-8, ( $10-14_M$ )- $14_M$ x; Ms x; C sed. x; otros interestratificados irregulares x; illita 30%; caolinita x.

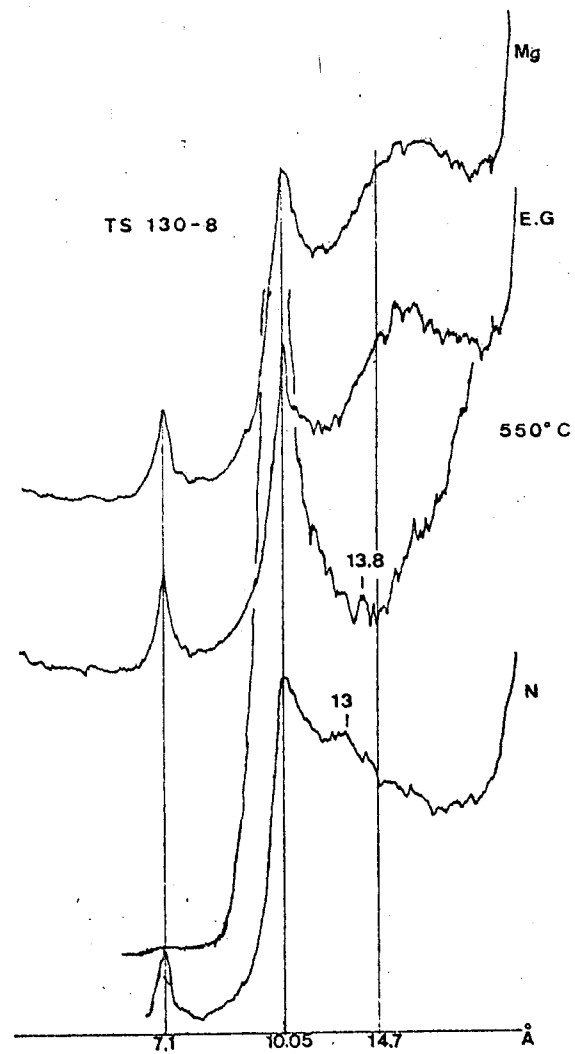
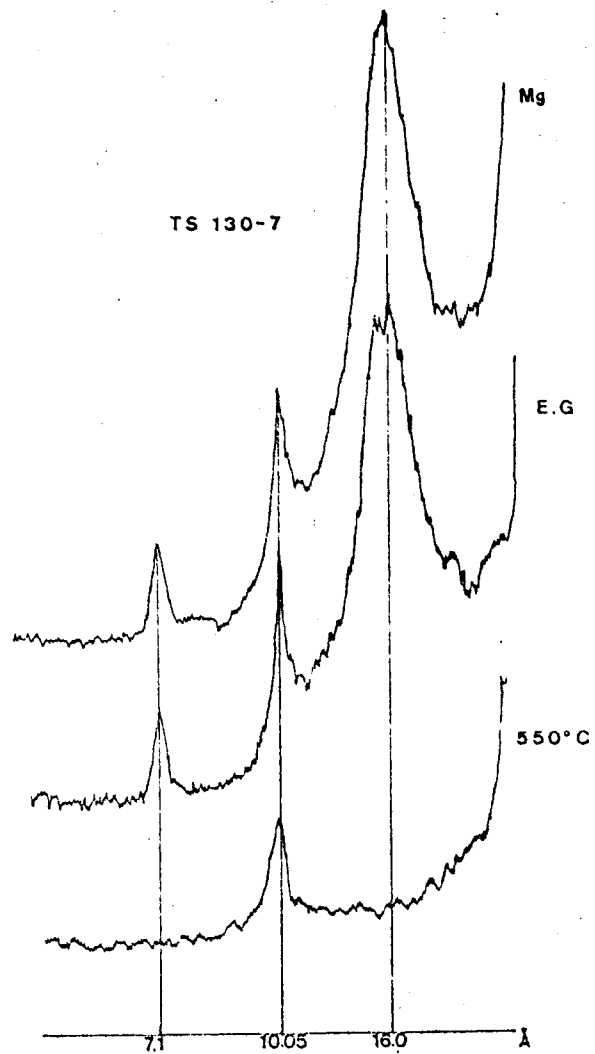
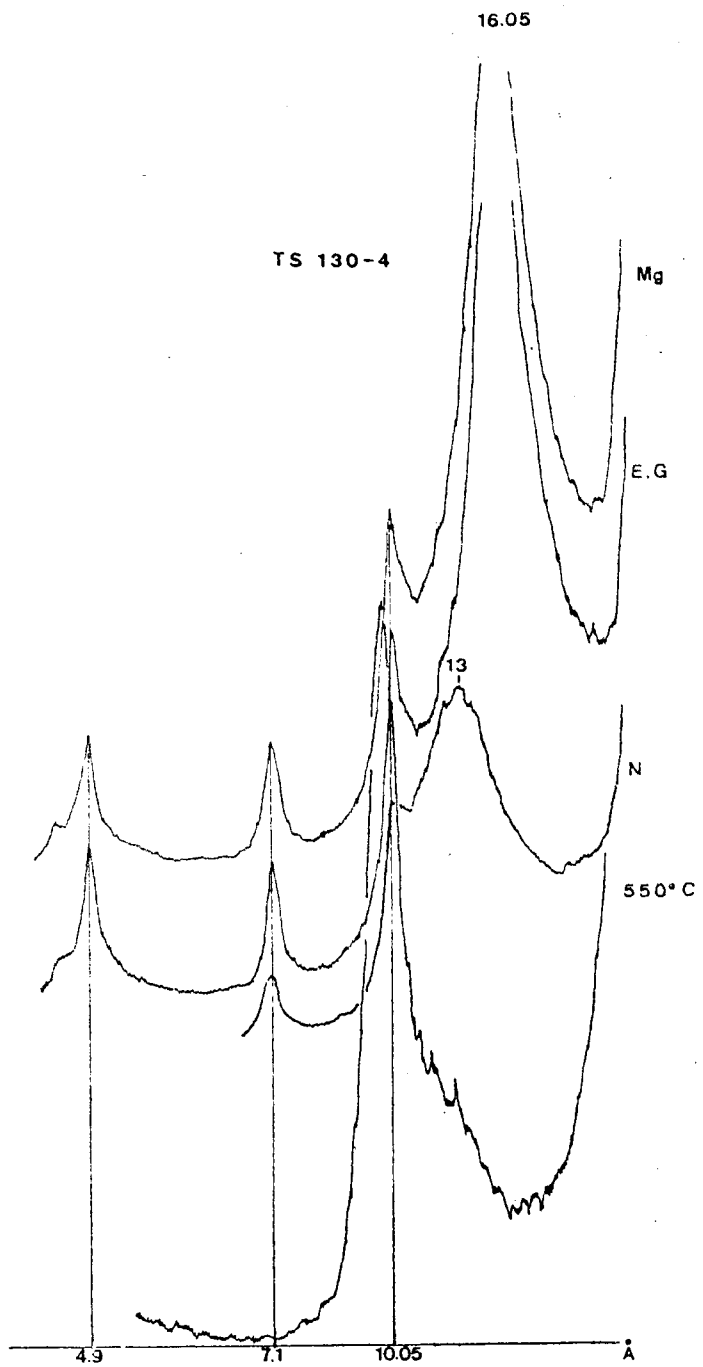


FIG. 30

130-7, índice de cristalinidad de la illita 4, y 002/001-es 0.45.

130-8, índice de cristalinidad de la illita 9, y 002/001-es 0.31.

TS-172-1

FIG. 27 (pág.410)

Analogamente a las muestras anteriores de esta terraza aparecen bandas y rampas en la zona de ángulos bajos de difícil identidad. Así:

N = (b.) 12.4 a 12.9 y llega hacia 14.4

Mg y EG = entre 16 y 17 una banda, picos pequeños a 14.7 y 15.4 Å.

550° = 9.9 y 9.7, es una banda. E irregularidades a bajos ángulos.

P = (b.) desde 10 hacia espaciados mayores. Las reflexiones 060 dan: 1499 = illita (tipo 1M<sub>d</sub>, 1M) y también (10-14<sub>M</sub>) entre otros.

Interpretación: 10-(10-14<sub>M</sub>)-14<sub>M</sub>, es decir, interestratificación Illita-Mont., tipo AABB más o menos al azar.

Composición mineralógica: interestratificado I-M:x; caolinita:x; illita:xx.

Índice de cristalinidad de la illita: 7; y la relación -- 002/001 es: 0.30.

Perfil B

FIG. 31

Las muestras I, II y III pertenecen a los sedimentos, siendo la I el muro; la III puede considerarse como el horizonte C (Ca) de los suelos rojos sobre ella instalados.

Comportamiento de las reflexiones 001 a bajos ángulos en Å:

TS-B-I

N = campana con máximo hacia 13.2 Å  
Mg = (b.) de 14.3 a 15.2 máximo a 14.7 Å  
EG = (b.) de 14.2 a 15.6 Å  
550° = 9.5 y 9.4. (b.) de 11.3 a 12 y picos a 13 y 18.4 Å.  
Se hizo además un N calentado cuyo aspecto era semejante.

TS-B-II

N = (b.) 14.1 a 12.3  
Mg = 14.6 Å  
EG = 15 Å y pico suave a 16.2 Å  
550° = 10.0 Å y 13.8 Å, banda entre 11 Å y 13.8 Å.  
SO<sub>4</sub>H<sub>2</sub>-EG = (b.) de 15.8 a 20 Å y se destaca un pico a --  
16.8 Å. Además aparecen: 14 Å y 11.7 Å muy pequeños.

TS-B-III

N = (b.) 13.9 a 12.3 Å y (b.) sobre 10.6 Å  
Mg = (b.) 14.9 a 14.3, asimétrica hacia espaciados altos. Banda pequeña sobre 11.4 Å.  
EG = doblete a 14.3 y 15.2, asimétrica hacia espaciados altos; y (b.) sobre 11.4 pequeña.  
550° = 9.5 Å, con rampa desde 10 Å hacia 12.1. Picos a --  
15.3 y 19.6 Å.  
DMSO = (b.) 18.4 a 18.8 Å, fuertemente asimétrica hacia espaciados menores. (b.) sobre 11.2 Å, que corresponde al complejo DMSO-caolinita.  
P = campana irregular y asimétrica desde 14.7 hacia --  
los 10 Å. Además aparecen: 23.8 (b.); 16.8 Å; 14-  
12.9 Å. Los valores 10 Å y 7 Å son bandas. Las reflexiones 060 corresponden a:  
1.540 = (C-V), Al(C-V) triocta.  
1.523 = Caolinita?  
1.500 = micas (illita del tipo 2M<sub>1</sub>-1M).

Interpretación:

B-I : (C-M) irreg. y C

B-II : (C-M) irreg. y C

B-III: (14<sub>C</sub>-14<sub>V</sub>) irreg. al 50% de V y también C.

Composición mineralógica:

	B-I	B-II	B-III
(C-M) irreg.	60%	32%	
(14 <sub>C</sub> -14 <sub>V</sub> ) irreg.			45%
Clorita	15%	10%	3%
Illita	20%	50%	48%
Caolinita	5%	10%	7%
Dolomita	x		
Cuarzo	t	t	t

Indice de cristalinidad de la illita y relac. 002/001.

	B-I	B-II	B-III
i	4.5	5	4
002/001	0.41	0.5	0.46



SEDIMENTOS DE LA TERRAZA ROJA (CUATERNARIO MEDIO), 3<sup>a</sup> Terraza.

CONCLUSION SOBRE LOS ESPACIADOS ALTOS, DE LAS ARCILLAS.

Muestra	Mont.	Verm.	C.	(V-M)	Inter. I-Mont.	(C-V)	(14 <sub>C</sub> -14 <sub>M</sub> )	(M <sub>12</sub> -V)	(I-M)	(C-M)	I.K
062-d				+							x/x
062-c		+		+							x/x
063-a	+		+								x/x
063-b	+		+								x/x
115-2		+									x/x
115-3			+		+						X/x
115-4					+						x/x
115-5			?		+						x/x
116-1					+	+?					x/o
118-0							+				x/x
119-1	+										x/x
119-2	+										x/x
130-7								+			x/x
130-8	+s		+s		+						x/x
172-1					+						x/x
B-I			+							+	x/x
B-II			+							+	x/x
B-III			+			+?	+			+?	x/x

CONCLUSIONES: Es dominante la presencia de Cloritas, casi siempre sedimentarias, que colapsan hasta - 13.5 Å aprox., aunque siempre en baja proporción. Análogamente, abundan las interestratificaciones de Illitas con Montmorillonitas, en fórmula compleja, del tipo  $(10 - 14_M) - 14_M$ , según bibliografía. Es frecuente además la interestratificación con láminas de cloritas, así las C-M, y las C-V. La M. aislada no falta. En la mayor parte de ocurrencia de fórmulas interestratificadas, son bastante escasas las cifras cuantitativas, y por tanto las Illitas, y otras micas son dominantes: el símbolo X en el cuadro quiere significar abundancia notable pero + no indica porcentajes.

De un modo esquemático la cuantificación sobre los datos obtenidos pueden indicarse como sigue:

Montmorillonitas:	5/18	$(10 - 14_M) - 14_M$ :	6/18
Vermiculitas	: 2/18	V-M y $M_{12} - V$ :	3/18
Cloritas	: 7/18	Clorita-Mont:	4-5/18
Illitas	: 18/18	C-V?	: 2/18?
Caolinita	: 17/18		

5-2.6. SEDIMENTOS DE LAS TERRAZAS 4<sup>a</sup> y 5<sup>a</sup> DEL GUADALQUIVIR. CUATERNARIO RECIENTE, (Q<sub>3-1</sub>)

Pertenecen a los sedimentos del Cuaternario reciente: terraza 4<sup>a</sup> y depósitos aluviales del Guadalquivir. Las muestras TS-065 y TS-133-2 pertenecen al escalón más alto y por tanto más antiguo.

PERFIL TS-065

FIG. 32

Este perfil pertenece a la 4<sup>a</sup> terraza, y presenta una discontinuidad litológica entre los niveles del muro, muestras -6 y -7, y los niveles del techo muestras -4 y -5.

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å:

Muestra	N	Mg	EG	550°
065-6	b.14 a 16	15.5	15.5	<u>9.8</u> , 11.6 y 12.9
065-7	b.14a15.8	15.8	b.15 a 16	b. <u>9.4</u> a 9.7
065-4	12.6	14.9	b.14.4a16.3	b. 10
065-5	15.7	b.14.9	b.14 a 16.3	

Otros análisis: de la 065-4, un orientado con ataque ácido (SO<sub>4</sub>H<sub>2</sub>/EG) da: b.de 16.6 a 18.7 pequeña, y además 11.5 y 13.5.

Interpretación:

065-6*	065-7*	065-4	065-5
(14 <sub>V</sub> -14 <sub>M</sub> )	(14 <sub>V</sub> -14 <sub>M</sub> )	Sm	Sm >q

\*: con la illita abierta y degradada.

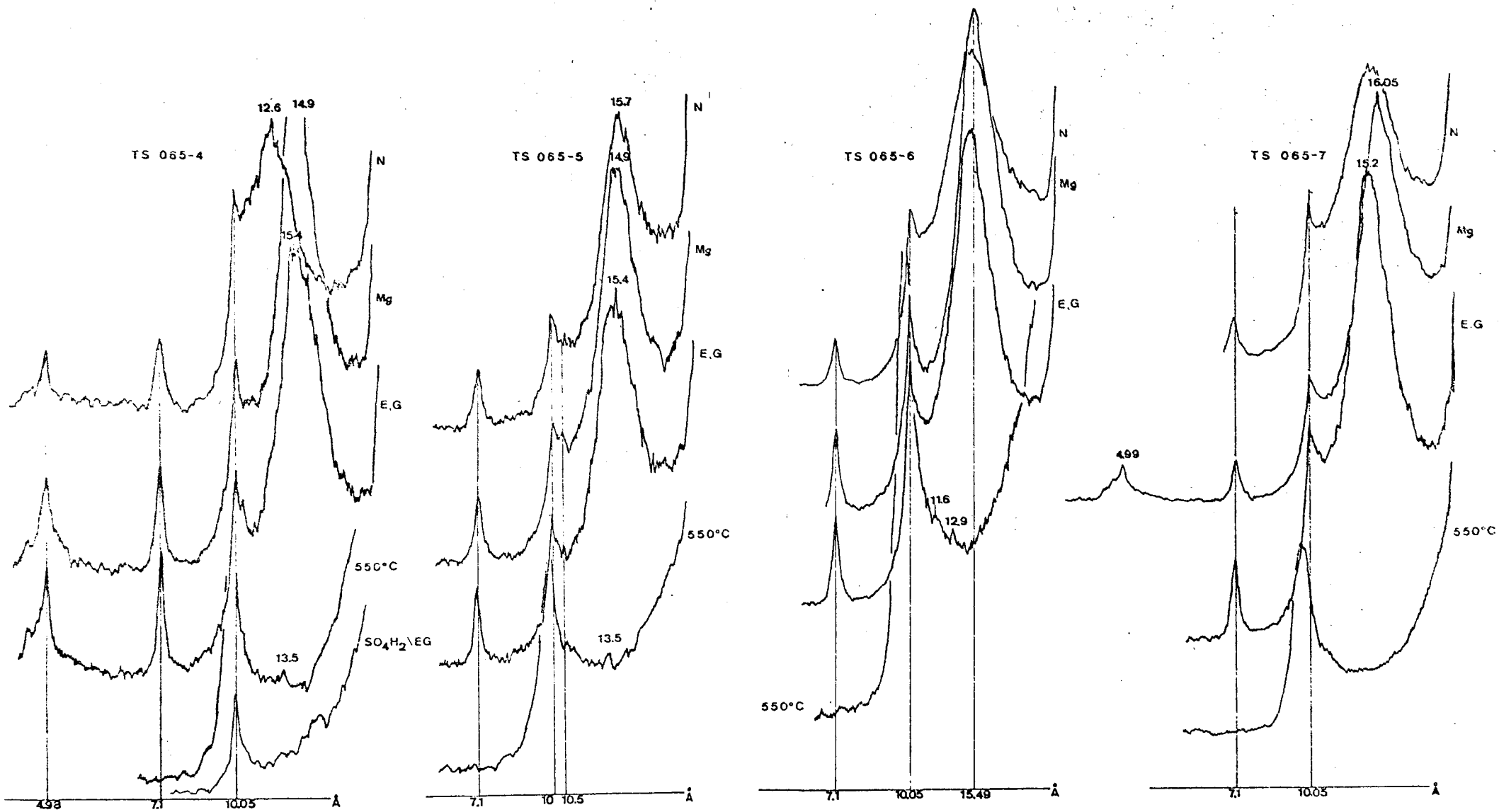


FIG. 32

Composición mineralógica:

	065-6	065-7	065-4	065-5
(14 <sub>M</sub> -14 <sub>V</sub> )	50%	50%?		
interestrat. I-M		+?		
smectita			65%	50%
illita	46%	42%	29%	40%
caolinita	4%	6%	6%	10%
cuarzo			x	

	065-6	065-7	065-4	065-5
i	9	11	7.5	7.8
002/001	0.35	0.43	0.44	0.35

Serie 101 a 106

FIG. 33 y 37\*

A excepción de la TS-106-2, constituyen muestras aisladas, de sedimentos recientes, próximas a Córdoba.

Comportamiento de las reflexiones 001 a bajos ángulos en Å: TS-101

N = b. de 12.1 a 12.9

Mg = b. de 15.3 a 16.2

EG = 16.3

DMSO = b. de 17.3 a 18.8

550° = b. sobre 10

SO<sub>4</sub>H<sub>2</sub>/EG = b. desde 13 Å a 17.6 Å (máx: 17.6 Å). Además - bandas sobre 11 a 10.4.

P = ~25.2 Å, 16.9, 14.4 Å, 10, 7.13 Å, y las reflexiones (060) =

1.564 = ?

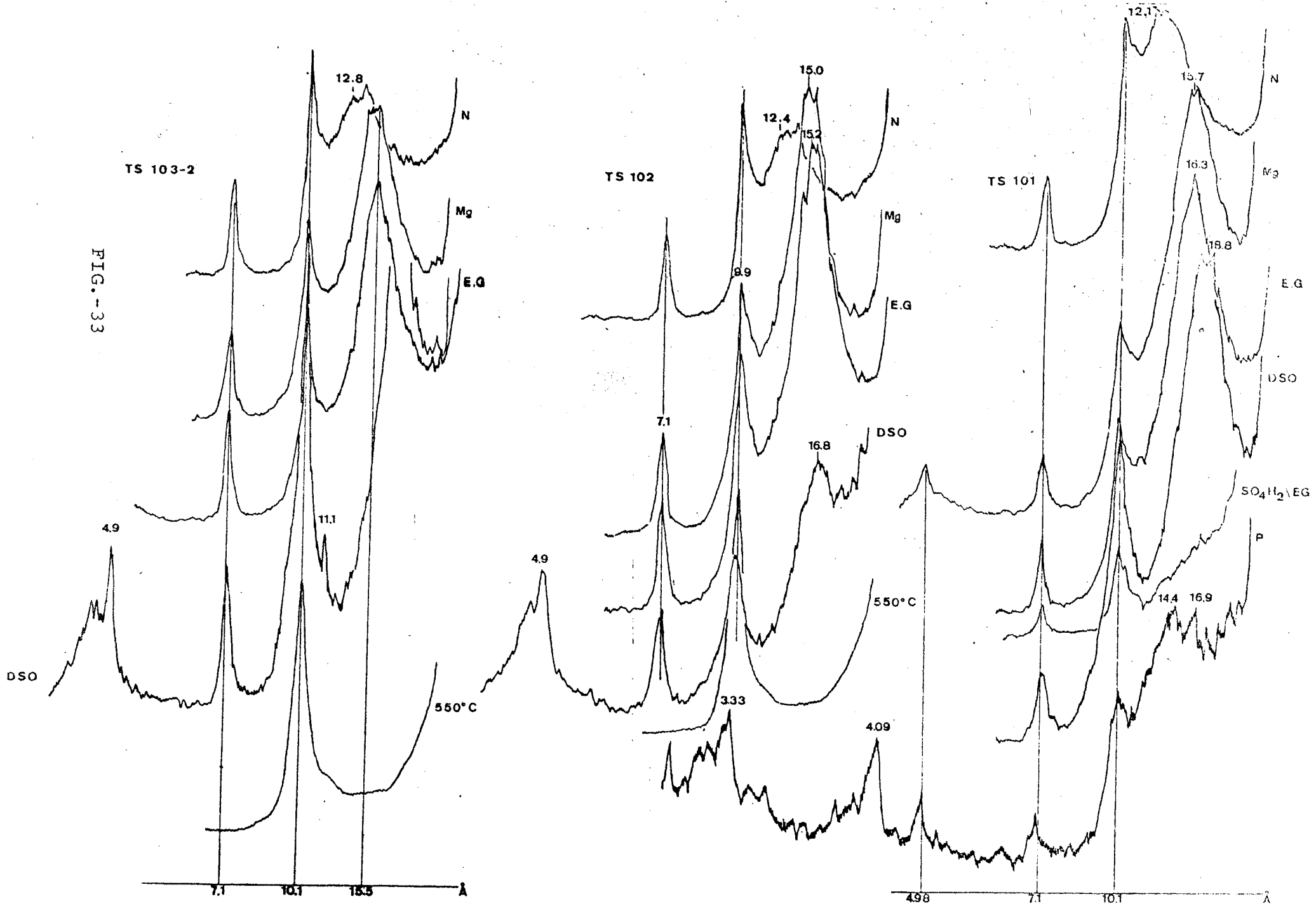
1.557 = Clorita (Chamosita?)

1.499~1.500 = Illita 2M y micas s.p. Clorita?.

Interpretación: smectita s.p. y montmorillonita.

\*: Fig. 33: p. 430; fig. 37: p. 452.

FIG.-33



TS-105

N	Mg	EG	Interpretación
b.12.2 a 13.5 y un p. a 23.8 Å	15.4	15.4	(M-V)

TS-102

Mg	EG	DMSO	550°	Interpret.
b.14.4 a 15.7	b.14.9 a 16.3	21Å, b. ~16.6Å. inf. = ~14.8	10Å	(10-14 <sub>V</sub> )

TS-103-2

Mg	EG	DMSO	550°
15.49	15.6	~19.6	10 Å

Interpretación: (Bei-V) más o menos regular. Es muy posible que la illita intervenga en la interestratificación, y por tanto sería I-Bei-V. El DMSO muestra K.

TS-104

FIG. 37 (pag. 452)

N = 12.6

Mg = b.14.9 a 16

EG = b.14.9 a 16

DMSO = 17.6 Å

550° = banda sobre 9.8

P = b. ~ 18.7, 12.05 Å, doblete 10.9-10.6, (10 y 7Å). La reflexión (060) = solo indica micras (illita); el doblete indica interestrat. con Vermiculita.

Interpretación: Vermiculita de baja carga o Esmeclita

TS-106-2

N	Mg	EG	550°	Interpret.
b.12.4 a 14.1	15.2	b.15.5 a 16.2	9.8y13.8	(M <sub>12</sub> -V)

Composición mineralógica:

	101	105	102	103-2	104	106-2
montmorillonita	10%					
smectita	40%					
vermiculita	x				45%	x
(M-V)		60%				
(10-14 <sub>V</sub> )			60%			
(Bei-I) (I)				40%		
(M <sub>12</sub> -V)						45%
illita	40%	36%	36%	50%	45%	44%
caolinita	6%	4%	4%	7%	5%	6%
clorita sed.						5%
cuarzo		x	x		x	
feldespatos	x		x			
mica 2 M	x		xx			
dolomita					x	
(I-M)	x		x			
(I-C)						x
Indice de crist. de la illita	10	9	8.5	6	10	11.5
relación 002/001	0.35	0.34	0.35	0.38	0.28	0.4

TS-117-a

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å.

N = 13, más banda de 20 a 18 poco intensa

Mg = banda desde 14.6 hacia ángulos altos.

EG = banda de 14 a 28, y bandas sobre 11

550° = 9.8 y banda a 11.7



Tanto al N. como Mg y EG, banda entre 7 y 10 Å.- El espaciado 7 es asimétrico. El 10 es la máxima reflexión.

Interpretación: Láminas I-Mont. al azar tipo AA(AB)B, es decir I-10-(10-14<sub>M</sub>)-14<sub>M</sub> según bibliografía (THOREZ 1975), y además: (V-M), e interestrat. con láminas de caolinita-I (tipo K-I), descritas en la bibliografía como 7-7dK-10. (in THOREZ 1975).

Composición mineralógica: láminas illita-montmorillonita-20%, láminas vermiculita-montmorillonita x, illita trioc-ta 70%, caolinita 9%.

Índice de cristalinidad de la illita 7.5 y la relación de intensidades 0.29.

TS-123-1

N	Mg	EG
b.13.1 a 13.5, p.12.5	15.49 = máx.	15.7 a 18b. máx:
b.10 a 10.3 y ~11	11 (v.w.)	~16.9 Å

Interpretación: (10-14<sub>M</sub>) y montmorillonita.

Composición mineralógica: montmorillonita 40%, (I-M) 5%, -illita 50%, caolinita 5%.

Índice de cristalinidad de la illita 8 y relación de intensidades 0.32.

TS-125-1

FIG. 34

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å.

N = 21.8, 16.2, b.12.8 a 12.5 (máx.) y 11.05

Mg = 20.5, b.15.6 a 14.2 (máx.), y b.11.3 Å

EG = 26.5, y máx. sobre 17 Å

DMSO = 27, y banda desde 14 a 19

Mg/550° = b.fuerte e irreg. 32 a 24 Å; además a 13.8y9.8Å

N/550° = b ~13.8(v.w.), y máx = a 9.8 Å

Interpretación: el pico de máxima intensidad pone de manifiesto una montmorillonita; (12.8 al N, 15.3 al Mg, 17 -- con EG y 9.8 a 550°). El espaciado a 13.8 (Mg/550°) a -- 550° responde a la clorita. El resto de espaciados que al calentar constituyen la banda a ángulos muy bajos (de 32Å a 24Å aproximadamente), no se dan en el N/550°: se interpreta como interestratificación expansible del tipo: - - (I-M-V).

Composición mineralógica: montmorillonita++++, clorita + , illita ++ , caolinita + , Interestrat. I-M-V ++.

Índice de cristalinidad de la illita 5 y la relación de - intensidades 0.52.

TS-132-1

FIG. 34

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å.

N = b. de 10 a 10.7; b. a 11.6; b. de 13.1 hasta un máx. a 12.6, doblete en 18.5 a 20 Å.

Mg = b. 15 a 16.3 (máximo).

EG = b. 15 a 16.3 (máximo).

550° = 9.8 y 13.8

Interpretación: (14<sub>M</sub>-14<sub>V</sub>) + C. Probablemente hay además - (M<sub>12</sub>-V).

Composición mineralógica: (14<sub>M</sub>-14<sub>V</sub>) 50%, (M<sub>12</sub>-V) x?, illita 40%; caolinita 7%, clorita 8%.

Índice de cristalinidad de la illita es 7 y la relación - de intensidades 0.34.

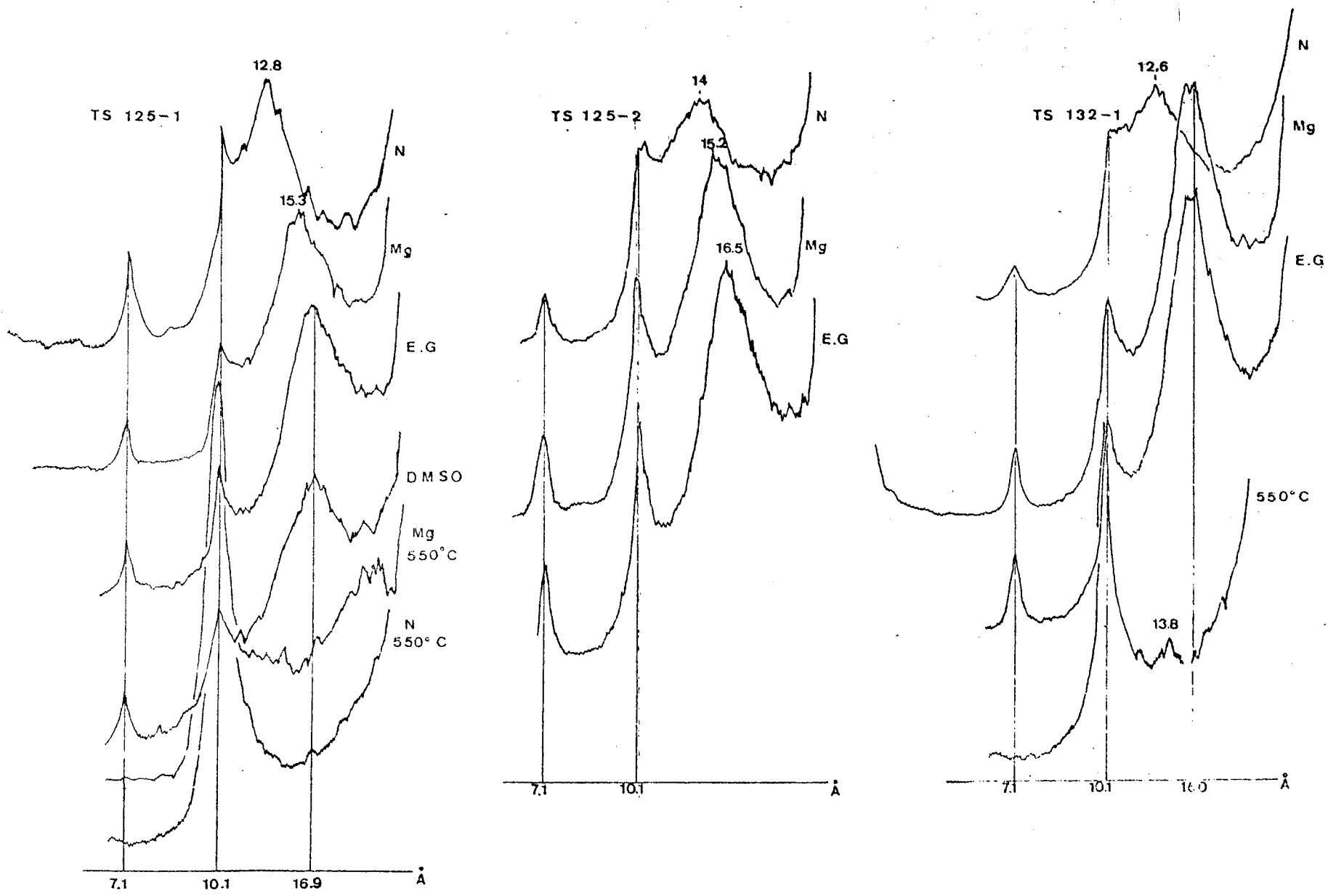


FIG-34

TS-133-2

FIG. 35

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å:

N	Mg	EG	550°	SO <sub>4</sub> /EG
	~19.6	~19		
	cam. <u>16.3*</u>	<u>16.3*</u>		
	14.3	14.4	14.9	
11.95*			(b.12.2)	~11.7
			b. <u>9.5-9.8</u>	
8.1				

\*: asimétricos, de base ancha, máximos; cam. = campana.

Interpretación: Los máximos: (Illita-Vermic.) irreg. o (I-Sap) ± reg. = 11.9 → 16.3 → 9.5 ~ 9.8; los espaciados 19y 14.3 corresponden a reflexiones de 2ª orden no anuladas: por ello el apilamiento es ± regular.

Indice de cristalinidad de la illita es 8 y la relación de intensidades 0.35.

Perfil 167

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å:

Muest.	N	Mg	EG	550°
167-2	[b.12.1a13.5 b.10 a 10.2	15.7	15.7	9.8 y b. hasta 13.3
167-3	12.6yb.10.4	15.1y16	14.9y16	9.8 y 13.3 b.11 a 13

Interpretación: en ambas puede tratarse de (C-M), acompañadas de escasa proporción de (I-M).

Composición mineralógica:

	167-2	167-3
(C-M)	75%	65%
clorita	x	x
(I-M)	8%	10%
illita	15%	18%
caolinita	3%	7%

Indice de cristalinidad de la illita y relación 002/001

	167-2	167-3
i	10	8
002/001	0.30	0.35

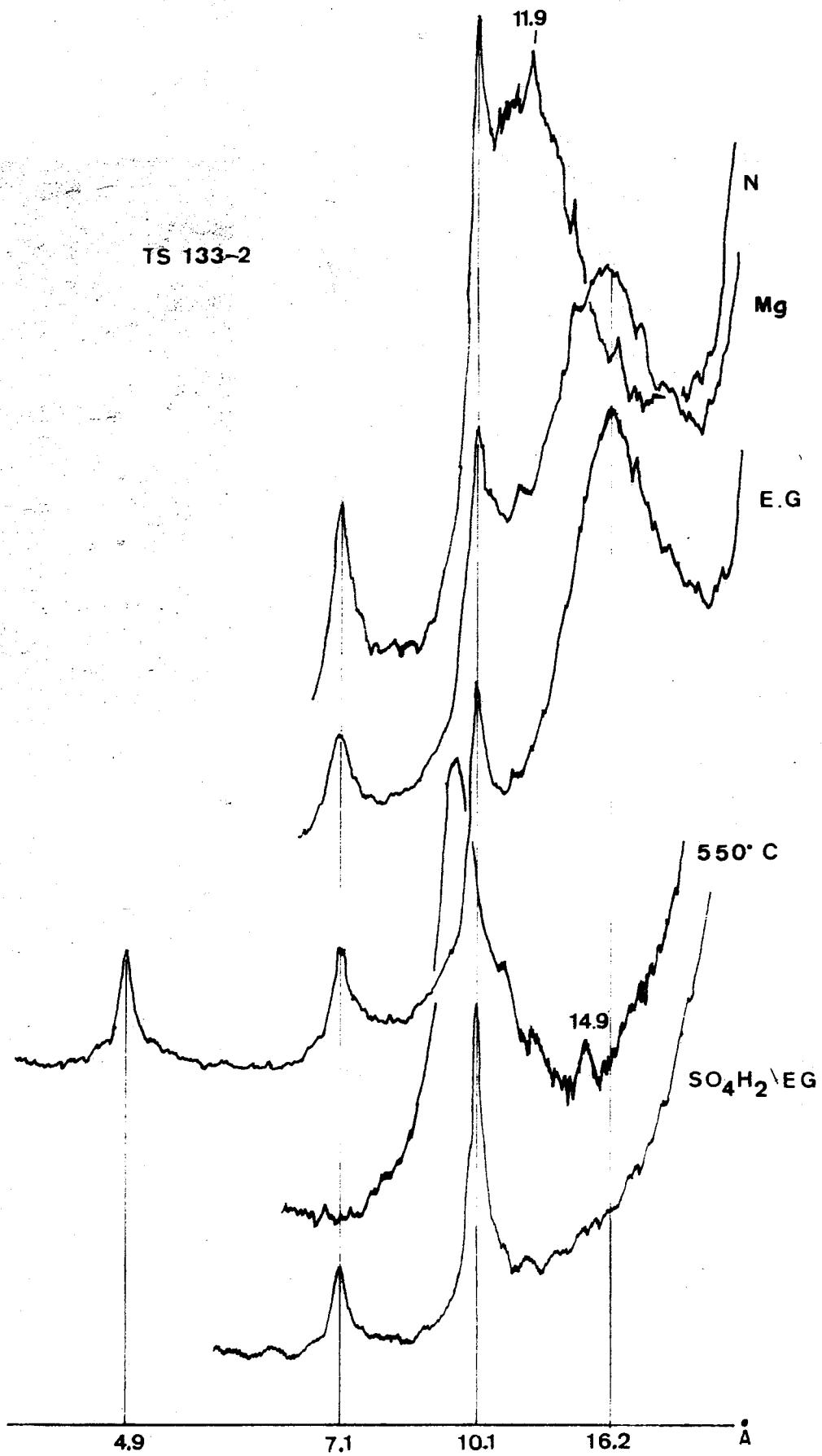


FIG-35

CONCLUSION SOBRE LOS ESPACIADOS ALTOS, EN SEDI--  
 MENTOS DE LAS TERRAZAS MODERNAS DEL GUADALQUIVIR (CUATER-  
 NARIO RECIENTE).

	M	Sm	V	C	K	I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
065-6					+	++	+			+									
065-7					+	++	+			+									
065-4		+			+	+													
065-5		+			+	+													
101	+	+	t		+	+++	+			t									
105					+	+	+												
102					+	+++				t		+							
103-2					+	+													+
104			+		+	+													
106-2			t	+	+	+			+										
117-a					0	+		+					+		+				
123-1	+				+	+						+							
125-1	+				+	+	+												+
132-1					+	+	+	+	+	+	+								
133-2			+	?	+	+				+	?			+	?				+
167-2					+	+	+			+									+
167-3					+	+	+			+									+

Notas: En las illitas: \*:son degradadas (muestras 065-6 y 7)  
 \*\*: acompañadas por mica 2M. En la K, \*: en parte interes-  
 tratificado.

1:  $(14_M-14_V)$ .- 2: (M-V).- 3:  $M_{12}-V$ .- 4:  $(I-M)_x$ .-  
 5:  $(10-14_M)$ .- 6:  $(10-14_V)$ .- 7:  $(I-M)_{REG}$ .- 8:  $(I-V)_{IRREG}$ .-  
 9: (K-I).- 10: (C-M).- 11: (I-M-V).- 12: (Bei-I).-  
 13: (I-Sap).

CONCLUSIONES: Se advierte una aparente dispersión de datos. Sobre 17 muestras la frecuencia relativa es:

- I y K: en todas. Solo un caso (117-a) la K está interestratificada parcialmente.
- (I-M): es la más frecuente: hay 11 muestras aunque de fórmulas variables:  $(I-M)_x$ : 7. -  $(10-14_M)$ : 1.-  $(I-M)_{REG}$ : 1.- (I-Sap) y (Bei-9): : 2.
- M-V: es algo menos frecuente: 8 casos de -- fórmulas:  $(14_M-14_V)$ : 3.- (M-V): 3.-  $(M_{12}-V)$ : : 2.
- Las demás posibilidades son esporádicas: - (I-V): 2 casos.- (C-M): 1 sola muestra.
- En los minerales aislados (de menor frecuencia se tienen: Clorita: 5.- Vermic.: 4.- - y Mont. + Smectitas: 3+3.



5-2.7. SEDIMENTOS DEL RIO GUADAJEZ: TERRAZA ALTA Y ALUVIALES ACTUALES: Q<sub>3-1</sub>'

En cada caso se especifica el nivel de aterrazamiento a que pertenece la muestra.

TS-059-3

Pertenece a los niveles de aterrazamiento superiores, es decir los más antiguos.

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å.

N	Mg	EG	550°	SO <sub>4</sub> /EG
14.8 y 10	16.6	16.6 y b.peq.10.5	10y11.7	10Å, y b. peq.16 y 17.6

Interpretación: (M<sub>12</sub>-V)

Composición mineralógica: (M<sub>12</sub>-V) 80%, illita 15%, caolinita 5%, paligorskita trazas, cuarzo.

Índice de cristalinidad de la illita: 6

Relación 002/001.....: 0.5

Perfil TS-072

FIG. 36

Pertenece a los sedimentos actuales del Guadajoz, en un nivel de aterrazamiento bajo.

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å.

Muest.	N	Mg	EG	550°
072-1	b.12.1 a <u>14</u>	b.14.5 a 14.7	b.15.4a16.3	9.9y11
072-2	b.12 a 14	b.14.5 a 15.2	b.15.5a16.4	9.8 -- (11) y 13.7

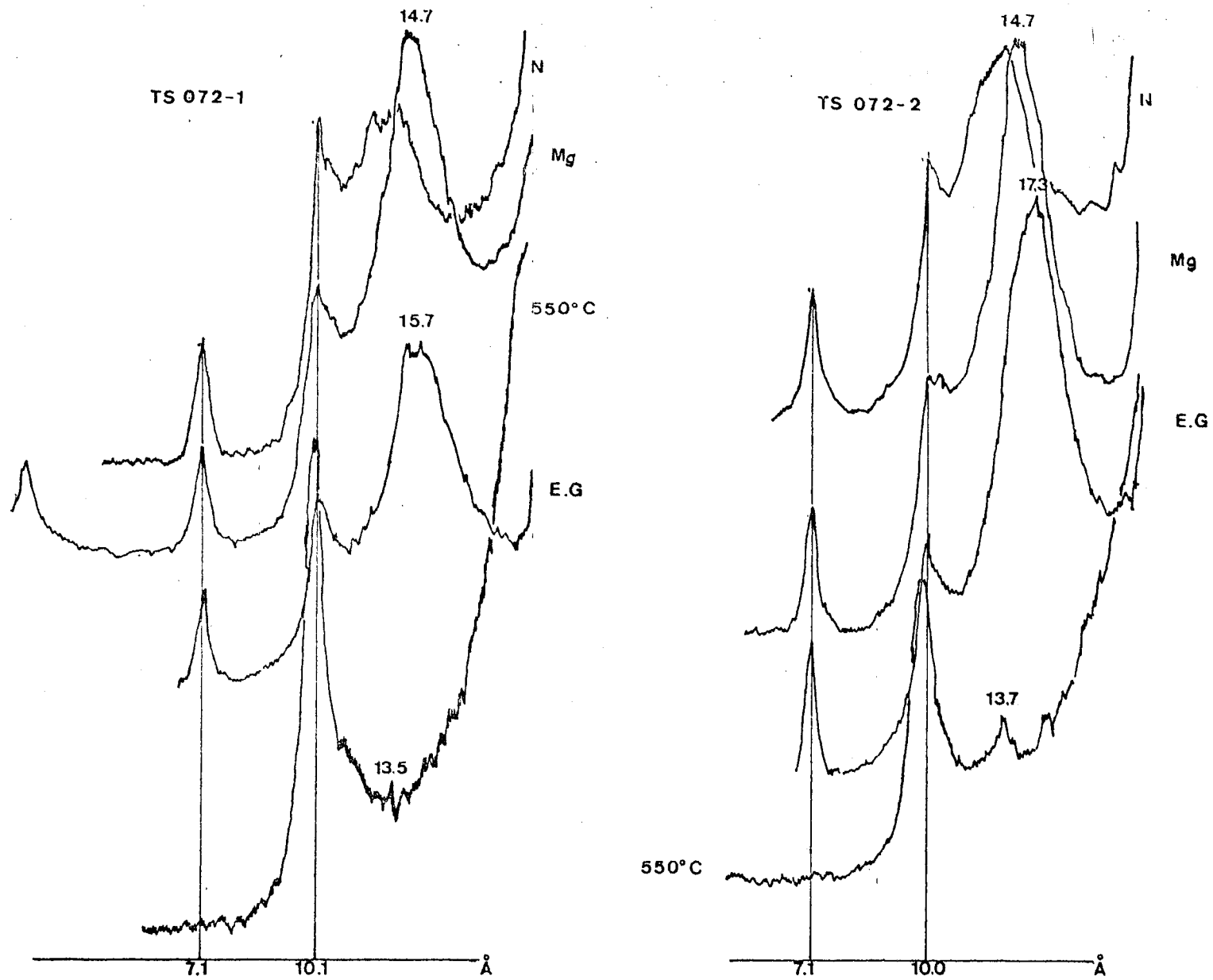


FIG-36

Interpretación: en ambas muestras el pico máximo corresponde a interestratificación ( $14_M-14_V$ ); en la 072-1 hay una posible interestratificación de láminas de C con Montmorillonita en muy poca proporción y en la -2 hay además Clorita.

Composición mineralógica:

	072-1	072-2
(M <sub>12</sub> -V)	40%	50%
Illita	52%	40%
Caolinita	6%	3%
Clorita		7%
(C-M)	t	
Cuarzo	x	x

	072-1	072-2
i	10	10
002/001	0.32	0.31

Perfil TS-074

Corresponde a sedimentos actuales del Guadajoz, en idéntico nivel de aterrazamiento del perfil anterior:-- Terraza baja.

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å.

Muestra	N	Mg	EG	550°	Interpretación
074-1	b.12 a <u>14</u>	14.9	17	10	M y posible (I-M)
074-2	15.2	14.9	17	10	M normal, y (I-M) con b. sobre 11.6

Composición mineralógica:

	074-1	074-2
montmorillonita	64%	55%
(I-M)	?	x
illita	23%	40%
caolinita	7%	3%
clorita	3%	5%
cuarzo	t	t

	074-1	074-2
i	6.5	6.5
002/001	0.24	0.32

Perfiles TS-083 y TS-084

Ambos pertenecen a los depósitos actuales del Guadajoz, en idéntica superficie de aterramiento que las muestras anteriores (072 y 074).

Comportamiento de las reflexiones 001 a bajos ángulos en Å.

Muest.	N	Mg	EG	550°
083-1	14.3		b.14.4a15.4	9.9
083-2	14		b.14.1a15.6	9.8
084-2	13 y b.10.4	15.9b.	b. ~15.8	
084-4	b.12.1 a 14.3	b.14.1 a 16.7	b.15.2a16.8	

Nota: en las TS-083-1 y 083-2 aparecen al calentar b. sobre los 13 Å: 12.7 a 13.6 en la 083-1 por ejemplo.

Interpretación: en todos los casos el pico máximo identifica una interestratificación del tipo: (14<sub>M</sub>-14<sub>V</sub>). En las muestras 083-1 y 083-2 aparece además clorita. En la 084-2 y 084-4 hay además (I-M).

TS-083'

Pertenece a sedimentos actuales del Guadajoz.

Comportamiento de las reflexiones 001 a bajos ángulos en Å.

N	Mg	EG	Interpretación
b.entre 13 y 10 máx. a 12	10.4 y 15.5	10.4 y 16	(10-14 <sub>M</sub> ) con bajo % de I

Composición mineralógica:

	083-1	083-2	084-2	084-4	083'
(14 <sub>M</sub> -14 <sub>V</sub> )	45%	30%	40%	45%	
(10-14 <sub>M</sub> )					70%
(I-M)x			x	x	
illita	30%	53%	50%	49%	15%
clorita	10%	5%	x	x	x
caolinita	5%	2%	5%	6%	3%
paligorskita					x
i	10	10	8	8	7
002/001	0.36	0.45	0.29	0.31	0.37

TS-093

Pertenece a depósitos actuales del Guadajoz, de aterrazamiento.

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å.

N	Mg	EG	Interpret.
b.10.2 a 10.1 b.12.4 y b.13.5	b. <u>14.4</u> a 16	b.15.5 a 16	(14 <sub>M</sub> -14 <sub>V</sub> )+I y (I-M)

Composición mineralógica: (14<sub>M</sub>-14<sub>V</sub>) 45%, (I-M) trazas, -- illita 50%, clorita 3%, caolinita 2%.

Indice de cristalinidad de la illita es 11.5 y la relación de intensidades 0.35.

Perfil TS-094

Corresponde a sedimentos actuales del Guadajoz, - en superficie de aterramiento.

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å.

TS-094-1

N	Mg	EG	550°
b.9.9 a 11, máx: 10.4 p. máx. es b. 11.9 <sup>^</sup> 13.3	10.5 y máx.15.4	10.5 y 16	9.9 y b. 13.5 a - 12.2

TS-094-2

N	Mg	EG
b.11.9 a 14, máx;13	14.7 a 15.7 b.	16.6

TS-094-3

N	Mg	EG	SO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> /EG
b. a 10.3, 3 p.* a: 12, 12.8 y <u>13.7</u>	15.1	b. 14 a 16	b.~12.8 y peq.ban ditas a 11 y 18.8

TS-094-4

N	Mg	EG
10.5 y b.13.6 <sup>^</sup> y <u>12.4</u>	b.16 a <u>14.9</u>	b.14.9 a 16.2 y p. a 21.2

\*: 3 p. equivale a 3 picos.

Interpretación: en todos los casos se trata de interestratificaciones del tipo ( $14_M-14_V$ ), acompañadas de clorita y de (I-M).

Composición mineralógica:

	094-1	094-2	094-3	094-4
( $14_M-14_V$ )	50%	45%	40%	45%
(I-M)	10%	5%	20%	10%
clorita	7%	5%	4%	2%
illita	30%	40%	33%	40%
caolinita	2%	5%	3%	3%
paligorskita	x			
mica				x
montmorillonita			x	
i	10	9	8	11
002/001	0.4	0.29	0.38	0.32

CONCLUSION SOBRE LOS ESPACIADOS ALTOS DE SEDIMENTOS DEL -  
RIO GUADAJEZ

Muest. M C Pal M<sub>12</sub>-V) C-M I-M<sub>x</sub> 10-14<sub>M</sub> 14<sub>M</sub>-14<sub>V</sub> Mica I K

059-3			+						+	+
072-1				(+)				+	+	+
072-2		+						+	+	+
074-1	+	+			+	?				
074-2	+	+			+					
083-1		+						+		
083-2		+						+		
084-2		+			+			+		
084-4		+			+			+		
083'		+	t				+			
093		+			+			+		
094-1		+	t		+			+		
094-2		+			+			+		
094-3	t	+			+			+		
094-4		+			+			+	t	

Conclusión: -Como puede advertirse dominan las interestratificaciones de Mont. con Vermic., siendo más frecuentes los del tipo (14<sub>M</sub>-14<sub>V</sub>).

-Solo en dos casos se trata de M-V con Illita-incluida o bien de láminas de 14Å.expansible.

-Interestrat. de otro tipo son excepcionales: - (perfil 074), e Illita-Mont. con porcentaje variable en M.

-La I-M acompaña aunque en % bajo en la mayor parte. En las 094-1, -3, es sin embargo importante.

-Montmorillonita aislada parece ser excepcional: solo el perfil 074. La clorita está siempre, no así la Paligorskita, que solo aparecen trazas.



5-2.8. SEDIMENTOS NO ESPECIFICADOS, GENERALMENTE DEPOSITOS ACTUALES EN AFLUENTES DEL GUADALQUIVIR (SEDIMENTOS SP: CUATERNARIO RECIENTE Q<sub>3-2</sub>)

Bajo este epígrafe se reúnen un conjunto de muestras no adscritas en los apartados anteriores. Se trata de sedimentos, generalmente de depósitos actuales, que pertenecen a aluviales de afluentes del Guadalquivir (Guadalmellato entre otros). Véase el mapa de situación de --muestras: MAPA nº 1. De ellas la serie 108 y 109 corresponden al arrollo Pegalajares (margen izquierda); 140, --141, 142 y 146 son depósitos del Guadalmellato, y las 164 182 y 194 son de puntos diversos.

Dépositos del arrollo Pegalajares:

Muestras TS-108-2 y Perfil TS-109

Tanto las muestras 108-2, como las del perfil --109, constituyen parte de depósitos aluviales actuales de dos arroyos representativos de la margen izquierda del --Guadalquivir, en el sector más oriental de la zona estudiada:

Comportamiento de los espaciados 001 a bajos ángulos en Å:

TS-108-2

N	Mg	EG
b. ~ 10.5 y b.12y13.5 (máx: 12.6	campana: 14.7 y 16.6 (máx:15.5 y p. 10.4	16.5 y 10.4

Interpretación: el 10.5 es paligorskita. El máximo indica una (M<sub>12</sub>-V), hay además (I-M): solo trazas.

TS-109-1

N	Mg	EG	SO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> /EG
b.12.3 a 13.7 Destacan 12.3 y <u>13.1</u>	b. 14.3 a 16.3	doblete a 17.6 y 18	no hay refle xiones a ba jos ángulos; a excepción de 10 y 7 Å

Interpretación: M + interestratificación s.p. de muy difí  
cil identificación: posiblemente con M + C.

TS-109-2

N	Mg	EG
b.12a13.6 con espa ciado a 10 incluido	b. 15 a 16.2	b. 15.7 a 16.5

Interpretación: (10-14<sub>M</sub>) + (M<sub>12</sub>-V),

TS-109-3

N	Mg	EG
b.12.2 a 14 y p. peq.11	b. irreg.~ 16	17.6

Interpretación: probablemente es una M acompañada de (I-M)

Composición mineralógica:

	108-2	109-1	109-2	109-3
(M <sub>12</sub> -V)	65%		20%	
Montmorillonita		50%		60%
(I-M)	x	x		10%
(10-14 <sub>M</sub> )			76%	
Illita	30%	30%		20%
Mica 2 M	x			
Caolinita	4%	5%	4%	5%
Clorita débil				t
Paligorskita	x			

Indice de cristalinidad de la illita y relación de intensidades:

	108-2	109-1	109-2	109-3
i	10	5	6.5	6
002/001	0.33	0.26	0.35	0.33

Serie de depósitos del río Guadalmellato:

Constituye una serie de muestras de sedimentos - actuales del cauce del Guadalmellato, desde las proximidades a la desembocadura en el Guadalquivir, hasta unos Km. más arriba del cauce.

TS-140

FIG. 37

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å:

N = banda de 25 a 18.7, máximo de 13.5 a 12.3 es una banda. Picos a 11.3, 10.1 y 8.18.

Mg = doblete de 17.3 a 16 (máximo a 16), pequeños picos a 21 y 11.6.

EG = banda entre 14 y 17 de la cual destaca un máximo a 15.4 y un pico a 14. Pico muy pequeño a 11.7.

550° = 9.8 y banda desde los 14 hacia los 10.

Interpretación: (M-V) + C, ha representado extremas dificultades su identificación.

TS-141

N	Mg	EG	550°
14-14.7 b.23, 16.9 y b. all*	14.7	13.7; b. difusa: 17-22 Å	9.81

\*: picos pequeños.

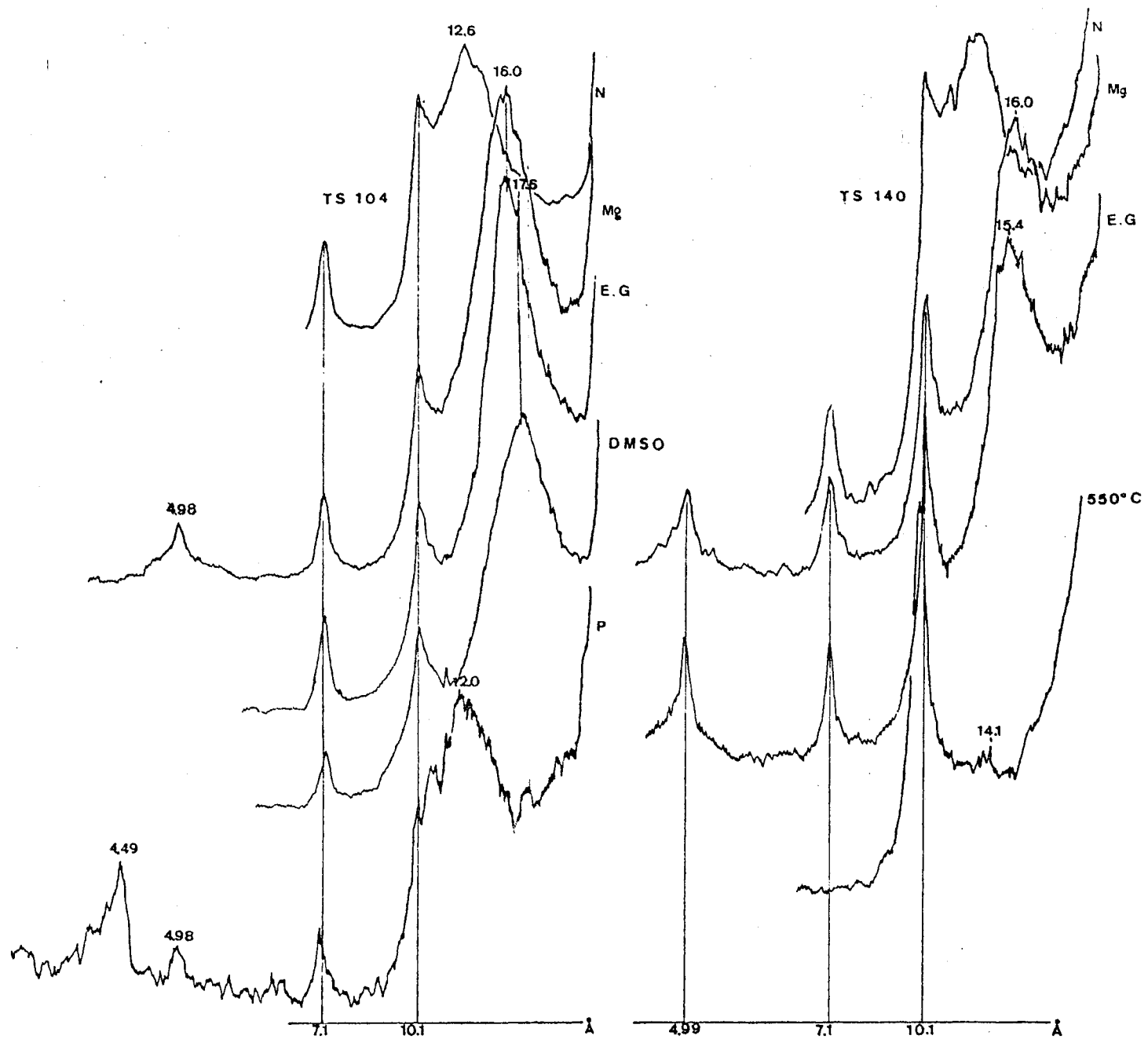


FIG-37

En todos los casos hay un esp. a 7.9, que desaparece al calentar.

Interpretación: Evidentemente hay dos minerales; a 14 Å.: uno a 14 que no expansiona, y una interestratificación que sí expande al EG, en donde algunas láminas son montmorilloníticas. Es de muy difícil interpretación. VER MICULITA + SAPONITAS interestrat. + I-M??.

TS-142

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å:

N	Mg	EG	550°
máx: 10 y otros p. a 14.2, 12.6, 8.58 y 8	14.3	20, 18 y 14.2	9.8 y b.11.7 muy pequeña

Interpretación: V y en muy escasa proporción láminas expansibles interestratificadas. En todos los casos el espaciado a 10 se halla a 9.95.

TS-146-1

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å:

N = banda sobre 22, p. a 15.5, 13.5 (máx.), 12.4, 10 y 8.3 y banda a 10.6. El p. de 7 es una banda.

Mg = 23.5, banda de 17.6 a 14.5 y banda sobre 8.

EG = 23.5, máx. a 16.7, bandas a 7.9 y 8.3, banda a - - 4.25 y pico a 3.4.

El pico máx. es fuertemente asimétrico hacia espaciados altos.

550° = 9.4 y además 17.3 y 13.4, el máx. 9.4 con rampa hacia los 11.7.

Interpretación: montmorillonita acompañada en menor proporción por (I-M), clorita probablemente expansible. Existe además interestratificaciones del tipo (C-V).

Composición mineralógica de esta serie:

	140	141	142	146-1
Montmorillonita				xx
saponita		xx		
vermiculita		xx	15%	
(I-M)		x		x
(C-V)				x
(M-V)	60%			
clorita	15%			x
illita	20%	xxx	60%	x
caolinita	3%	x	x	x
mica 2 M	x		x	
feldespatos	x	x	x	
hidróxidos de Fe		x	x	
interestrat. s.p.			x	

Índice de cristalinidad de la illita y relación 002/001

	140	141	142	146-1
i	5	5.5	5.5	-
002/001	0.34	0.23	0.25	-

Otros depósitos:

TS-164-1

FIG. 38

Es un sedimento que pertenece a una superficie de aterrazamiento muy reciente en el barranco Temple, margen izquierda del Guadalquivir, sector occidental de la zona estudiada.

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å:

N	Mg	EG	550°
b.14~12 (máx:12.9)	▲▲:16y17*; in-	b.~15.7,p.	9.9 y 13.2 este último peq.
b.10~10.7	flexiones:~15	14.2,10.6	
	y 23.2;p.peq.	y 10	
	11.4		
*: doblete ▲▲			

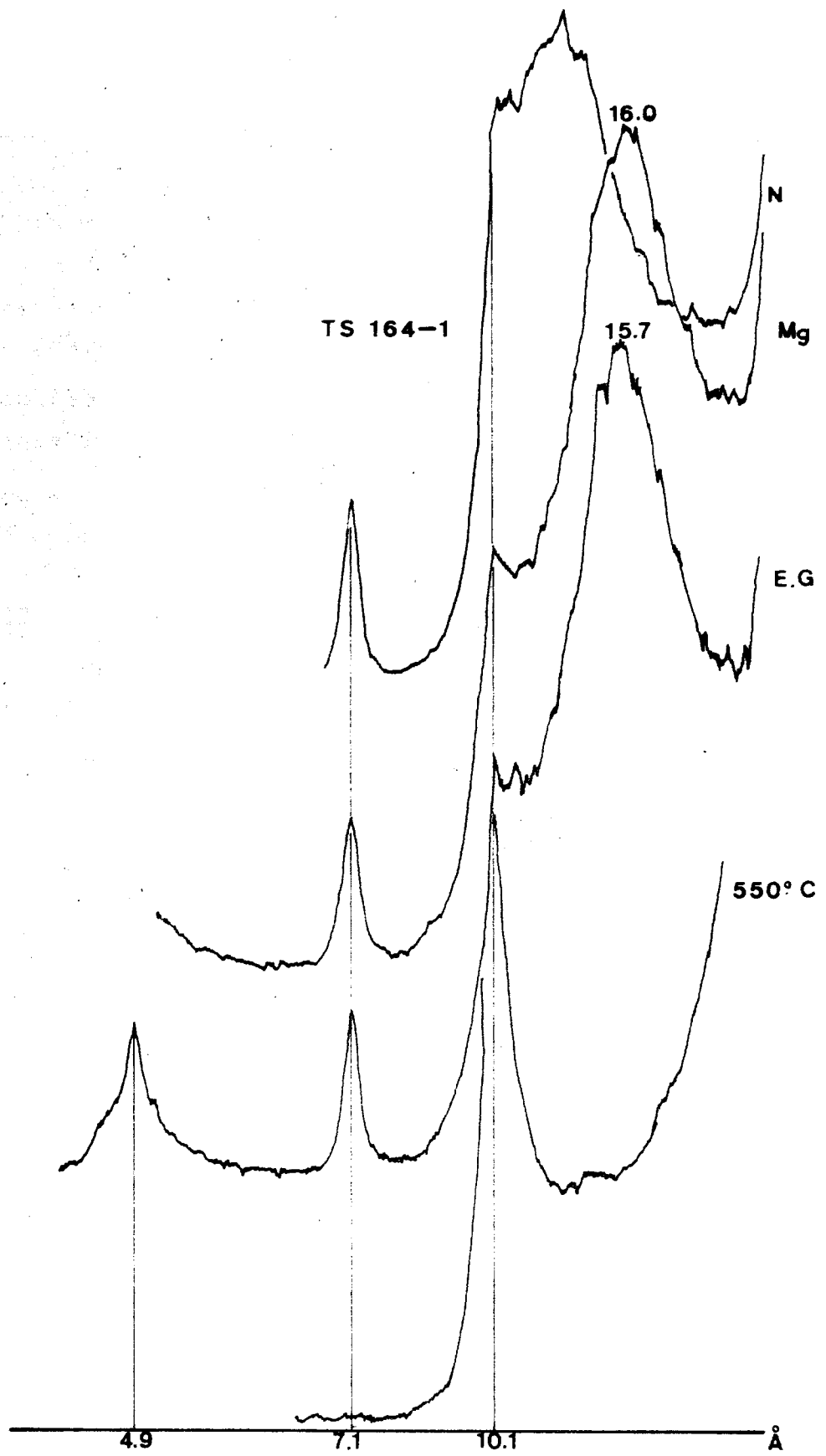


FIG -38

Interpretación: (M-V)s.p. Existen dudas sobre si atribuir la a  $(14_M-14_V)$  o  $(M_{12}-V)$ . Además en pequeña proporción -- hay clorita lábil (que al calentar llega a 13.2). (I-M) y paligorskita.

Composición mineralógica: (M-V) 45%, (I-M) 10%, clorita x, paligorskita 5%, illita 35%, caolinita 5%.

Índice de cristalinidad de la illita 9 y la relación de espaciados 0.35.

#### TS-182

Sedimento actual del cauce de Galapagares, muy arcilloso.

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å:

N = campana de 14.2 a 12 con máximo sobre 13.5. Pequeños picos a 23.5, 17.6 y 10.4.

Mg = máximo a 16.0. Picos pequeños a 14 y 10.5 y 17

EG = banda de 14.9 a 16.3

550° = 9.8 y de muy baja intensidad y 11.4

Interpretación: (M-V), muy análoga a la muestra anterior, pero puede afirmarse se trata de la forma  $(14_M-14_V)$ . Le acompañan además (I-M).

Composición mineralógica: Interestratificación M-V: 55%, I-M: x %, illita: 40%, caolinita: 3%.

Índice de cristalinidad de la illita 8, y la relación de intensidades 002/001 vale 0.33.

#### TS-194

FIG. 39

Sedimento actual, del Barranco de Teba, por el sector más Sur (zona detrítica, ya en la transición hacia el Subbético).



N = 16.4, b. desde 13.9 a 11.9, con máximo sobre -  
12.6 (muy irreg.), pico a 11.1 (además de 10 y  
7. Å.  
Mg = doblete en 16 - y - 17.3, p. a 10.5; otros a -  
25.2.  
EG = máx: 15.4 y 16.8 (es un doblete), además: 29.6,  
y b.: 10.6 - 10.4.  
550° = 13.7 y máx. a 9.8  
SO<sub>4</sub>H<sub>2</sub>/EG = Practicamente no queda nada a bajos ángulos; -  
picos a 10 y 7.

Interpretación: posiblemente se trata de interestratificaci  
ción expansible (Sm-V). Pero hay además Clorita, (I-M), y  
Paligorskita.

Composición mineralógica global: Interestrat. V-Sm: 60%?,  
I-M: 10%?, Illita: 20% o menos, Clorita: 10%, Caolinita:-  
trazas?, Paligorskita: trazas, Dolomita: x.

Indice de cristalinidad y relación de intensidades de las  
reflexiones 002/001, de las illitas, son: 5 y 0.26 respec  
tivamente.

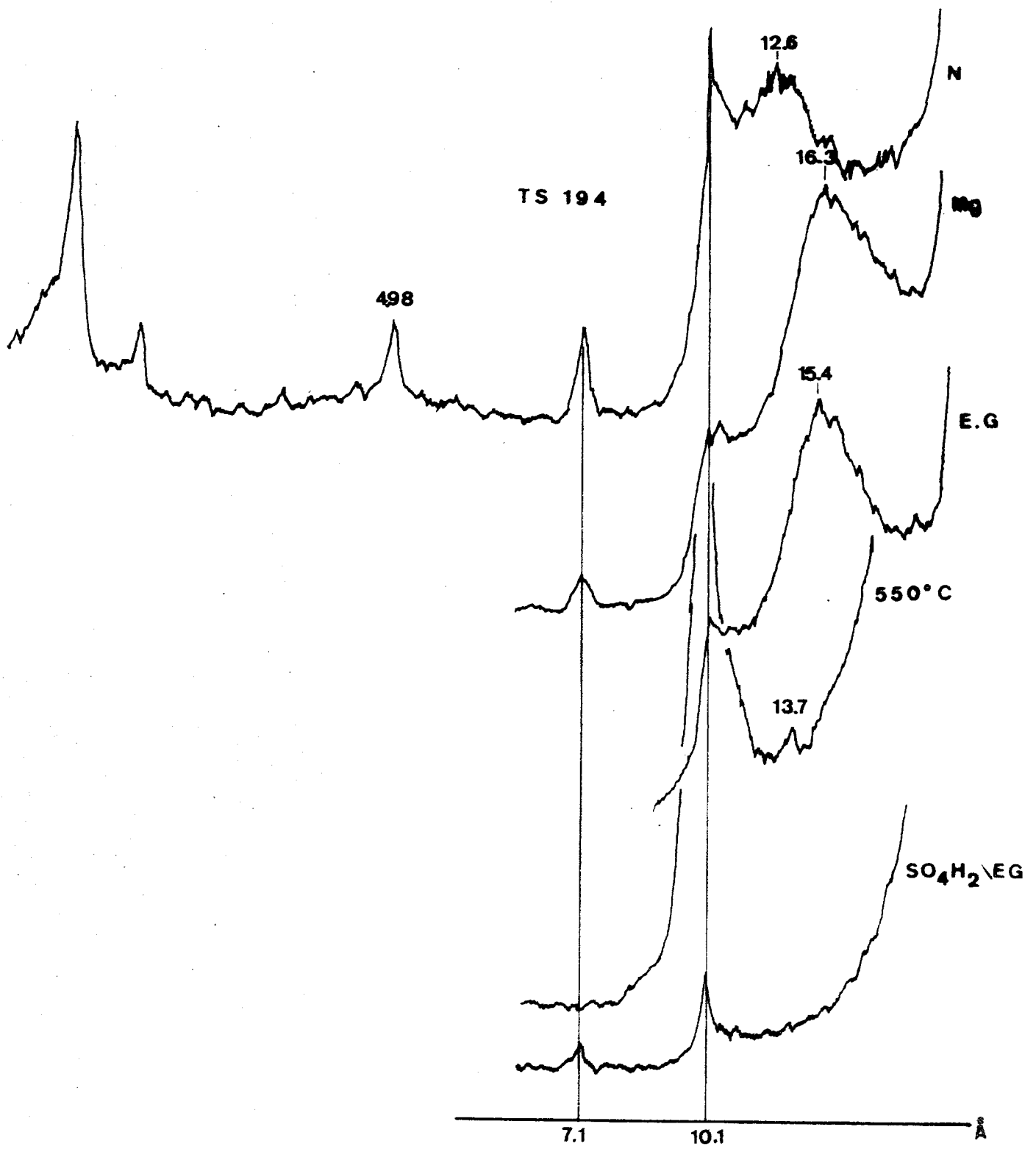


FIG - 39

CONCLUSION SOBRE LOS ESPACIADOS ALTOS: SEDIMENTOS NO ESPECIFICADOS, SOBRE DEPOSITOS RECIENTES Q<sub>3-2</sub>.

Muest.	M	V	C	Pal	M <sub>12</sub> -V	10-14 <sub>M</sub>	I-M	C-V	M-V	Sap
108-2				+	+		+			
109-1	+						+			
109-2					+	+				
109-3	+		t				+			
140									+	
141		+					+			+
142		+								
146-1	+		+				+	+		
164-1				+	+		+		+	
182							+		+	
194				+	+		+		+	

CONCLUSION: -Es dominante la interestratificación (I-M) y muy frecuente M-Vermic. s.p.

-La clorita se comporta de forma muy variable y suele estar presente.

-Montmorillonita aislada y a veces vermiculita también aparecen.

De modo esquemático la tabla resume un somero análisis semicuantificado; sobre un total de 12 muestras:

- I-M = 8
- V-M = 2 +4
- M = 3
- Sap = 1
- V = 2
- Paly. = 3
- Clorita = 6
- C-V = 1

### 5-3. ARCILLAS EN SUELOS

-460-

#### 5-3.1 SUELOS PARDOS, RENDZINIFORMES Y AFINES SOBRE SEDIMENTOS DE OLIGOCENO Y MIOCENO DETRITICOS, GENERALMENTE.

En la serie que a continuación se describe, demuestras de horizontes edáficos, los perfiles se desarrollan sobre materiales de edad distinta, por lo que se especificaran en cada caso, y el orden de exposición es numérico.

#### TS-020-1

Constituye el horizonte A<sub>3</sub>-B pardo de un suelo desarrollado sobre la Terraza 2<sup>a</sup> del Guadalquivir. El comportamiento de las reflexiones a bajo ángulo en Å es:

N	Mg	EG	SO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> /EG
b.12.9 y 10	b.14.7 a 16.3 y 20.5	b.desde 13.6 hacia ángulos bajos y 10 Å	13.18 y 11 pequeños.

Interpretación: (10-14<sub>v</sub>) irreg.? tipo triocta.

Composición mineralógica: (no pueden darse porcentajes).

(10-14<sub>v</sub>) irreg. illita caolinita clorita cuarzo otros  
+ ++ + + t x

Indice de cristalinidad y relación 002/001: 6.5 y 0.35 ,  
respectivamente.

#### Perfil TS-075

El perfil, desarrollado sobre calcarenitas y calizas arenosas del Oligoceno, contiene además dos niveles arcillosos como horizontes C, de características análogas de las muestras TS-068-1, y -2, y es un suelo pardo:

Comportamiento de las reflexiones 001 a bajos ángulos en Å.

Muest.	N	EG	550°	Interpret.
075-1	b.~15.2 el de 10 queda incluido	16.3 y 10	9.8;b.hacia 11	(I-M)x
075-2	14.0, incluyendo el de 10	16.0 y 10	9.8 y b. hacia 11	(I-M)x

Composición mineralógica:

	075-1	075-2
(I-M)	85	80
clorita	2	3
caolinita	8	10
mica	x	
cuarzo	x	x

Los índices y las relaciones de intensidades son:  
índice = 10 y relación 002/001 = 0.40, en ambas.

Muestra TS-097-1

FIG. 21 (pag. 289)

Constituye el horizonte B de un suelo pardo oscuro, sobre Oligoceno, transición al Mioceno detrítico de - Calcarenitas bioclásticas, del sector meridional.

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å.

N	Mg	EG
b.Åa 13.6, incluido 10.5Å. b.8.33 v.w. 6.40vw.b.3.27-3.32 3.18 v.s.	camp.16.05 y 10.5	19.2 y b.16.3-17.7 (máx. 16.3). [En el diagrama-calentado hay b. difusas no medibles y máx. 9.7.]

Interpretación: Parece una montmorillonita, + interestrat. tipo (I-M)x.

Composición mineralógica:

	097-1
Montmorillonita	50
Illita	35
Caolinita	5
Clorita	3
Mica s.p.	x
Ortosa	x
(I-M)x	>5
Otros interes.	+

Indice = 7, y relación 002/001 de las illitas = 0.30

Perfil TS-099

Constituye dos muestras de los horizontes B y A, del suelo pardo muy oscuro, (con caracteres de rendzini--forme), sobre depósitos detríticos del tránsito Oligoceno Mioceno, de biocalcarenitas amarillas.

Comportamiento de las reflexiones 001 a bajos ángulos en Å.

Muest.	N	Mg	EG	550°	Interpretación
099-3	12.8▲	15.4	15.8	10, b: $\widehat{11}$	(I-M)x, + 1*
099-2	12.7	15.6	15.7	10, b: $\widehat{11}$	(I-M)x, + 1*

1\* : En ambas muestras cabe la presencia (en % bajo), de interestratificados con V: (I-V). El espaciado a --10 Å queda incluido en la b. máx.: Típico de (I-M)<sub>x</sub>

Composición mineralógica:

	(I-M) <sub>x</sub>	lám.-vermic.	Illita	Caolinita	Cuarzo	Mica
099-3	70	10?	0?	5†		x
099-2	80	10?	0?	6	x	x

Muestra TS-114-2

Es un suelo tipo A/C, negro y rendziniforme, sobre areniscas amarillas de la serie del Mioceno Superior.

Comportamiento de las reflexiones frente a los tratamientos, a bajo ángulo en Å.

N	Mg	Mg/EG	N/EG
12.3, incluido el de 10Å	b.12.1a13.8 p.10	16.8 y b.10.9	16.8 $\widehat{17}$ y 10Å, - otros: 8.9

Interpretación: es muy difícil. Hay dos fórmulas: I-M, y (10-14<sub>v</sub>), presentes ambas, además (C-V)REG.

Composición mineralógica:

(I-M)	(10-14 <sub>v</sub> )	(C-V)reg.	Fire-Clay	Clorita-Fe
+++	+	+	+	+

\*: con C posiblemente expansible.

Los índices y la relación de intensidades no son medibles.

Perfil TS-126

FIG. 40

Es un perfil de suelos pardos, con un nivel de horizonte cálcico intermedio, desarrollado sobre areniscas amarillas del Tortoniense Superior.

Comportamiento de las reflexiones 001 a bajos ángulos en Å.

Muest.	N	Mg	EG	550	Inter.
126-1	b.12.9 a 14	b.~16	15.5	9.7	(M <sub>12</sub> -V)
126-2	b.13.1a14.7 b.10 a 12	15.7-17.3	14.8-16.3	9.9	(M <sub>12</sub> -V)

Composición mineralógica:

	(M <sub>12</sub> -V)	(I-M)x	Illita	Caolinita	Cuarzo
126-1	65%	poca	30	3	
126-2	58%	5	35	1	t

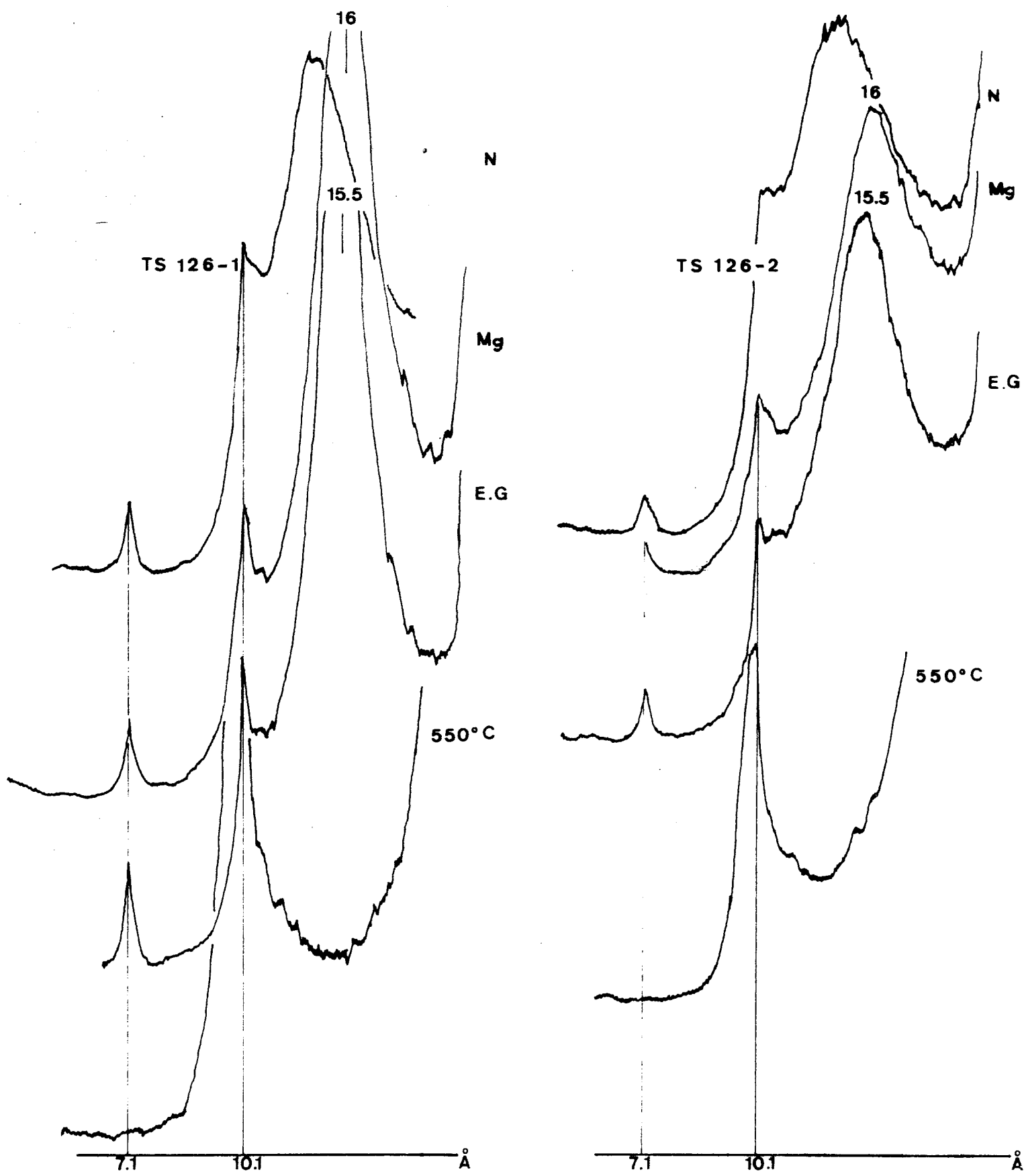


FIG. 40



Indices y relación 002/001

	126-1	126-2
i	6.5	6
002/001	0.43	0.34

Muestra 131-2

FIG. 41

Constituye el horizonte B de un suelo pardo-verdoso, sobre areniscas muy arcillosas con moscovita, del Mioceno detrítico de las facies N.

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å.

N	Mg	EG	550°
p.14Å y b.10 a 12	b. ~15.9	b. a 15.9	9.81 y b. o inflex.

Interpretación: como en el caso del perfil anterior es -- (M<sub>12</sub><sup>-V</sup>).

Composición mineralógica:

(M <sub>12</sub> <sup>-V</sup> )	(I-M)x	Illita	Caolinita	Clorita
60	6?	30	2	2

Indice 7, y relación 002/001, 0.45

Perfil TS-153

Es un suelo arcilloso, pardo-amarillento a verdoso, con características no vérticas, sobre arcillas margosas, probablemente remezcladas con coluviones.

Comportamiento de las reflexiones 001 a bajos ángulos en Å.

Muest.	N	Mg	EG	550°	SO <sub>4</sub> /EG
153-1	12.5, incluye 10 Å	15.7 y 10Å	16y10Å	9.3yb.11	13.3 <sup>12.8b.</sup> (11.7); 10.39 b.
153-2 (* )		15.4 y 10Å	15.4 y 10 Å	9.3yb.11	b.7.43 y 7.1

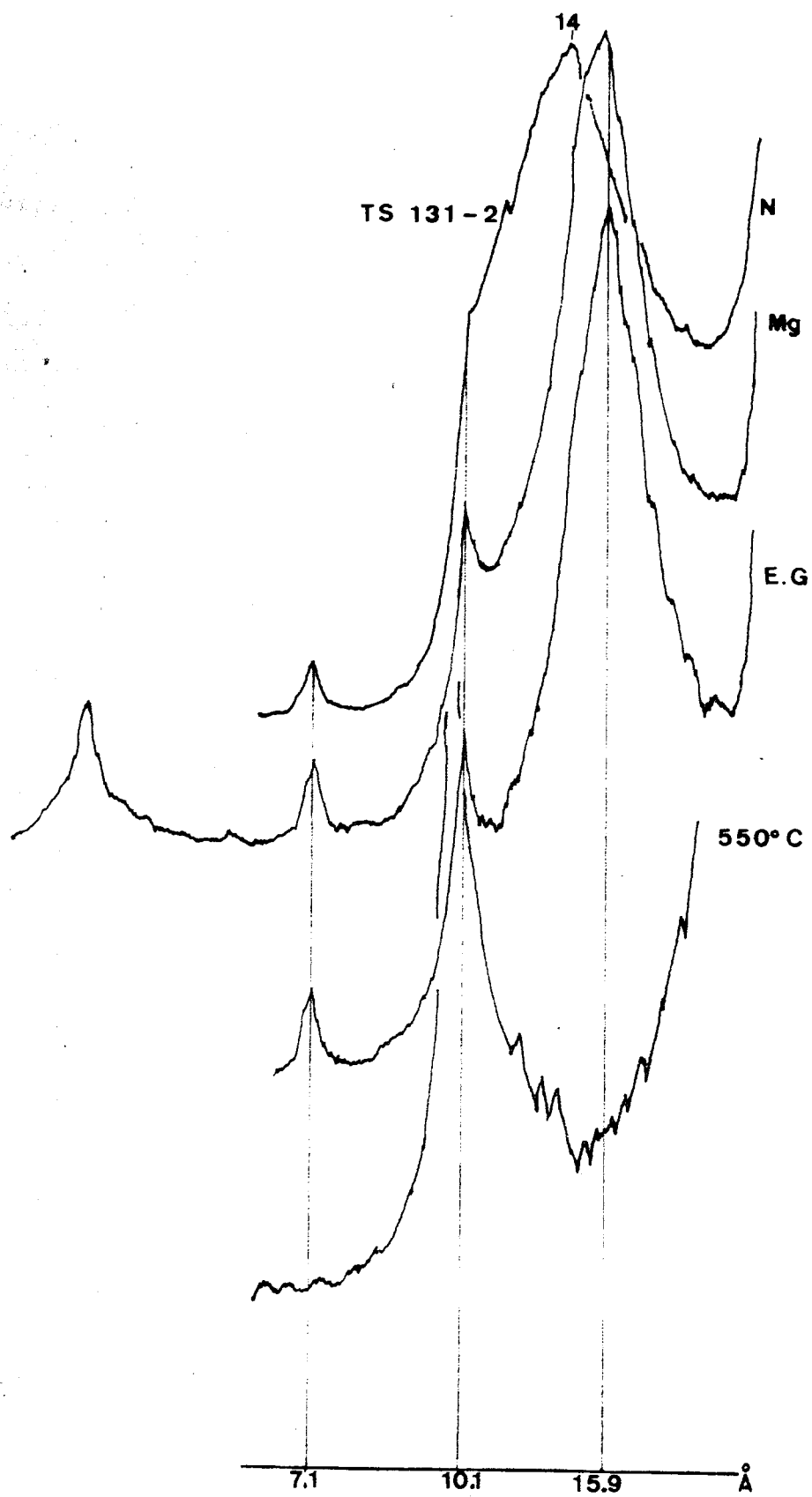


FIG. 41

Interpretación: En ambos casos se trata de (I-M)x%.

	(I-M)x	Caolinita	Paragonita	Illita
153-1	90	10		?
153-2	85	10	x?	?

	153-1	153-2
i	—	—
002/001	—	—

(\*): Nota: en la muestra -2, Polvo: con Illita diocta y - paragonita.

La (060) indica: 1.627 : ?  
 1.493 : I-M?, mica sp.

Muestra 161-2

Es una muestra un tanto particular: pertenece al horizonte C de un suelo pardo, muy arcilloso, desarrollado sobre margas del Tortoniense Superior, posiblemente con aportes alóctonos. Son realmente niveles con estratificación. (sedimento ?).

N	Mc	EG	550°
12.4	15.7	15.7	~ 9.8 Å

La interpretación: (M-V).

Composición mineralógica:

	161-2
(M-V)	50% ?
Illita	47%
Caolinita	2%
Paligorskita	trazas
Cuarzo	"
Dolomita	"

Indice de cristalinidad: 9.5 y relación 002/001: 0.36.

Nota: La illita es triocta.

Hay un grado notable de desorganización entre -- las láminas, tanto del interestratificado como de los demás minerales, como se observa por los espaciados en las reflexiones de series no basales (es decir, no las 001).

Perfil TS-184

Suelo negro, o pardo muy oscuro, sobre areniscas y margas detríticas del Oligoceno-Mioceno, en la zona S-E. 184-1 es un C.

Comportamiento de las reflexiones 001 a bajos ángulos en Å.

Muestra	N	Mg	EG	550°	SO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> /EG
184-1(*)	12.8-13.5	12.3-14.4	10,y 15.5b.	9.	No da nada
184-2(*)	14.4-14	b.11-14	b.11-14	9.7	No da nada

(\*): siempre incluyen el de 10 Å, excepto EG de la -1.

Interpretación: la 184-1 corresponde a:

La 184-2 corresponde a la mezcla (10-14<sub>V</sub>) + (I-M)x, la -- primera irreg.

Composición mineralógica:

	(10-14 <sub>V</sub> )	(I-M)	Illita	Caolinita	Otros inter.
184-1	+	+	?	+	-
184-2	+	+	?	+	-

Nota: Con respecto a estas dos muestras, la bibliografía consultada expone las siguientes soluciones aplicables aquí: (10-14<sub>V</sub>)-V, (10-14<sub>V</sub>)irreg., y (10-14<sub>V</sub>).

Nosotros proponemos una fórmula más generalizable - del siguiente tipo: (Para la totalidad de la muestra):

$$[(10-V)-V] \text{ irreg.} + \text{Caolinita} + (I-M)$$

Muestra TS-193-a

FIG. 43 (pag. 481)

Es una rendzina sobre areniscas y calcarenitas - de los niveles detríticos, del Oligoceno-Mioceno en la zona S-E. La muestra es del horizonte A.

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å.

N y Mg	Mg/EG	$\Delta 550^\circ$	Interpretación
	b.19.1-17.3++		**
		15.3	**
13.8	~14.3	13.1	Clorita
b.12.3	(10.5)	12	**
10.5+	10.05+		Illita
		9.7+	

\*\* : Parece tratarse de una posible Clorita-Vermiculita con tendencia a Regular, o una (C-Sap)Reg.\*

Indice de cristalinidad de la illita 7, y la relación 002/001 es 0.26.

\*: es muy difícil su identificación. No se indican valores cuantitativos por análogas razones.

SUELOS PARDOS Y RENDZINIFORMES

CONCLUSION SOBRE LOS ESPACIADOS ALTOS

Muest.	M	V	C	Pal	I	K	(10-14 <sub>V</sub> )	(I-M) <sub>x</sub>	(M <sub>12</sub> -V)	(M-V)	otros
020-1			+		x	x		+			
075-1			+		o	x			+		
075-2			+		o	x			+		
097-1	+		+		x	x			+		
099-3		?			o	x			+		(2)
099-2		?			o	x			+		(2)
114-2			++		o	x	+		+		(1)
126-1					x	x			+	+	
126-2					x	t			+	+	
131-2			+		x	x			+	+	
153-1					o	x			+		
153-2					o	x			+		
161-2				t	x	t				+	
184-1					o	x	***	+	+		
184-2					o	x	***	+	+		
193-a			+		x	o					(3)

Notas: (1): (C-V) REG. donde la C es lábil, expansible.  
 (2): (I-V) Irreg.  
 (3): (C-V) o bien (C-Sap), como 2 posibles soluciones.

\* : en la 114-2, la Clorita es férrica

\*\* : acompañada de láminas de V: (10-14<sub>V</sub>)-V, según fórmula en bibliografía.

- En conjunto se advierte el predominio de (I-M)<sub>x</sub>
- La Clorita es frecuente.
- El resto de interestratificaciones sobre todo: Illita-Vermiculitas.
- El esquema semicualificado: (total de 16 muestr.):

(I-M)<sub>x</sub> : 13

(I-V)<sub>sp</sub> : 6

(M-V)<sub>sp</sub> : 4

C (en dos casos interestrat.): 7

I en 9 casos está interestratificado.

K falta, practicamente en 4 muestras.

5-3.2. SUELOS VERTICOS Y SUBVERTICOS (GENERALMENTE SOBRE MIOCENO MARGOSO-ARCILLOSO)

Perfil TS-009

FIG. 42

La totalidad de las muestras de este perfil, corresponden a un suelo vértico muy arcilloso, desarrollado sobre margas verdosas del Tortoniense Superior.

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å:

Muest.	N	Mg	EG	550°	Interpret.
009-1	(b.) sobre 14.9	15	16.8	9.8	Ms
009-2	15.2	16.6	17.1	9.8	Ms
009-3	(b.) 12.9 a 14.3	16.3	16.3	9.9	(V-M <sub>12</sub> )
009-4	(b.) sobre 14	16	16	9.8y 13.8	(V-M <sub>12</sub> ) + C

Se ha realizado dos diagramas de polvo, cuyas reflexiones 060 corresponden a:

009-1: 1.499 = M, e I (1Md, 1M)

009-3: 1.535 = V, y M triocta

1.499 (banda) = mezcla de moscovita más illita - -  
(1Md, 1M)

En la muestra 009-4, la caolinita aparece desordenada según el eje b.

Composición mineralógica:

	009-1	009-2	009-3	009-4
Ms	60%	50%		
(V-M <sub>12</sub> )			50%	40%
Clorita	t	t	t	8%
Illita	35%	30%	30%	30%
Caolinita	5%	10%	15%	4%
Cuarzo	t	t		x
(I-M)		x	t	t
Mica			x	x

Indice de cristalinidad de la illita y relación de intensidades:

	009-1	009-2	009-3	009-4
i	10	4.5	8.5	10.4
002/001	0.35	0.38	0.37	0.36

Composición mineralógica de los limos:

	009-1	009-2
Cuarzo	xxx	xxx
Dolomita	xx	xx
Moscovita	x	x
Feldespatos	x	x

TS-019-1

Se trata de un perfil muy homogéneo, de suelos - vérticos sobre margas del Tortoniense Superior. Las muestras 019-1 y 019-2, forman parte de horizontes A, y son idénticas.

Comportamiento de la reflexión 001, a bajos ángulos en Å:

N	Mg	EG
(b.) 11.9 a 18; y 10, máx: 15.2	b. sobre 15.2, e inflexión a 10.4	15.6

Interpretación: La bibliografía suele citar fórmulas complejas de 3 láminas asociadas a láminas aisladas, en diagramas cuyos espaciados y diseño es muy semejante a esta muestra. Así citan:  $I + (10-14_M) - 14_M$ , en THOREZ 1975, y  $-- I + (10-14), (V)$ , según THOREZ 1967.

Nosotros sugerimos una interestratificación de - Illita con láminas expansibles de Montmorillonita o Saponita, de muy baja expansibilidad, (en tres láminas?).



Composición mineralógica: interestratificación illita- -  
-Mont. 60%?, illita 30%?, caolinita 10%?, dolomita +.

Indice de cristalinidad de la illita 8.5 y relación 002/  
 /001: 0.55.

Perfil TS-054

FIG. 45 y 46

La totalidad del perfil corresponde a un suelo -  
 de características vérticas muy arcilloso, cuyos horizon-  
 tes superiores (muestras -1 y -2) corresponden en reali-  
 dad a aportes edáficos coluvionales. Se desarrolla sobre-  
 arcillas y margas grises del Tortoniense Superior.

Comportamiento de la reflexión 001, a bajos ángu-  
 los en Å:

Muest.	N	Mg	EG	550°
054-1	(b.) sobre 13.7	(b.) 15 a 17	(b.) 18 a 19.6; 14	10 y 13.9
054-2	(b.) sobre 14	15.5	(b.) 17 a 19	
054-3	(b.) 13 a 14	(b.) 14.3 a 16	(b.) sobre 18.2	10 y 13.9
054-4	(b.) 12.8 a 15.5 pico sobre 16.3	(b.) sobre 16	17.6	
054-5		(b.) 15.2 a 16	18	
054-6	14.4 (b.)	15.7	18	9.98
054-7	(b.) 11.9 a 14.2	15.7	17.3	
054-8	(b.) 12.6 a 14	15.6	17.6	
054-9	(b.) 12 a 14.5	(b.) 14.2 a 16.3	(b.) sobre 18.5	

Interpretación: Gran parte del perfil contiene montmori-  
 llonita de suelos: Ms. Las muestras -1, -2 y quizás la -9,  
 presentan una elevada expansionabilidad al EG (superior a  
 18.2), y se pueden interpretar como interestratificación-  
 de (Clorita + Saponita) ± regular (con tendencia a la -  
 regularidad), siendo la clorita expansible: (Cg-Sap)REG.

Hay que tener presente que las Sap. sódicas expansionan mucho, y que el  $Mg^{++}$  interlaminar puede a veces cohartar la expansionabilidad frente al EG de las mismas. Por ello proponemos la solución expuesta, donde la baja expansionabilidad de la Sap. se ve compensada con la tendencia a la irregularidad, en tres láminas a 17-14-17 Å.

Composición mineralógica:

< 2 μ	054-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
Ms		?	55%	52%?	62%	74%	60%	65%	?
Illita	40%	45%	35	40	30	22	35	32	27%
Caolinita	8	9	5	6	6	3	9	5	3
Clorita	5	2	5	x	t			t	t
Cuarzo	x	x	x	x	x	x	x	x	x
(I-M)	x	x	x						
(C-Sap)?	++?	++?							++++?

Indices de cristalinidad de la illita y relación 002/001:

	054-1	2	3	4	5	6	7	8	9
i	7	9.5	6.5	6	5.3	6	9	8	6.5
002/001	0.33	0.33	0.36	0.38	0.4	0.36	0.32	0.37	0.33

Composición mineralógica de los limos de este perfil:

	054-2	054-5	054-6
Moscovita		2%	3%
Caolinita	4%	1%	
Dolomita		2%	x
Feldspatos			t
Cuarzo	95%	80%	65%
Calcita		15%	30%

Perfil TS-085

Es un perfil de suelos vérticos desarrollados sobre margas con intercalaciones arenosas del Mioceno Superior. El horizonte -5 es un C bastante arenoso, la muestra -6 corresponde a un B muy arcilloso; y la muestra -7, es el horizonte A.

Comportamiento de la reflexión 001, a bajos ángulos en Å:

Muestra	N	EG	550°	Interpretación
085-5	14.4	15.7	9.8 y 13.9	(M <sub>12</sub> <sup>-V</sup> ) + C
085-6	14.4	15.5	9.8 y 13.9	(M <sub>12</sub> <sup>-V</sup> ) + C
085-7	14.2	15.7	10 y 13.8	(M <sub>12</sub> <sup>-V</sup> ) + C

Las (060) muestras = 0.37 Å = (I-M)?  
0.322Å = K

Composición mineralógica:

	085-5	085-6	085-7
(M <sub>12</sub> <sup>-V</sup> )	60%	65%	55%
Clorita	x	x	x
Illita	35%	30%	40%
Caolinita	5%	4%	3%
Cuarzo	t	x	

Indices de cristalinidad de la illita y relación 002/001:

	085-5	085-6	085-7
i	6	11	8
002/001	0.2	0.39	0.35

Perfil TS-107

FIG. 47

Es un perfil de suelos vérticos, con un horizonte A, evolucionado por enriquecimiento de materia orgánica, y aportes de un fluvent.

Comportamiento de la reflexión 001, a bajos ángulos en Å:

Muest.	N	Mg	EG	550°	Interp.
107-2	(b.) 12.6 a 13.6 incluye el 10 Å	16	(b.) ~16.8	9.8 y 14	M + C
107-3	(b.) 12.2 a 14 incluye el 10 Å	(b.) ~16.8	(b.) ~16.8	9.9	M

Un polvo de 2 μ de la 107-3 nos da las siguientes reflexiones 060: b. triangular de 1.497 a 1.496 = I, -hidrómica (hidromoscovita sp) y montmorillonita cloritizada. Los demás picos señalan: micas, interestratificado -- (I-M), y montmorillonita con impurezas entre láminas, (probablemente de naturaleza clorítica).

Composición mineralógica:

	107-2	107-3
Montmorillonita	40%	60%
Clorita		x
Illita	25%?	20%
Caolinita	5%	6%
Mica		x
(I-M)	30%?	10%

Indices de cristalinidad de la illita y relación-002/001

	107-2	107-3
i	7	7
002/001	0.36	0.34

Perfil TS-108

Los horizontes 108-4 y -5 constituyen un perfil-neofluvent, desarrollado, sin embargo sobre materiales de alteración muy arcillosos, procedentes de margas del Tortonense. La roca madre constituye la muestra 108-3 (vease los sedimentos 4-2.3).

Se describen de muro a techo (el -4 es el B, el -5 es el A).

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å:

Muestra	N	Mg	EG	550°	Interpret.
108-4	13.4	15.7	16.0		(V-M <sub>12</sub> )
108-5	(b) 12.3-14.7	15.6	17.5	9.8	Ms

Composición mineralógica:

	108-4	108-5
Montmorillonita S. (V-M <sub>12</sub> )	20%	15%
Illita degradada	70%	80%
Caolinita	5%	3%
Palygorskita		x

Indices de cristalinidad de la illita y relación 002/001:

	108-4	108-5
i	7	8
002/001	0.38	0.27

Perfil TS-128

Es un suelo de características subvérticas, muy oscuro desarrollado en vaguadas, sobre margas del Tortoniense Superior, y que acusa en su composición la proximidad de la terraza roja (3ª terraza) sobre el Guadalquivir.

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å:

Muestra	N	Mg	EG	550°
128	(b.) ~13.5	(b.) ~16.5	(b.) ~16.5	9.8 y 12.3 pequeñísimo

Interpretación: Parece ser (V-M<sub>12</sub>), y muy baja proporción de (14<sub>C</sub>-14<sub>M</sub>).

Composición mineralógica: (V-M<sub>12</sub>) 50%; Illita - 35%; (V-C) 5?%; Caolinita 6%; Cuarzo trazas.

Índice de cristalinidad de la illita 7 y relación de intensidades 0.5.

Perfil TS-148

FIG. 43 (pag.481)

Es un perfil vértico, bastante oscuro desarrollado sobre margas del Tortoniense Superior.

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å:

Muestr.	N	Mg	EG	Mg/550°	N/Δ550°
148-1	13.0	16	(b.)14.9 a 16.3	9.8 y 12.3	máx:9.8 y (12.3)
148-3		16.3	17.6 y 31.5	(b.)29.4 a	máx:9.8 y (12.3)
		(b.)10.7		22;13.3,--	
				11.6 y máx	
				a <u>9.8</u>	

En la 148-1 hay un DMSO con b. desde 17.1 y pico a 11.3.

Interpretación: en la muestra -1, hay (14<sub>C</sub>-14<sub>M</sub>) (b. 12.3 al calentar), también hay (I-M) al 60% en M. En la muestra 148-3 hay Ms (el pico máximo); clorita, y además espaciados a 19.8, 12.9, y 10.7, que aparecen en el Mg y EG, prácticamente sin variaciones se atribuyen a interestratificaciones no expansibles. La b. de 29.4 a 22, al calentar el Mg<sup>++</sup>, se podría atribuir a C-Sap en tres láminas irregulares, con la C hinchable, pero el A.O.-- N/Δ550° no muestra tales b. por lo cual no es posible admitir una solución sencilla.

Composición mineralógica:

	148-1	148-3
Montmorillonita de suelos (14 <sub>C</sub> -14 <sub>M</sub> )	40%	xx
(I-M) 60% M	15%	
Clorita		x
Interest. (C-Sap)		xx
Illita	35%	xx
Caolinita	7%	x
Impurezas	x	

Indices de cristalinidad de la illita y relación 002/001:

	148-1	148-3
i	7	6
002/001	0.35	0.28

Perfil TS-149-3

Constituye el horizonte B/A de un suelo subvértico pardusco, desarrollado sobre areniscas y arcillas en alternancia del Tortonense Superior.

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å:

N	Mg	EG	550°
14.2 Å	14.2 Å	14.8 Å	~9.7 Å

En todas, la reflexión a 10 Å queda incluida.

Interpretación: Es una (I-M) 60% en M.

Composición mineralógica: Vermiculita x; (I-M) = 80%; Illita ?; Palygorskita x (poca); Caolinita 3%.

Índice de cristalinidad de la illita ?, y relación 002/001 ?. No son medibles.

Nota: en todos los casos un espaciado a 10.5 permanece invariable, que indica la Palygorskita.

Perfil TS-159-2

FIG.43 (pag.481)

Suelo de características vérticas sobre margas del Tortonense.

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å:

N	Mg	EG	550°	Interpr.
12.2 con <u>in</u> flexión a 10	16 y 10	16 y 10	doblete 9.6 y 9.8; 12.9	(10-14 <sub>M</sub> )

Composición mineralógica: (10-14<sub>M</sub>) 90%, Caolinita 8%, impurezas.

Índice de cristalinidad de la illita 8.5 y relación 002/001: 0.48.

TS-183

FIG. 44

Suelo vértico sobre arcillas del Tortonense.

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å:

N	Mg	EG	550°
(b) 11.3 a 13.5 <u>in</u> cluye el de 10 Å	(b) 10 a 14	(b) 10 a 16 p. a 14	(b) 9.8, p.a 10.9

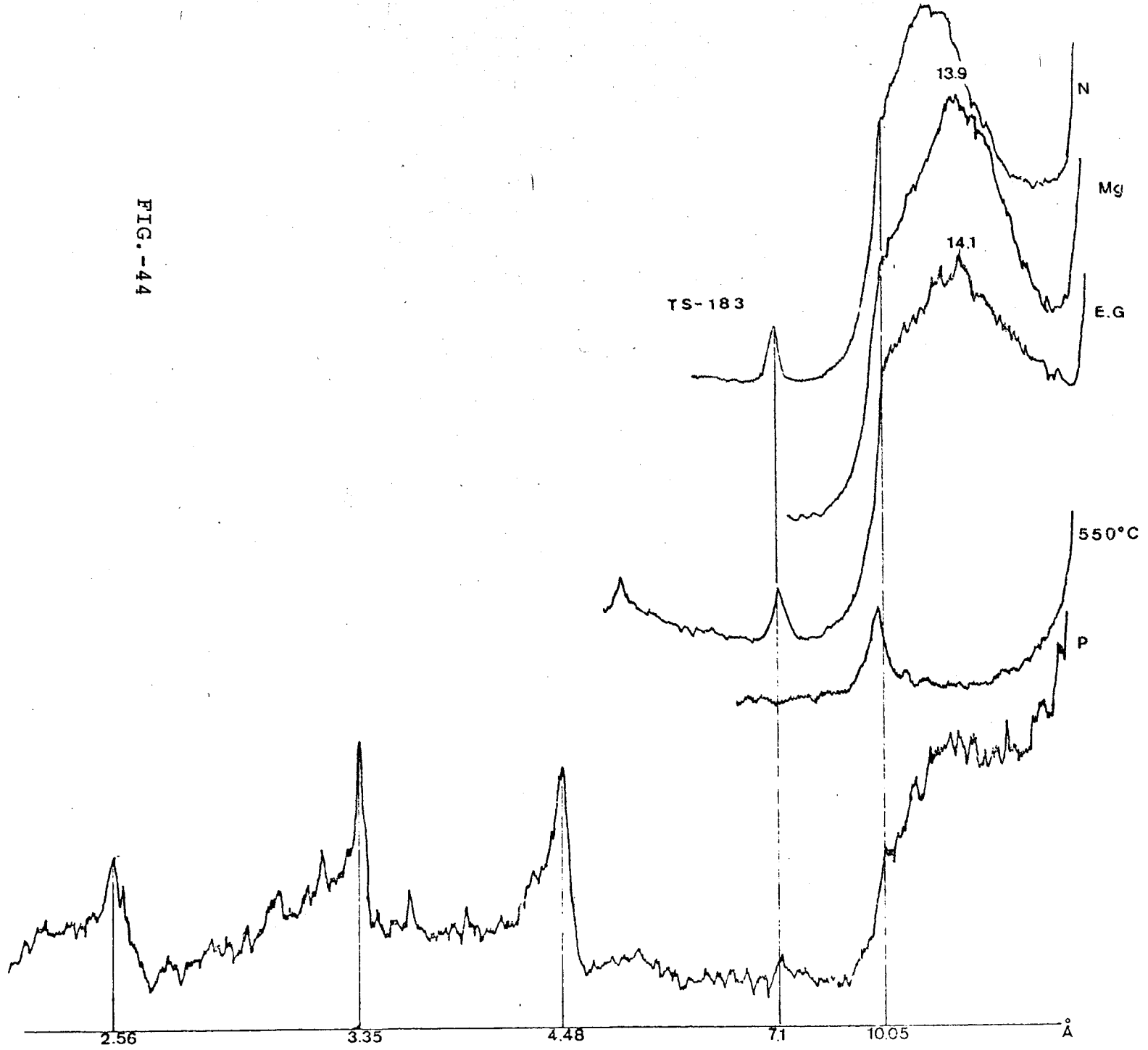
Interpretación: Puede ser o bien (10-14<sub>M</sub>) o bien según bibliografía (10-14<sub>V?</sub>-14<sub>M</sub>), es decir: con láminas a 14 Å no expansibles saponíticas o vermiculíticas. Hemos optado por la 2ª solución = Illita a 10 Å y láminas de baja o prácticamente nula expansionabilidad (Saponita).

Un polvo de 2 μ, presenta una reflexión 060 a:  
1.499 = (10-14<sub>M</sub>)

Composición mineralógica: (10-14<sub>M</sub>) o (10-14<sub>Sap?</sub>) 90%, Caolinita 8%, impurezas.



FIG.-44



Perfil TS-189

FIG.43 (pag.481)

Suelo vértico, sobre margas del Tortonense.

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å:

Muestra	N	Mg	EG	550°
189-1	12.3 y 13.2	(b)15.2 a 16	16.0	(b)9.4 a 9.7
189-3	(b)12 a13.5	15.7	15.7	<u>9.7</u>

DMSO de la 189-3: pico a 12.6 y banda con máximo sobre los 18.8.

Interpretación: Parece tratarse en ambos casos de (M-V) - irreg. con la V de baja carga; o bien (Saponitas-Vermiculitas) con V de baja q. y tendencia a regular.

Composición mineralógica:

	189-1	189-3
(M-V)	60%	55%
Illita	30	35
Mica	+	+
Caolinita	>2	~4
Cuarzo		+
Dolomita	+	+

Indice de cristalinidad de la illita y relación-002/001:

	189-1	189-3
i	5.5	7
002/001	0.3	0.4

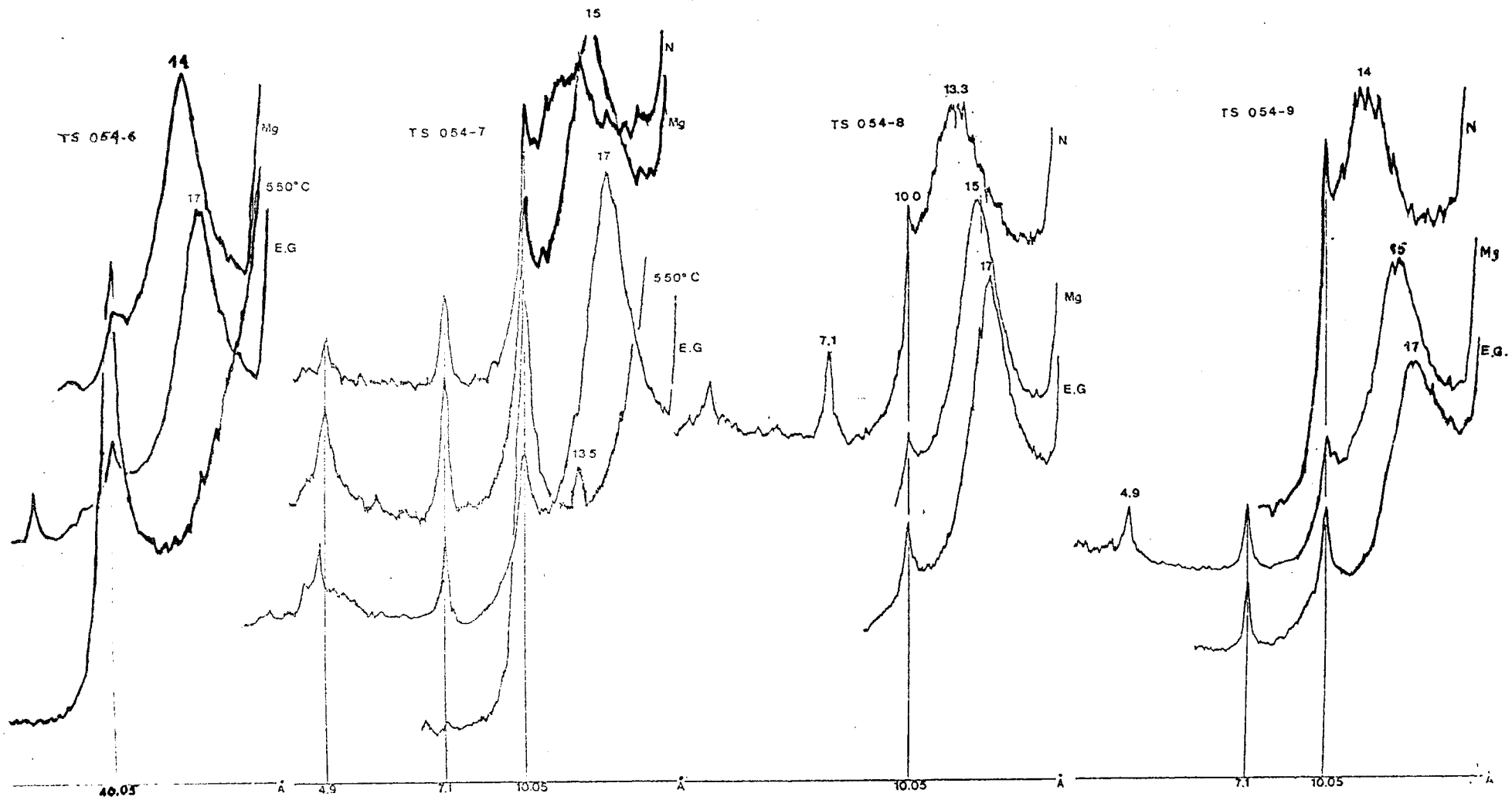


FIG. 46

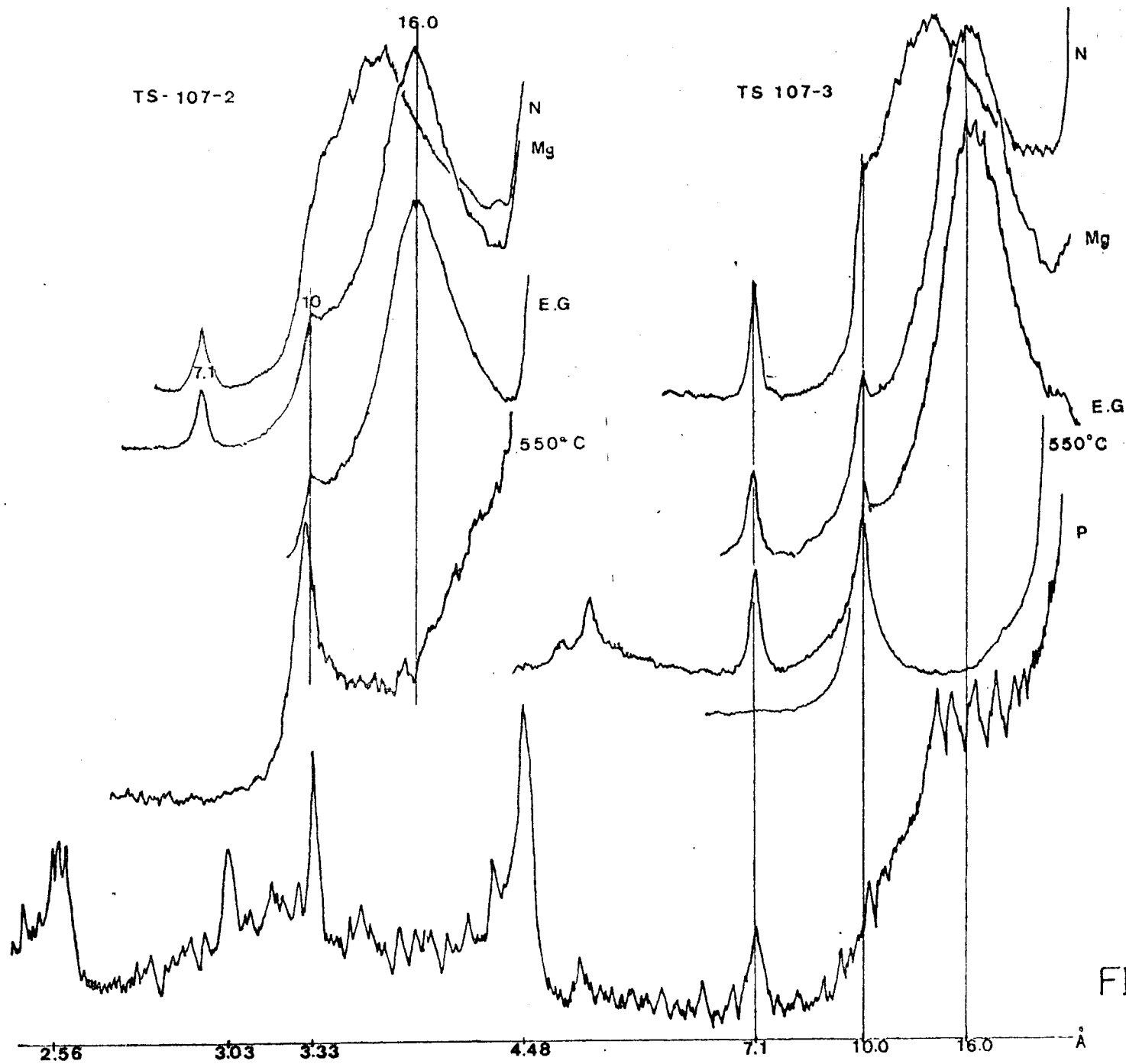


FIG. 47

SUELOS VERTICOS Y SUBVERTICOS

CONCLUSIONES SOBRE LOS TIPOS DE INTERESTRATIFICACIONES, Y MINERALES, SEGUN LAS REFLEXIONES A ESPACIADOS ALTOS.

Muest. M Mu Ms Pal C<sub>sed</sub> I K V-M V-M<sub>12</sub> (I-M) I-Sap? V-C 14<sub>C</sub>-14<sub>M</sub>

009-1			X			X	X										
009-2			X			X	X										
009-3						X	X										
009-4						x	X	X		X							
019-1							X	X									X
054-1			X			x	X	X									
054-2			X			x	X	X									x
054-3			X			x	X	X									x
054-4			X				X	X									
054-5			X				X	X									
054-6			X				X	X									
054-7			X				X	X									
054-8			X				X	X									
054-9			X				X	X									
085-5						x	X	X		X							
085-6						x	X	X		X							
085-7						x	X	X		X							
107-2	X						X	X									t
107-3	X	x				x	X	X?									t
108-4							X	X		X							
108-5			X			x	X	X									
128							X	X		X							x
148-1						x	X	X									x
148-3			X			x	X	X									X
149-3	V					x?	X	X									⊕
159-2								X									+*
183								X									+**
189-1							X	X		X							
189-3							X	X		X							

⊕: Interestratificado (Clorita-Saponita)

\*: es la (10-14<sub>M</sub>)

\*\* : Parece ser (10-14<sub>Sap</sub>) o bien (10-14<sub>M</sub>)

- CONCLUSION Y NOTAS:
- Es claro el predominio de Montmorillonitas de suelos (Ms) en gran número de muestras (14 sobre 30).
  - No son escasas las muestras con - - (M<sub>12</sub>-V) o (I-Mont.).
  - La Illita aislada está presente - - siempre. El resto de fórmulas posibles son escasas. En general los minerales son altamente expansibles.

5-3.3. SUELOS ROJOS MEDITERRANEOS (NORMALMENTE--  
SOBRE LAS TERRAZAS ALTAS Y LA TERRAZA 3<sup>a</sup>:  
(Q<sub>1</sub> y Q<sub>2</sub>)

La mineralogía de arcillas de los horizontes edáficos, estudiados en este apartado, corresponde, como se indicaba en el capítulo 3, a Suelos Rojos Mediterráneos, en su más amplio sentido; y están desarrollados generalmente sobre sedimentos de las terrazas rojas altas y bajas, es decir, sobre Cuaternario Antiguo y Medio. En su mayor parte, constituyen paleosuelos y suelos relictos.

5-3.3.1. Suelos rojos sobre terrazas antiguas (Q<sub>1</sub>)

Perfil TS-053

Corresponde a los sedimentos de la 2<sup>a</sup> Terraza. La muestra 053' corresponde al horizonte rojo, fuertemente iluviado, B textural; y la muestra 053-6, pertenece a un B/A.

Comportamiento de las reflexiones 001 a bajos ángulos en Å:

Muest.	N	Mg	EG	550°	Interp.
053-6	(b.) 14.2 a 15.3	15.6	17.3		M
053'	15.3	(b) 14.7 a 17.3	17.6		M

Un polvo de la 053-6 muestra para la fracc. <10 μ una 060 de moscovita 2M, (a 1.500 Å).

Composición mineralógica:

	053-6	053'
Montmorillonita (I-M)	65%	20%
Illita	5	3
Caolinita	25	67
Cuarzo	5	>10
	t	

Indice de cristalinidad de la illita y relación-  
002/001:

	053-6	053'
i	3.5	5.5
002/001	0.4	0.3

Análisis mineralógico de los limos:

	053-6	053-6 (fracc. <10 $\mu$ )	053'
Montmorillonita		x	
Illita		x	
Moscovita 2M	5%	x	10%
Caolinita		t	
Cuarzo	60%	t	90%
Calcita	35%	xx	

TS-185

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å:

N	Mg	EG	550°	Interp.
12.1, inflexión a 10 Å	(b) 15.4 a 16.3; 10	(b) 14.9 a 16	9.7 y 12.3	(10-14 <sub>M</sub> ) (14 <sub>C</sub> <sup>Y</sup> -14 <sub>M</sub> )

Composición mineralógica: (10-14<sub>M</sub>) xxx, (14<sub>C</sub>-14<sub>M</sub>) x, Caolinita (se trata de un fire clay) x.

Indice de cristalinidad de la illita 9 y la relación 002/001: 0.37.

5-3.3.2. Sobre tercera Terraza (Q<sub>2</sub>)

TS-051-3

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å:

N: (b.) desde 12.2 Å hacia ángulos bajos; con p. pequeños- a 32.6, 18.6, 13 y 12.2



Mg: b. que se inicia desde 14 hasta 25 Å

EG: b. desde 16 hasta 25 Å. Pico a 11.9

En los tres diagramas el máximo está en 9.9.

550°: 9.8

Interpretación: probablemente se trata de mezclas e interstratificaciones del tipo illita-Montmorillonita saponítica, más o menos irregulares, (parece responder a la fórmula:  $I-10-(10-14_M)-14_M$ , según bibliografía en THOREZ - - 1975), pero no se puede afirmar tal complejidad, ya que en otros factores entra en % bajo.

Composición mineralógica: Illita-Montmorillonita 25%, Illita 65%, Caolinita 10%, Sepiolita x y cuarzo x.

Índice de cristalinidad de la illita 6 y relación 002/001: 0.32.

Perfil TS-062

FIG. 28 (pag. 413)

La muestra 062-b es del horizonte B<sub>Ca</sub>. La 062-a, es el horizonte rojo B textural. La 062-0 es un horizonte de suelo vértico desarrollado sobre la anterior, del cual existen dos análisis, el primero de la fracción arcilla y el segundo de los nódulos calizos frecuentes en el mismo.

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å: TS-062-b

N	Mg	EG	Interpret.
b.13.3 a 14.1	b.14.2 a 15 (máx.:14.9)	doblete a 15.7 y 16.6	(C-M) y (V-M)

TS-062-a

N	Mg	EG	550°	SO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> /EG
13.5 y 10	(b.) 14.2 a 15.9	campana sobre 16.6	máx:9.4 y b. sobre 11.4	p.15.7 peq.

Interpretación: (C-M) y (V-M)

Composición mineralógica:

	062-b	062-a
(C-M)	40%	50%
Illita	55	35
Caolinita	7	10
(V-M)	x	x

Indice de cristalinidad de la illita y relación-  
002/001:

	062-b	062-a
i	5	2.5?
002/001	0.45	0.43

TS-115-6

FIG. 29 (pag. 416)

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángu-  
los en Å:

N	Mg	EG	550°	Interp.
12.5 y 10.4	(b)máx:15.2	16.66 y 11.3	9.8 y (b) 14 a 13	M, (I-M) 65% en M, C

Composición mineralógica: Montmorillonita 30%, -  
(I-M) x, Clorita x, Illita 60%, Caolinita 8%.

Indice de cristalinidad de la illita 6 y rela- -  
ción 002/001: 0.42.

TS-116-2

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángu-  
los en Å:

N: b. sobre 12.3 y 15.3

Mg y EG: no pueden precisarse picos, son semejantes y ex-  
pansibles. Además al EG se ven 8.6 y 8.2 Å.

550°: pico a 9.8

Interpretación: en muy escasa proporción hay un interesstratificado Illita-Montmorillonita del tipo I-10-(10-14<sub>M</sub>)-14<sub>M</sub>, pero análogamente a la muestra 051-3 no puede precisarse una fórmula tan compleja, indicada no obstante en bibliografía (in THOREZ 1975).

Composición mineralógica: Illita-Montmorillonita 5%, Illita 85%, Caolinita 8%.

Índice de cristalinidad de la illita 7.5 y relación 002/001: 0.33.

Perfil TS-118

FIG. 3 (pag.86): 118-3

Comportamiento de las reflexiones 001 a bajos ángulos en Å:

Muest.	N	Mg	EG
118-2	13.5	(b) 14 a 16.2	(b) 16.3 a 17.3
118-3	(b.) 11 a 14	(b.) 14.3 triangular	(b) 13.5 a 23

Interpretación: la 118-2 es una montmorillonita, la illita es muy abierta. 118-3 es una interestratificación del tipo I-10-(10-14<sub>M</sub>)-14<sub>M</sub> (ver casos anteriores; muestras -- 116-2, 051-3), además hay (I-M)<sub>x</sub>. La illita es triocta (b. a 2.5 Å entre otros picos).

Composición mineralógica:

	118-2	118-3
Montmorillonita	50%	
Montmorillonita-Illita (I-M) <sub>x</sub>	x	50%
Illita triocta	40%	40%
Caolinita	5%	10%
Clorita		x

002/001: Índices de cristalinidad de la illita y relación

	118-2	118-3
i	6.	6
002/001	0.30	0.39

Perfil TS-119-3

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å:

N	Mg	EG
b.12.2 a 13.2 máx.12.6;b.12 a 10.2	b. de 14.2 a 16.8	b. de 14.2 a 16.9

En todos los casos hay una b. sobre 7.8.

Interpretación: parece tratarse de una interestratificación irregular cuya fórmula exacta es difícil de identificar: parece ser  $10-(10-14_M)$ , es decir 2 láminas de Illita y una lámina a 14 Å. Además existe una interestratificación en la que interviene láminas de Caolinita.

Composición mineralógica:  $10-(10-14_M)$  70%?, illita 20%, Caolinita 5%, interest. sp. x.

Índice de cristalinidad de la illita 7.5 y relación 002/001: 0.35.

Perfil TS-130-4

FIG.30 (pag.420)

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å:

N	Mg	EG	550°
b.12 a 14, máx.13 y una b. sobre 10.4	16	16	9.8 y b.entre 11.5 a 12.6

Interpretación: es una montmorillonita-vermiculita muy posiblemente  $(M_{12}-V)$ , le acompaña una interestratificación del tipo  $(14_C-14_M)$ , y además (I-M) con 60% en M.

Composición mineralógica:  $(M_{12}-V)$  50%,  $(14_C-14_M)$  x, (I-M) x, illita 30%, caolinita 8%.

Índice de cristalinidad de la illita 8, y relación 002/001: 0.44.

Perfil TS-136-1

Es un horizonte rojo B textural.

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å:

N	Mg	EG	550°
p.12.18 y b.sobre 10.5	b.14 a 29.4	b.14 a 21	9.7 y b.- 11.7 a - 12.4, p.a 20.6

Interpretación: las b. amplias, son: I-10-(10-14<sub>M</sub>)-14<sub>M</sub>. - (Véase las muestras anteriores), es decir Illita-Montmorillonita. En pequeña proporción hay (14<sub>C</sub>-14<sub>M</sub>).

Composición mineralógica: la composición no puede expresarse cuantitativamente, otros minerales de la muestra son la Illita y Caolinita.

Índice de cristalinidad de la illita 7, y relación 002/001: 0.30.

Perfil TS-150 y TS-152-4

FIG. 48 y 49

Del perfil 150, la muestra -1, es el horizonte C<sub>Ca</sub>; la muestra -5 es el horizonte textural rojo, y la -6 corresponde al horizonte A, rojo empardecido. La muestra TS-152-4 es así mismo de un perfil próximo a la anterior y responde al B textural rojo, por lo que debe ser comparada con la 150-5. No se realizaron análisis de horizontes sedimentarios por la casi total ausencia de fracciones arcillosas.

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å: TS-150-1

Mg	EG	550°	Interpretación
16	17.6	9.8 y 13.9	M y C

TS-150-5

N: banda desde 10.5 a 12.6  
 Mg: banda desde 14 hacia espaciados altos  
 EG: banda desde 14.8 hacia espaciados altos  
 550°: 9.9

Interpretación: I-10-(10-14<sub>M</sub>)-14<sub>M</sub> (véase muestras anteriores), es decir Illita-Montmorillonita: A-A-A-A+B.

TS-150-6

N: banda de 11 a 14  
 Mg: 13.9 y banda hacia espaciados altos  
 EG: 14 y banda hacia espaciados altos  
 550°: 9.9 y 13.6

P: la reflexión 060 da a 1.499 = hidrómica 2M<sub>1</sub>

Interpretación: clorita e interestratificado irregular, - probablemente se trata de la misma fórmula illita-montmorillonita, que abunda en esta terraza.

TS-152-4

FIG. 48

N: picos a 20.8 y 18.6 y banda de 11.8 hacia ángulos - altos.  
 Mg: banda de 14.7 hacia espaciados altos, pico a 26.  
 EG: banda de 15.5 a espaciados más altos y pico a 28  
 550°: 9.8 y banda sobre 11 y pico a 15.7  
 CLH : (máx.): 10, y b. muy difusas.  
 P : la reflexión 060 es: 1.499 = hidrómica 2 M<sub>1</sub>

Interpretación: I-10-(10-14<sub>M</sub>)-14<sub>M</sub>, es decir Illita-Montmorillonita, a quien acompañan fórmulas (C-M), posiblemente con C expansible. (Véanse muestras anteriores).

Composición mineralógica:

	150-1	150-5	150-6	152-4
Montmorillonita	50%			
Clorita	x		x	
Illita-Montmorillonita (C-M)		xx	x	xx
Illita	40%	xxx	xxx	xxx
Caolinita	8%	x	x	x
Palygorskita			x?	

	150-1	150-5	150-6	152-4
i	5	7	5	6
002/001.	0.33	0.35	0.26	0.36

Perfil TS-B

FIG. 31 (pag. 424)

Este perfil pertenece a la terraza roja (3ª terraza o Cuaternario Medio), del cual la muestra B-IV es del horizonte B<sub>Ca</sub>, en la transición al horizonte rojo; y la muestra B-V es el horizonte rojo B textural.

Comportamiento de las reflexiones 001 a bajos ángulos en Å:

TS-IV

N	Mg	EG	550°
b.12.4 a 13.5, p. a 18.8	b.14.3 a 15.1	b.14.3 a 15.1	9.6

DMSO: b. entre 18 y 23.2, complejo con caolinita poco visible.

P: reflexión 060 da banda sobre 1.50. Un p. a 2.56 responde a las reflexiones 202 y 131 de la mica 2 M<sub>1</sub> de GILEAD (BROWN 1961).

Interpretación: (14<sub>C</sub>-14<sub>M</sub>)

TS-B-V

N	Mg	EG	550°	DMSO
b.12 a 14 y 2 p.a 18.4 y 19.6	b.14.2 a 18	b.14.2 a 16.3	9.4	b. con - - máx. ~18.4 complejo con Caolinita

Interpretación: análogamente a la anterior, la reflexión-máxima corresponde a un (14<sub>C</sub>-14<sub>M</sub>).

## Composición mineralógica:

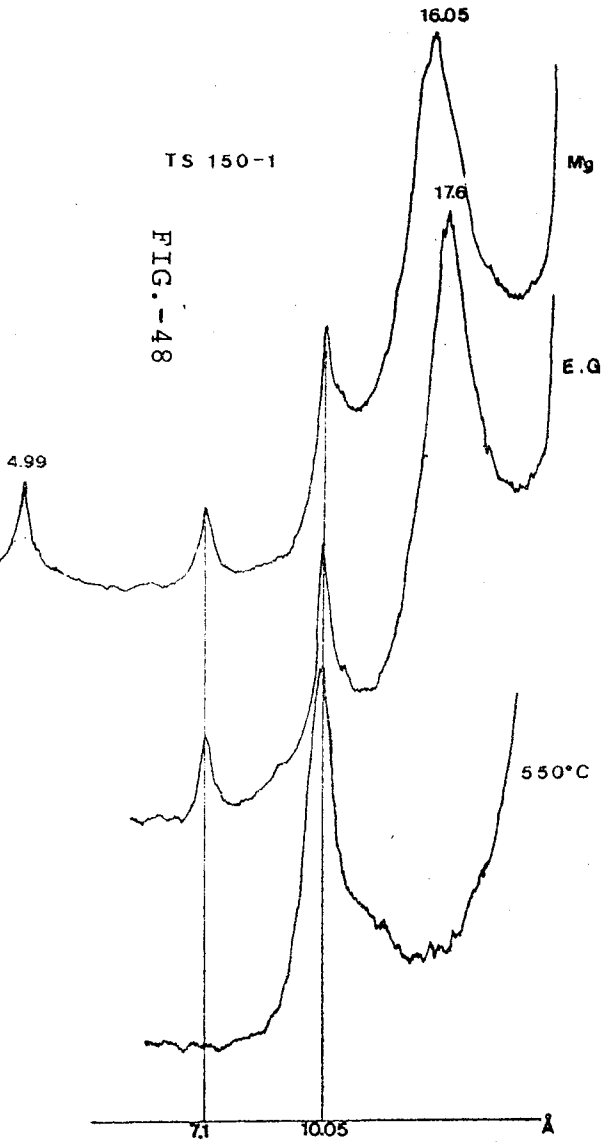
	B-IV	B-V
(14 <sub>C</sub> -14 <sub>M</sub> )	xxx	xxxx
(I-M)	x	x
Illita	xxxx	xxx
Caolinita	x	x
i	7.5	7.5
002/001	0.4	0.38

Nota: con respecto a las bandas aparecidas a espaciados - altos en las muestras TS-051-3, 116-2, 118-2 y-3, - 136-1, 150-5 y 152-4, (y posiblemente 119-3), cabe - una segunda interpretación más coherente con los da - tos de los diagramas: Láminas de Illita-Saponita, en 3 láminas [I-(I-Sap)], de alta expansionabilidad, - cuyo % en illita es elevado; y con cierta tendencia a la irregularidad.

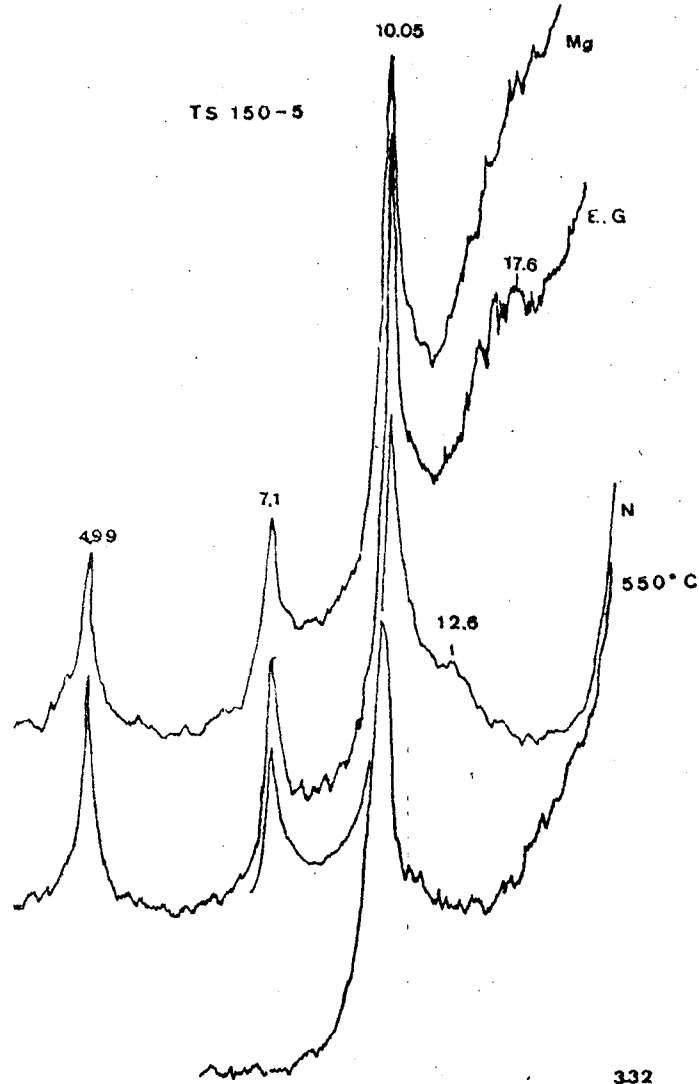


FIG.-48

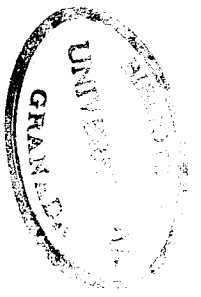
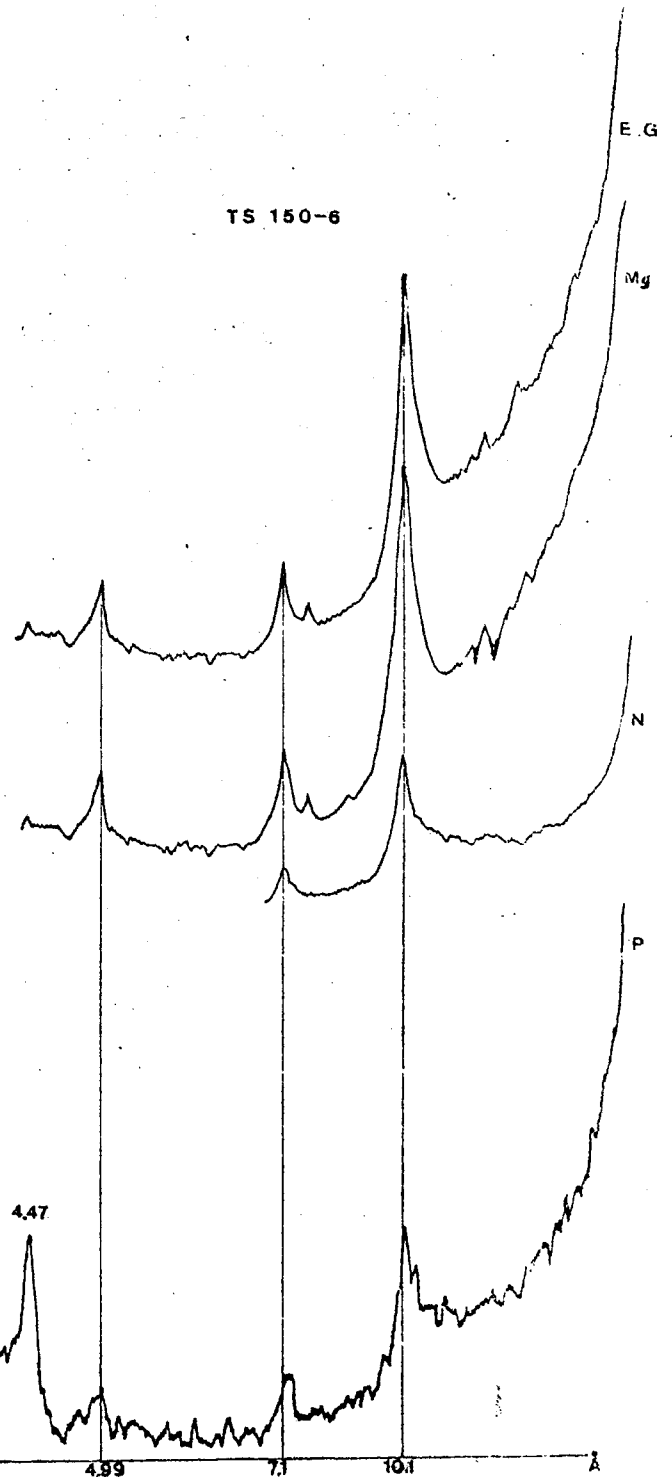
TS 150-1



TS 150-5



TS 150-6



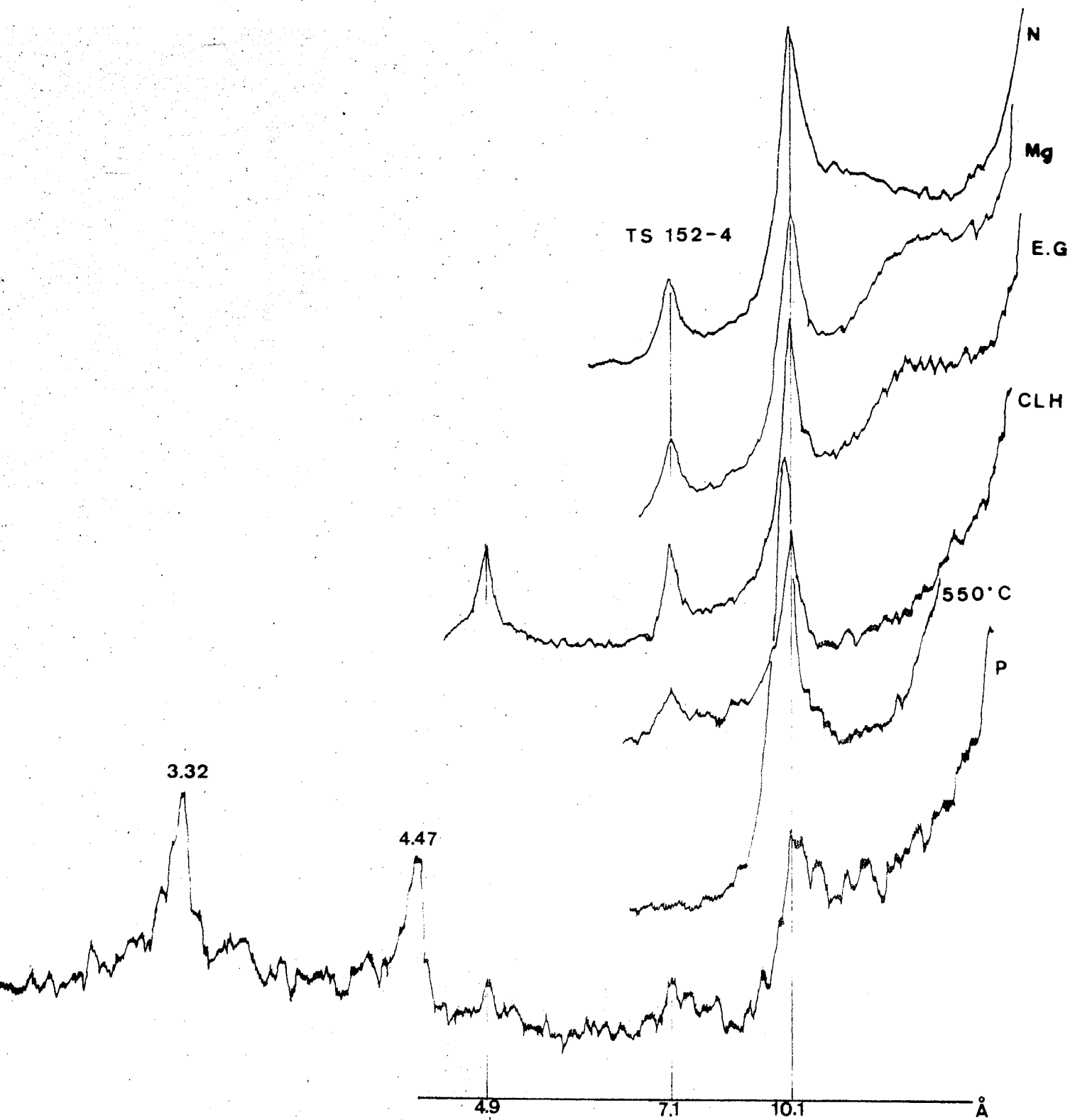


FIG. 49

SUELOS ROJOS (Terraza media T<sub>3</sub> y Terrazas altas T<sub>2</sub>)

CONCLUSIONES SOBRE LOS TIPOS DE INTERESTRATIFICACION Y MINERALES SEGUN LAS RE  
FLEXIONES A ESPACIADOS ALTOS.

Muestra K I M C Pal (I-M)<sub>x</sub> (10-14)<sub>M</sub> (V-M) (I-Sap)\* (C-M) (M<sub>12</sub>-V) (14)<sub>C</sub>-14)<sub>M</sub>

053-6	+	+	+			+						
053'	+	+	+			+						
185	+	*					+					+
051-3	+	+	+	sep		+			+(?)			
062-b	+	+					+				+	
062-a	+	+					+				+	
115-6	+	+		t		+						
116-2	+	+							+(?)			
118-2	+	*	+			t						
118-3	+	*		t		t			+(?)			
119-3	+	+							+(?)			
130-4	+	+				t					+	+
136-1									+(?)			+
150-1	+	+	+	+								
150-5	+	+							+(?)			
150-6	+	+		+	t				?			
152-4	+	+							+(?)		***	
B-IV	+	+				+						+
B-V	+	+				+						+

\*\* : Clorita expansible

En resumen: El predominio de una u otra forma es como si si  
gué:

- \*(I-Sap) y muy probablemente en formas de 3-láminas tipo I-(I-Sap): es predominante, aunque solo en 2 muestras sobrepasa % superiores al 10%. Como se indicaba en la nota anterior tales interestratificados han sido descritos en la bibliografía en especial en THOREZ 1975, como fórmulas extremadamente complejas y que nosotros no hemos aceptado ante este trabajo: del tipo  $(10-14_M)-14_M$ , o bien  $I-(10-14_M)-14_M$  etc. I\* significa Illitas -- degradadas.
- Son de % bajo pero casi siempre presentes: la  $(I-M)_x$ .
- Son frecuentes así mismo: M aislada.
- En resumen una idea de frecuencia (no de %) de minerales en esta serie es, sobre el total de 18 muestras:

Montmorillonita:	5
C	: 4
I-M	: 9
I-(I-Sap)	: 8-9
$(14_C-14_M)$	: 5

5-3.4. SUELOS DESARROLLADOS SOBRE LAS TERRAZAS MODERNAS DEL GUADALQUIVIR (4<sup>a</sup> y 5<sup>a</sup> TERRAZA): Q<sub>3-1</sub>

En general se trata de suelos poco evolucionados, normalmente de tipo entisoles y fluventisoles.

TS-061-A

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å

N	Mg	EG	550°
b.12.9 a 14	14.9	14.9, inflexión a 16.9	9.7, b.12 a 11.9, 14

Interpretación: V; (14<sub>C</sub>-14<sub>M</sub>) en poca proporción, C no férrica, y además (V-M).

Composición mineralógica:

	061-A
Vermiculita	25%
(14 <sub>C</sub> -14 <sub>M</sub> )	20%
Clorita	10%
(V-M)	10%
Illita	30%
Caolinita	5%

Indice de cristalinidad de la illita 7.5 y la relación de intensidades 0.43.

TS-106-4

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å.

N	Mg	EG	550°
b.11.7 a 13.1 p. a 13.6	máx.15.6 y p. a 20.1	b.14.7 a 16.3 con máx. 15.6	9.9

Interpretación: puede ser una ( $14_M-14_V$ ) o una ( $14_C-14_M$ ) - con la clorita muy lábil. La illita no interviene en la - interestratificación.

Composición mineralógica:

	106-4
( $14_C-14_M$ )	50%
Illita	40%
Mica	x
Caolinita	5%

Índice de cristalinidad de la illita 8 y relación de intensidades 0.26.

TS-117-b

FIG. 3 (pag. 86)

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å

N	Mg	EG
b. en forma de campana de 12.8 a 13.6	13.8 p. triangular hacia espaciados - altos	16.9 p. asimétrico

Interpretación: montmorillonita acompañada de interestratificación de láminas a 14 Å expansibles: ( $14_M-M$ ) en tal fórmula  $14_M$  significan láminas de montmorillonita muy - - irregulares y de baja cristalinidad.

Composición mineralógica:

	117-b
Láminas de montmorillonita	x
Montmorillonita	20%
Illita triocta	70%
Caolinita	7%
Clorita	x

Índice de cristalinidad de la illita 4 y relación de intensidades 0.28.

TS-123-3

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å.

N	Mg	EG	550°
campana con máx. 13.2; b. a 22.5	18.5 y 14.4 existen irregularidades	b. ~17.3 p. 20.3 y 28.5	9.6; b.a 13.4 y - 12.1

Interpretación: se advierten dos minerales de difícil - identificación: uno es montmorillonita, con láminas expansibles de saponita, es decir (M-Sap), la otra es clorita-sedimentaria (de herencia) posiblemente interestratificada. Además Montmorillonita aislada.

Composición mineralógica:

	123-3
Montmorillonita	50%
M + láminas expansibles	+
Clorita sedimentaria	5%
Illita	40%
Caolinita	4%

Índice de cristalinidad de la illita 8 y la relación de intensidades 0.23.

TS-125-2

FIG. 34 (pag.435)

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å.

N	Mg	EG
b.13.4 a 14.7;b.10.4	b.15.2 a 15.7 b. ~ 10.5	b.16.3 a 16.9, - llega hasta 18.8

Interpretación: las b. máximas corresponden a (M<sub>12</sub>-V) - - acompañadas de montmorillonita. Pequeña proporción de paligorskita.

Composición mineralógica:

	125-2
Montmorillonita	20%
(I-M)	x
Illita	43%
Caolinita	6%
Paligorskita	t
M <sub>12</sub> -V	30

Índice de cristalinidad de la illita 7 y la relación de intensidades 0.35.

Perfil TS-127 (TS-127-1)

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å.

N	Mg	EG	DMSO
campana, máx. ~ 14,2 Å	campana, máx. 16.6 y b. 20Å	b. desde 16.6 hacia espaciados más altos	b., máx. a 19.6, así métrica - hacia espaciados-altos, p. a 11.1

Interpretación: las b. son responsables de interestratificados irregulares expansibles, en pequeña proporción, muy seguramente del tipo: I-10-(10-14<sub>M</sub>)-14<sub>M</sub> análogamente a diversas muestras de las terrazas medias (véase apdo. 5-3.3); esta fórmula solo se expone a modo de información con referencia a la bibliografía (THOREZ, 1975). Nosotros, sostenemos se trata de interestratificación Illita-Montmorillonita bastante regular y muy compleja, seguramente AAAB B? o bien AAB, es decir de tres láminas, una de 14, y dos de 10 Å. La Caolinita probablemente interviene como "mixed-layers", es decir interlaminar entre capas a 14 Å.



TS-127-2

N = banda desde 12 hacia espaciados más altos.

Mg = banda desde 16 hacia espaciados altos, con dos picos a 19.4 y 25.2.

EG = banda fuertemente hinchada hacia espaciados altos desde 19 , pico a 12.7.

DMSO = pico a 11.4. Banda, más bien una pendiente hacia ángulos bajos totalmente expansionada.

Interpretación: es análoga a la muestra anterior muy expansible, I-10-(10-14<sub>M</sub>)-14<sub>M</sub> (láminas Illita-Illita-Mont.) bastante regulares.

Composición mineralógica:

	127-1	127-2
Interestratificados	50%	50%
(I-M)	x	x
Clorita		x
Illita	40%	40%
Caolinita	5%	2%

Nota: las cifras son solo orientativas.

Indice de cristalinidad de la Illita y relación 002/001:

	127-1	127-2
i	7	8
002/001	0.23	0.23

TS-158-3

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å.

N = b. con picos destacados a 23.5, 14.1, 13.2 y 11.7.

Mg = campana desde 14 hacia espaciados más altos, picos a 17.6 y 21.5

EG = banda desde 16 hacia espaciados más altos. Destacan algunos picos a 32.7, 11.7, etc.

550° = bandas peq. a 15, 12.6 y 11 y el máx. una b. de 9.8 a 9.5.

Interpretación: la zona de bandas corresponde a una interstratificación expansible muy semejante a las muestras anteriores: I-10-(10-14<sub>M</sub>)-14<sub>M</sub>, además hay (14<sub>C</sub>-14<sub>M</sub>) y - - (C-V).

Composición mineralógica:

	158-3
Illita-Montmorillonita	60%
(14 <sub>C</sub> -14 <sub>M</sub> )	5%
(C-V)	5%
Illita	20%
Caolinita	5%

Índice de cristalinidad de la illita 6.5 y la relación de intensidades 0.27.



5-3.5. SUELOS SOBRE DEPOSITOS DEL RIO GUADAJOZ (Q<sub>3-1</sub>)

Se trata de suelos desarrollados sobre materiales aluviales del rio Guadajoz. Las muestras y perfiles 068 y 095 constituyen suelos pardo-rojizos instalados sobre la terraza antigua del Guadajoz. Los perfiles 064, 084 y 094, pertenecen a suelos entisoles poco evolucionados (en parte neofluvent). Instalados sobre los depósitos de aterrazamiento actuales.

TS-064-b

FIG. 23 (pag. 392)

Se trata en realidad de un perfil edáfico muy homogéneo, por lo que describimos tan solo una muestra del horizonte (B).

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å.

N	Mg	EG	550°
b.12.4 a 13.1 inflexión a 14.1	14.6	b.14 a 14.9	9.8, 13.4 y 16.6
b. ~ 10			

Interpretación: el máximo es una Vermiculita compleja, -- parcialmente deshidratada. En la N. le acompaña clorita sedimentaria. Existen dudas sobre el comportamiento de la illita ya que puede tratarse de una interestratificación. La Vermiculita es muy semejante a la indicada en bibliografía como Láminas V-Vs, del tipo (14<sub>V</sub> = Vs) (in THOREZ, 1975).

Composición mineralógica:

	064-b
Láminas de vermiculita	35%
Láminas de illita-V (I-M)	50%
Caolinita	x
Clorita	3%
	13%

Indice de cristalinidad de la illita 9 y la relación de - intensidades 0.84.

Perfil TS-068 SUELO ROJO FIG. 50 (pag. 514)

Comportamiento de las reflexiones 001 a bajos ángulos en Å.

Muest.	N	Mg	EG	550°
068-1	b. <u>12.4</u> a 13.1 b. ~10.6	14.7y10.5	b.16.5 a 16.6	10 y 13.6
068-2		15.2	16.9	
068-3	b.12.3 a 13.8 p. a 11.1	15.3y11.1	16.8	

TS-068-4

N	Mg	EG	Mg/550°	N/550°C	SO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> /EG
b.11.9 a 15.4, se extiende hacia ángulos baj	b. ~15.5 y p. 25	b.15.7 a 19.7 y - p. 14.7	p. 9,8 y 13.5, b. 15 a16.8 y de 20a 29	9.8 (máx) y ~13.5Å (v.w.)	peq. b. 16, 13 y 10.5

Interpretación: 068-1: (M-C) 50%, clorita, (I-M) 50% en M  
 068-2: montmorillonita  
 068-3: montmorillonita, clorita, (I-M)x  
 068-4: clorita (expansible) + M o bien --  
 (Sap.-C<sub>exp.</sub> -Verm.)? (\*).

(\*): es de difícil identificación.

Composición mineralógica:

	068-1	068-2	068-3	068-4
Montmorillonita		60%	50%	
(C-M)	x	?		
(I-M)	x		x	
Interest.	x?			
Interest.				x?
Clorita Sed.	10%	6%	4%	5%
Clorita nor.				x
Illita 2M				50%
Illita 3T	20%	30%	40%	
Paligorskita	x		x	x?
Caolinita	5%	6%	5%	4%
Cuarzo		x		

Indice de cristalinidad de la illita y relación 002/001

	068-1	068-2	068-3	068-4
i	10	5.5	8.5	7.5
002/001	0.36	0.38	0.33	0.4

TS-084-4 ENTISOL

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å.

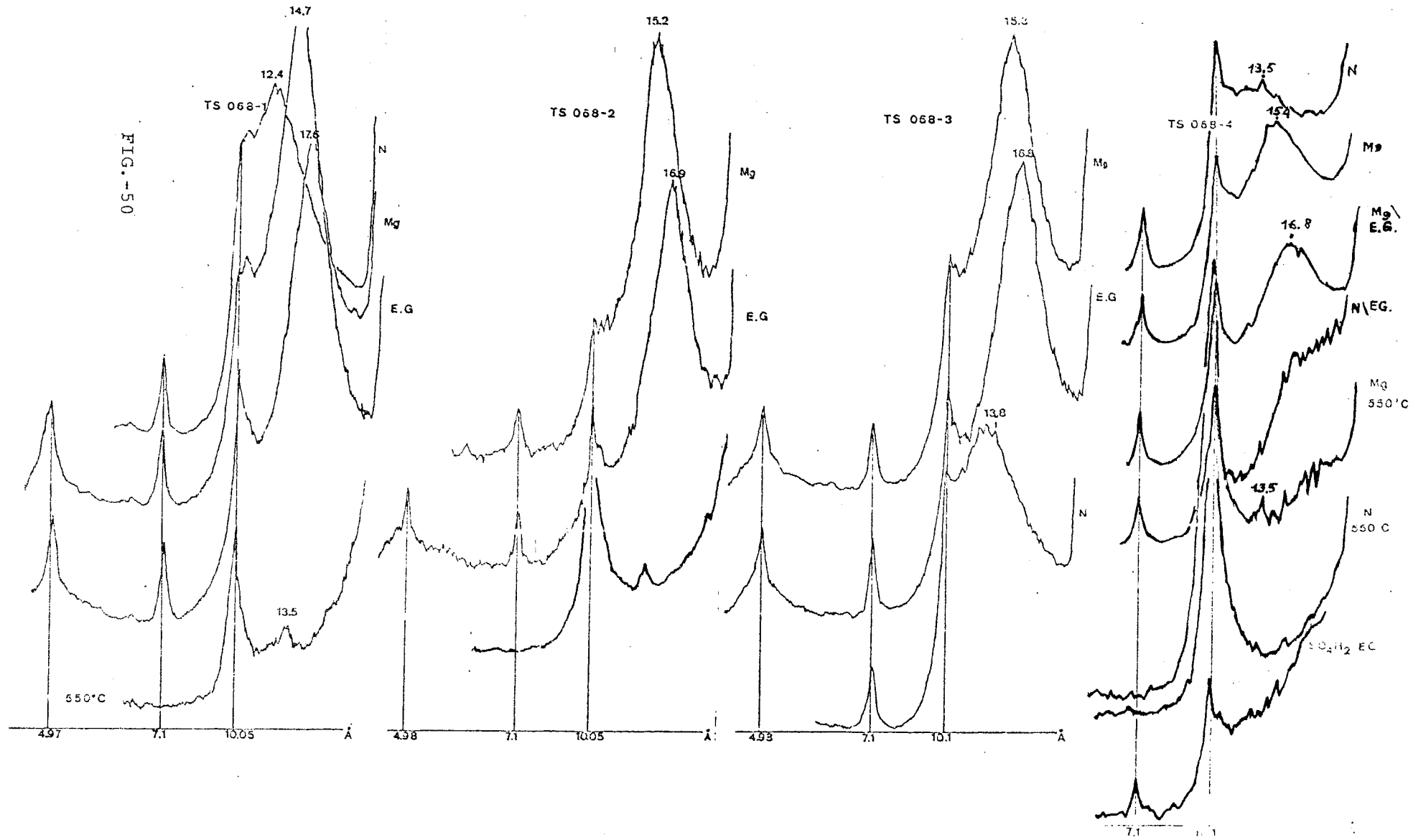
N	Mg	EG	Interpr.
b.12.1 a 14.2	b.14.1 a 16.7	b.15.2 a 16.8	(14 <sub>M</sub> -14 <sub>V</sub> ) y (I-M)

Composición mineralógica:

	(14 <sub>M</sub> -14 <sub>V</sub> )	(I-M)x	Illita	Clorita	Caolinita
084-4	45%	x	49%	x	6%

Indice de cristalinidad 8 y relación 002/001, 0.31.

FIG. -50



TS-094-4

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å.

N	Mg	EG	Interpret.
10.5 y b.13.6 a <u>12.4</u>	b.16 a <u>14.9</u>	b.14.9 a 16.2 p. 21.2	(14 <sub>M</sub> -14 <sub>V</sub> ), (I-M), Clo rita

Composición mineralógica:

(14 <sub>M</sub> -14 <sub>V</sub> )	(I-M)	Clorita	Illita	Caolinita	Mica
45%	10%	2%	40%	3%	x

Índice de cristalinidad de la illita 11 y la relación de intensidades 0.32.

Perfil TS-095 SUELO ROJO

FIG. 21 (pag. 289)

Comportamiento de la reflexión 001 a bajos ángulos en Å.

N	Mg	EG	550°
b.12 a <u>13.4</u> , el de 10 incluido	15.7 y 10b.	16 b. y 10 <sup>o</sup> Å	9.9

Interpretación: I-(M + V). (Es decir 3 láminas en general ± expansibles y regulares o con tendencia a la regularidad).

TS-095-3

N	Mg	EG	550°
b.9.9 a 14, máx. ~11.4	b.14.5 a 16.9	b.15.7 a 17.5	9.9

Interpretación: M + interestratificación (V-M<sub>12</sub>).



Composición mineralógica:

	095-2	095-3
I- (M+V)	95%	
(M <sub>12</sub> -V)		60%
Montmorillonita		x
Illita		35%
Mica 2M	x	
Paligorskita		x
Caolinita	5%	4%

Indice de cristalinidad de la illita y relación 002/001

	095-2	095-3
i	7	12
002/001	0.42	0.32

CONCLUSION SOBRE LOS ESPACIADOS ALTOS, SUELOS SOBRE DEPOSITOS DEL RIO GUADAJOZ. (Cuaternario reciente Q<sub>3-1</sub>)

Muest.	M	Pal	C	V	I-M	14 <sub>M</sub> -14 <sub>V</sub>	I-V	C-M	Sap-C-V	V-M <sub>12</sub>	I	K
064-b			+	+	+		+					+
068-1	+	x	+		+			+				+
068-2	+											+
068-3	+	x	+		+							+
068-4		x?	+	+					+			+
084-4			+		+		+					+
094-4			+		+		+					+
095-2									+(*)			+
095-3	+	x								+		+

(\*): I-(M + V)

- Conclusiones:
- Son escasas las láminas de interestrat. - complejos, siendo láminas de I + Mont. + Clorita; Sap + Vermic. + Clorita.
  - Frecuentes: I-M y Clorita
  - No muy abundante es la Mont. aislada.
  - La I falta en su caso como láminas aisladas (064-b).

5-4. LA CRISTALINIDAD DE LAS ILLITAS

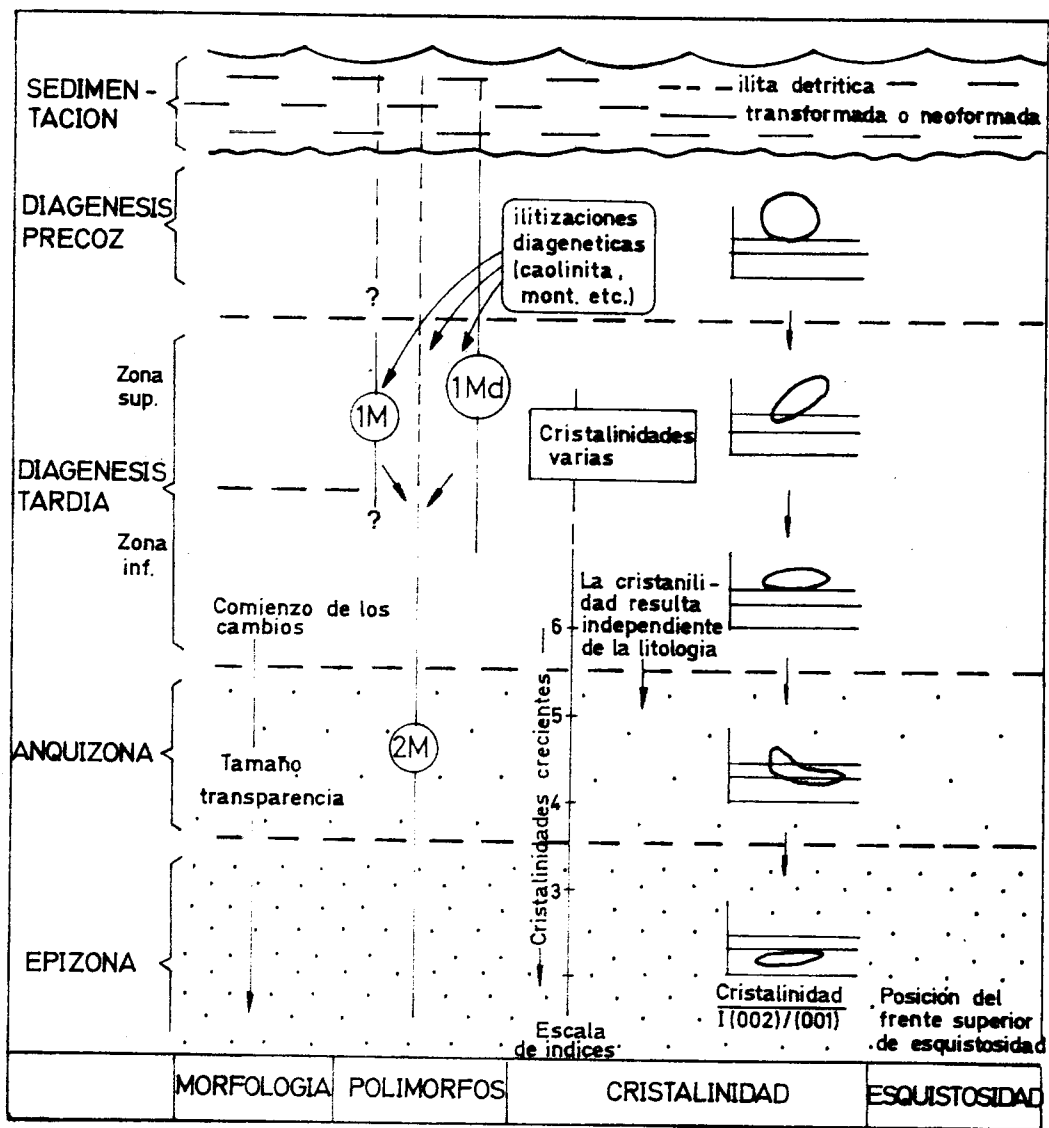
WEAVER (1968), DUNOYER DE SEGONZAC, FERRERO et KU  
BLER (1968), ESQUEVIN (1969) y DUNOYER DE SEGONZAC (1969)  
han mostrado la importancia del análisis de cristalinidad  
de las micas, especialmente de illitas, en la fracción ar  
cilla, sugiriendo la delimitación de las fronteras en el  
concepto de la Diagénesis, mediante los parámetros crista  
loquímicos relacionados con la cristalinidad ("i") (como  
es la relación Al/Fe+Mg en el edificio cristalino). Se --  
llega a indicar que a ciertos valores de cristalinidad(i)  
les corresponde un ambiente termodinámico adecuado, y que  
"i" llega a ser independiente de la composición litológi  
ca inicial. La expresión relación catiónica antes mencio  
nada es equivalente a la altura (intensidad) de las refle  
xiones 002 y 001 en diagramas de Difracción de R-X. El pa  
so al metamorfismo, discutido ampliamente por DUNOYER DE  
SEGONZAC (1969 y 1970), en la zona de menor grado (anqui  
metamorfismo o anquizona) significa no solo una transfor  
mación mineral, (interfases) sino además una recristaliza  
ción de los minerales illíticos, que puede advertirse en  
una reorientación de las láminas según el eje b, o en la  
disminución de la anchura relativa del pico a 10 Å (refle  
xión 001). Cuando el índice de cristalinidad (anchura en  
mm. del pico a 10 Å, en la mitad de su altura) no sobrep  
sa el valor 5.5 se entra en la región de diagénesis de --  
los minerales de neoformación (o heredados) no afectados  
por las condiciones termodinámicas. La figura 51, mues  
tra el diagrama original de ESQUEVIN, con la definición -  
de los diferentes dominios de condiciones metamórficas y  
diagenéticas, y las zonas de agrupamiento. Cabe esperar -  
en rocas sedimentarias, incluso en suelos, valores de - -  
cristalinidad bajos como consecuencia de un proceso nor--  
mal degradativo, pero así mismo son frecuentes cristalini  
dades elevadas (índices menores a 5.5) que corresponden a

illita heredadas, y en ocasiones puede tratarse de illitas degradadas acompañadas de minerales de herencia, procedentes de un aporte detrítico no destructivo. El mismo caso - puede ocurrir en la región mas baja del diagrama cuando la illita va acompañada de minerales cloríticos: por ej. en -- esquistos de epizona (incluso mesozona): DUNOYER DE SEGONZAC (1969).

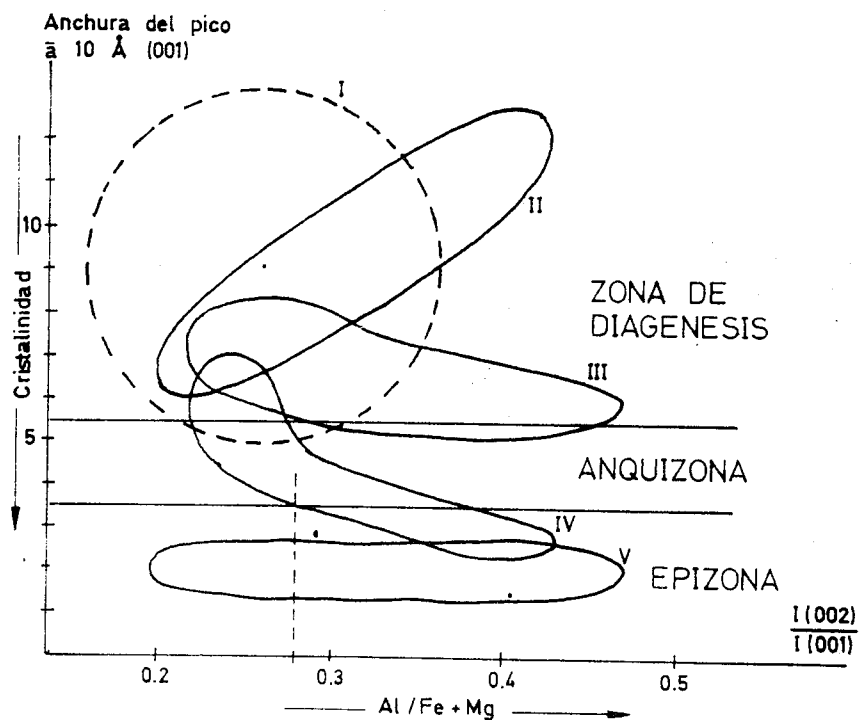
Nosotros hemos efectuado medidas sistemáticas para la totalidad de los diagramas de Difracción, que representamos en varias figuras y tablas: sedimentos en FIG. 52 y 53, -- suelos en FIG. 54 y 55. Además se ha creído conveniente para facilitar el estudio de la evolución de estos parámetros -- (cristalinidad y relación Al/Fe+Mg) a lo largo de perfiles, exponer conjuntos, sedimentos y sus suelos correspondientes: FIG. 56

La totalidad de índices medios se exponen en Tabla V-1. Los valores extremos de la tabla se indican según criterio de agrupamiento (es decir, considerados como límites dentro de un conjunto más o menos homogéneo), junto a cifras excepcionales. Así por ej. en la serie Oligoceno-Mioceno, pueden agruparse los "i" entre 5.8-10, siendo excepcional la 064-c ( $i = 3$ ), y la relación 002/001 queda entre 0.30-0.45, con un mínimo de 0.23 (y el máximo a 0.45), etc. El casillero s, indica el símbolo, en las figuras 52 a 53.

Ocasionalmente "i" no se puede medir por razones - obvias, cuando la lámina de comportamiento illítico se encuentra interestratificada, (en especial si se trata de -- (I-M)<sub>x</sub>, cuyas bandas de reflexión (001) comprenden desde 10-14 Å o más.



Variaciones de algunos parámetros de la illita en el curso de las transformaciones diagenéticas y metamórficas.



Segun ESQUEVIN (1969)

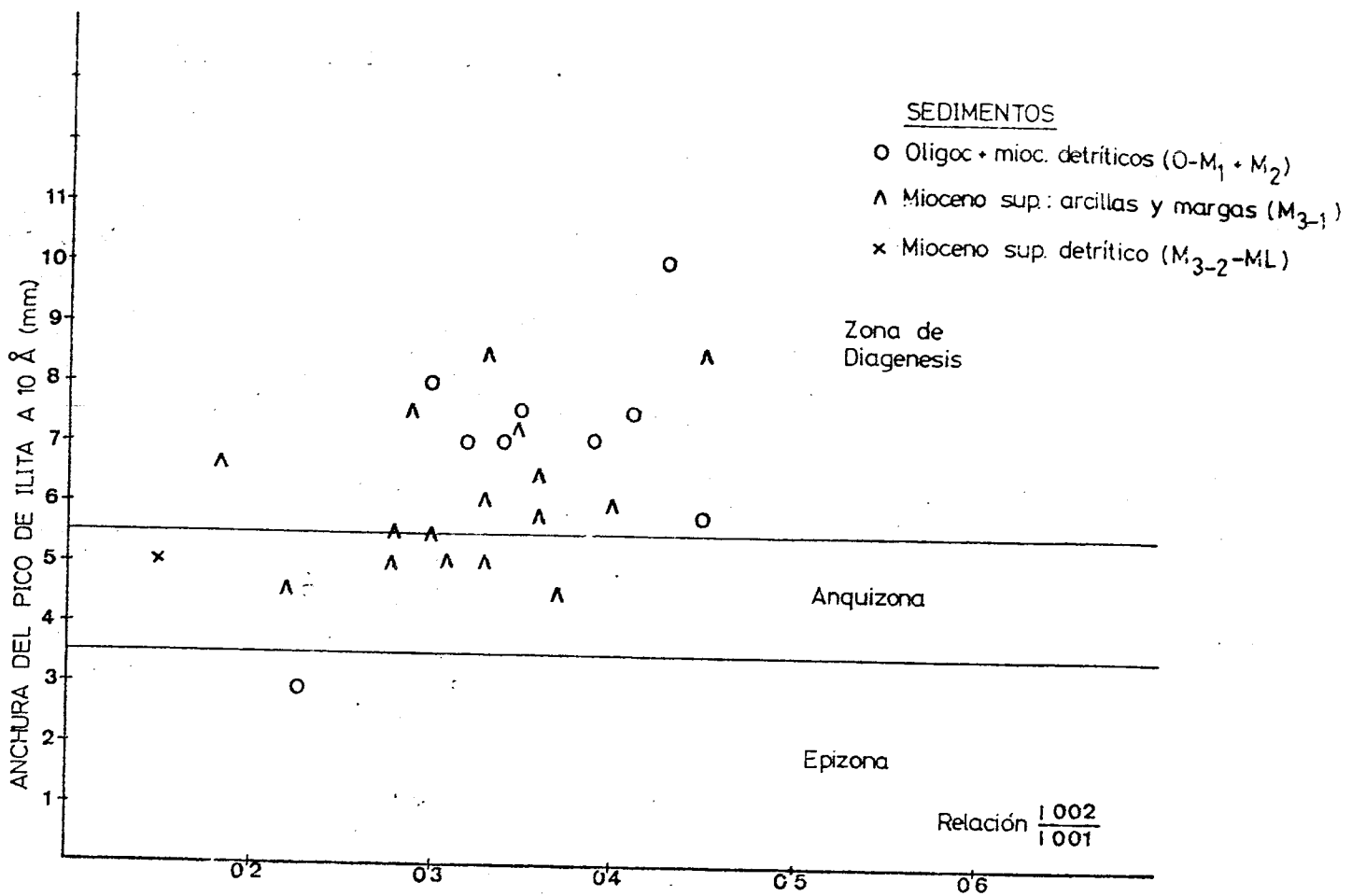
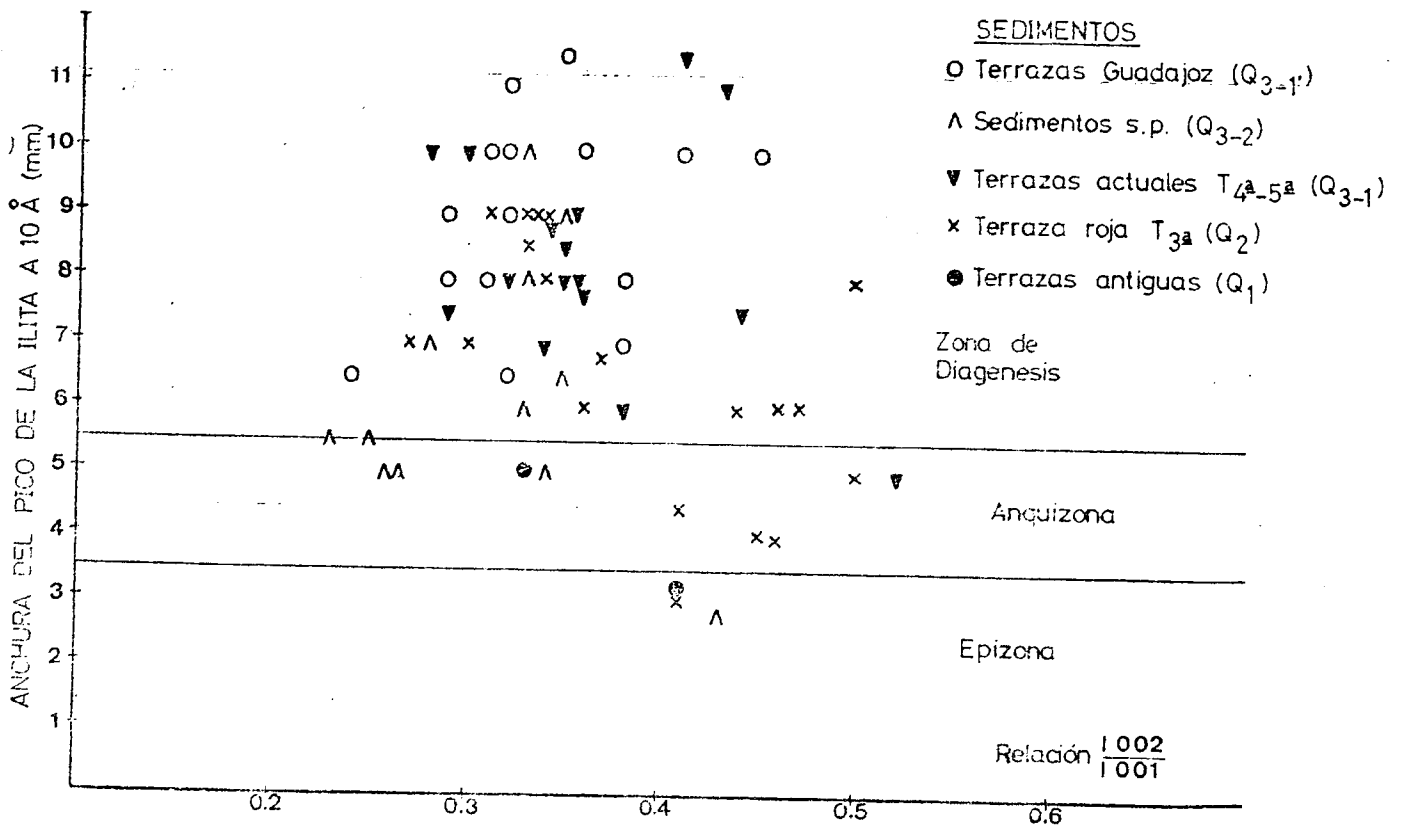


FIG. 52



Relaciones de cristalinidad de las ILLITAS e intensidad de espaciados 002/001 (equivalente a la relación  $\frac{Al}{Fe + Mg}$ )

FIG-53

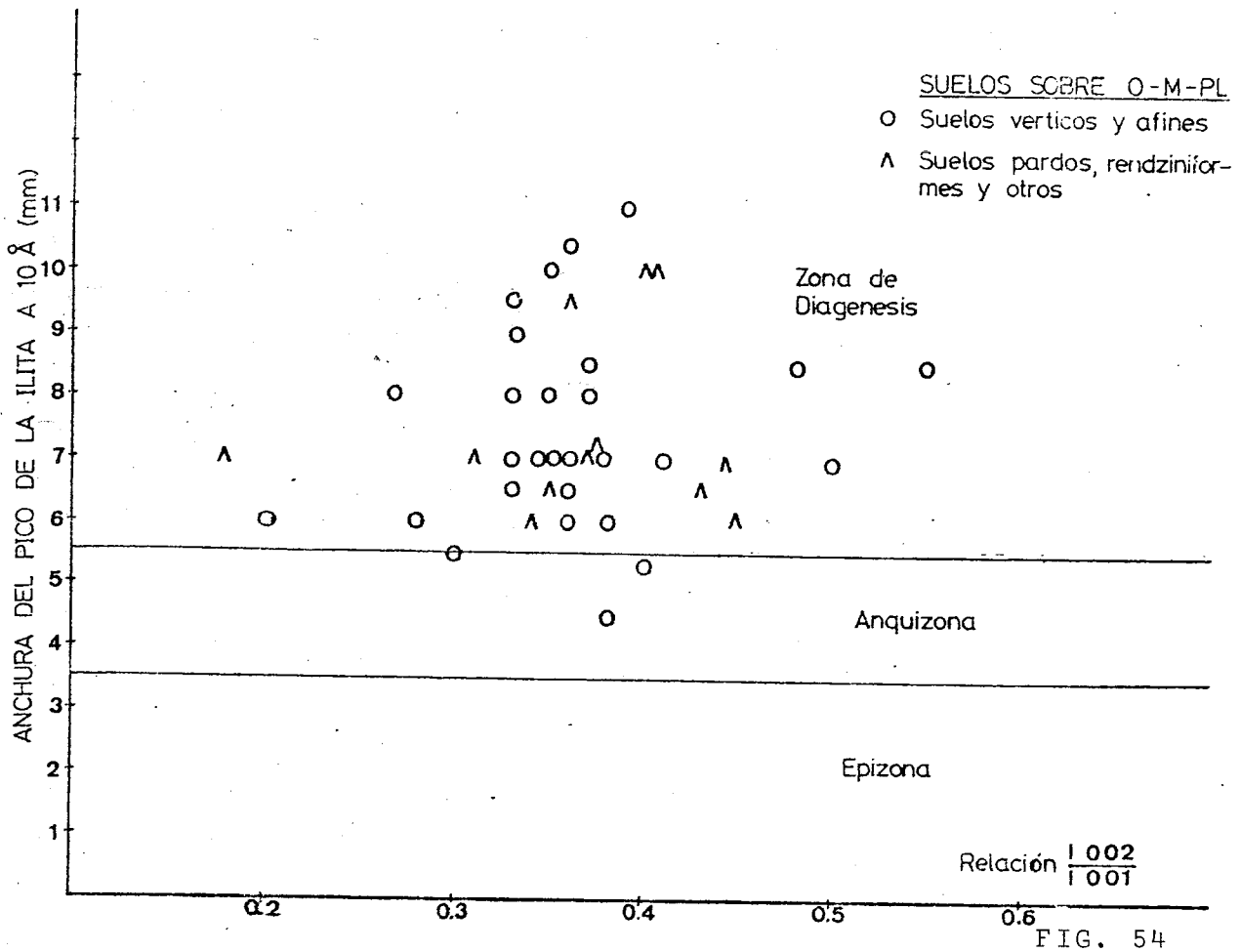


FIG. 54

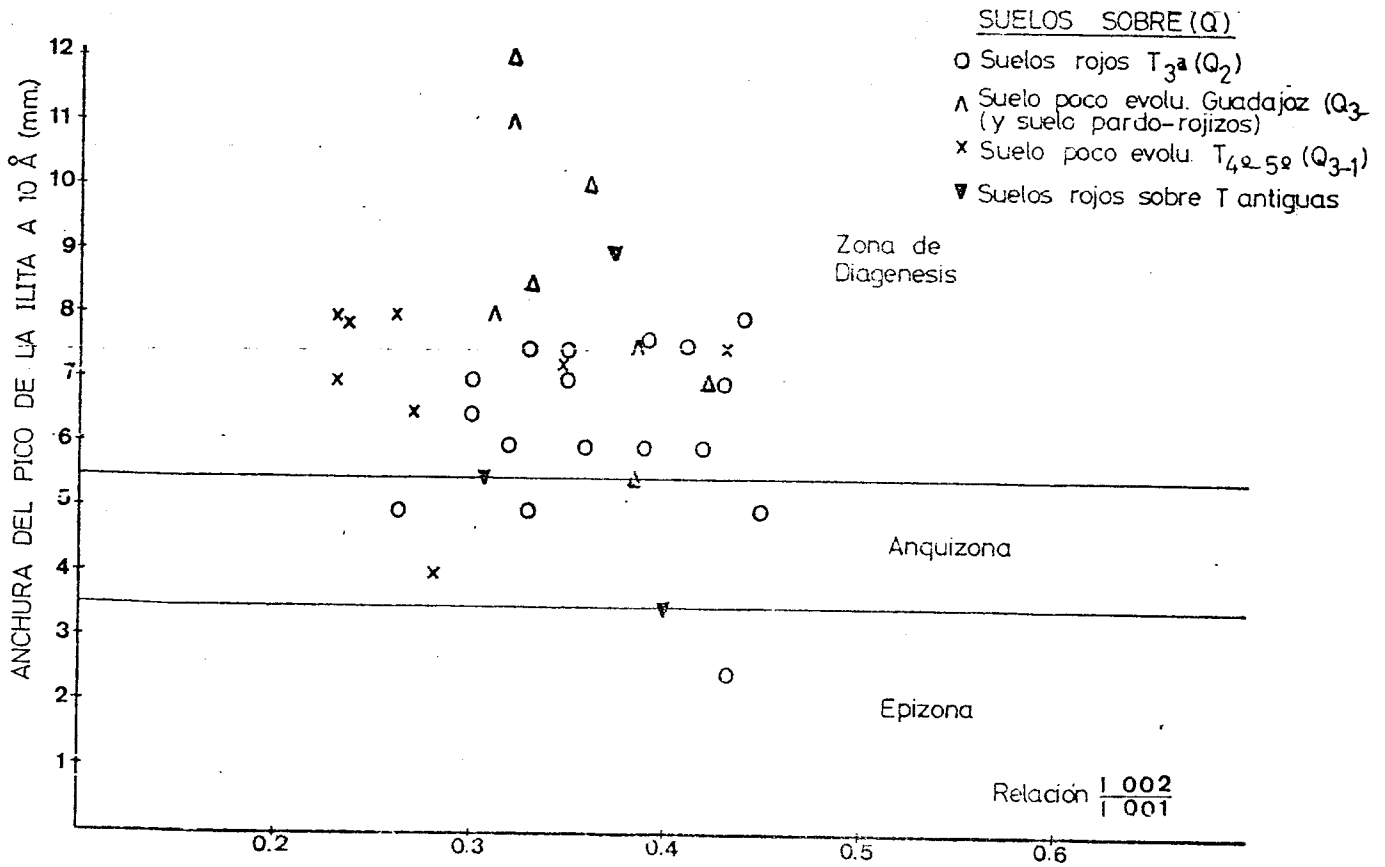
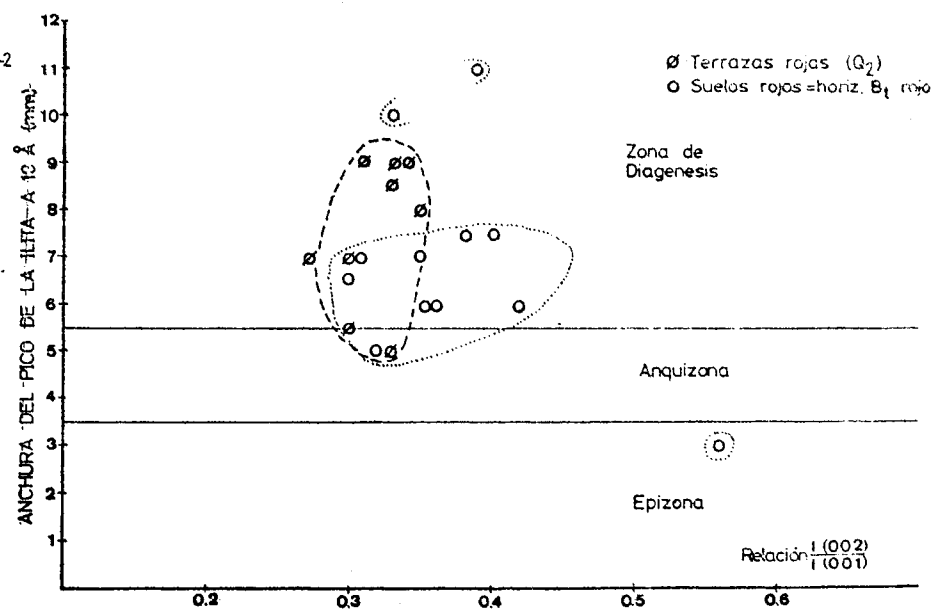
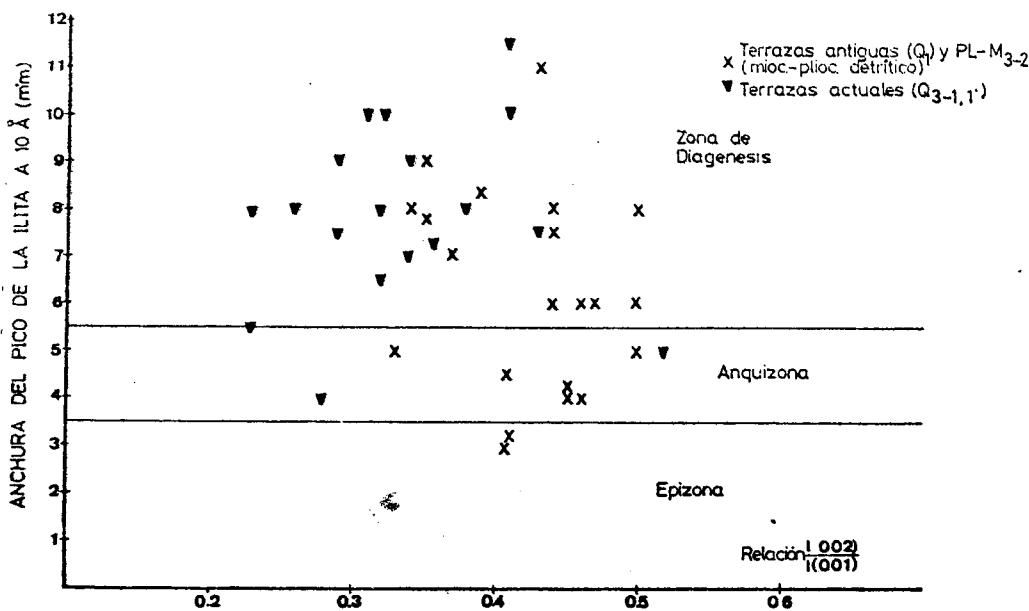
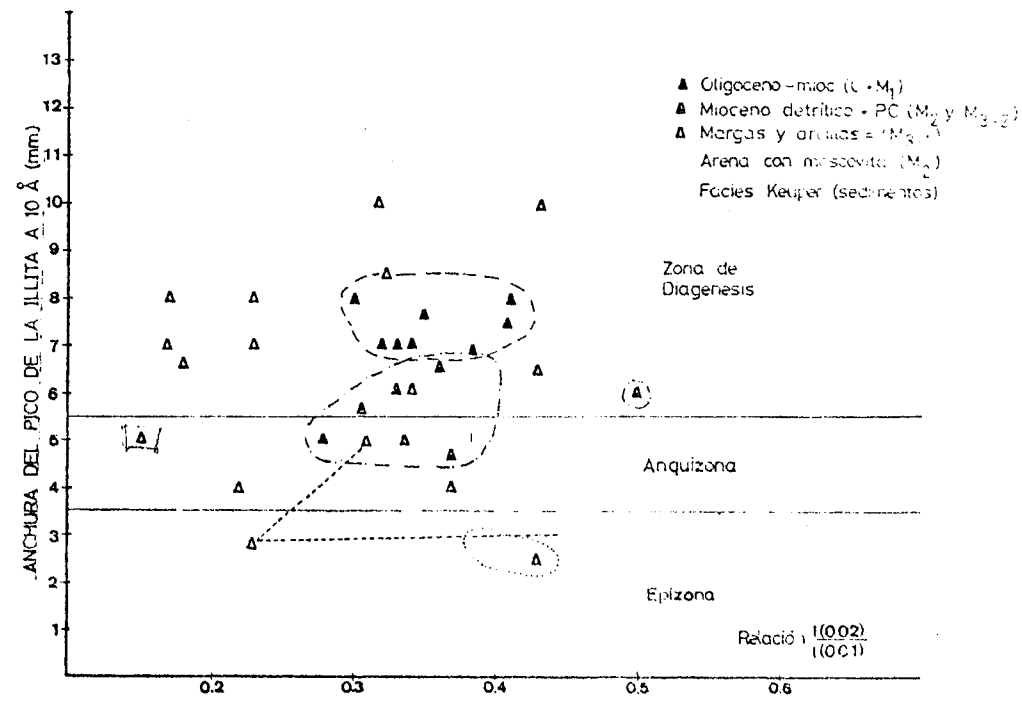
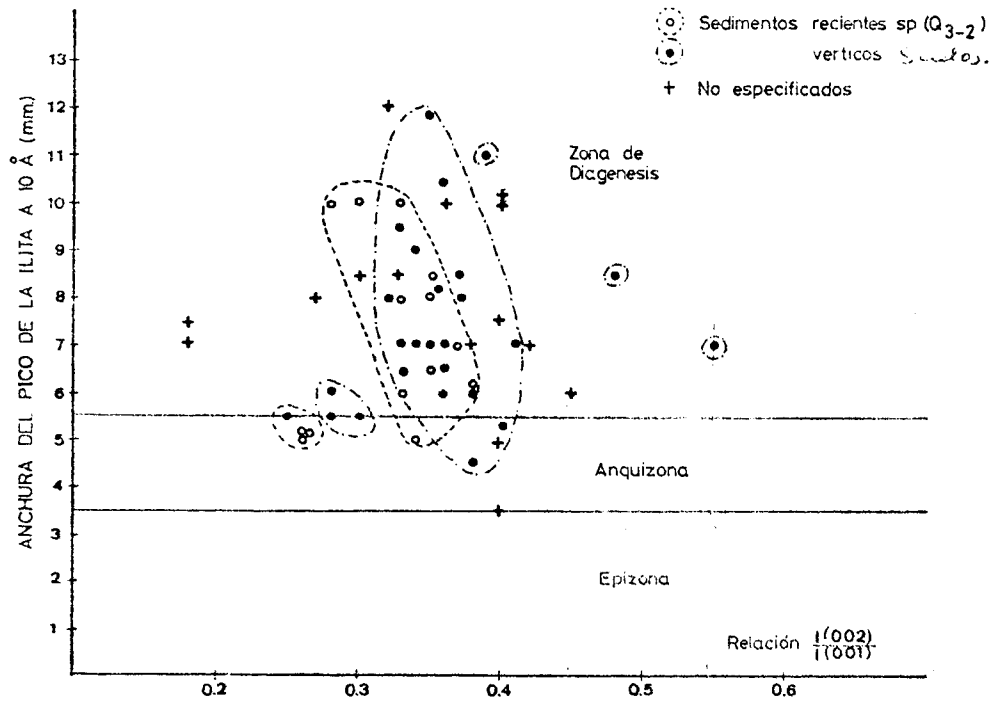


FIG. 55



Relaciones de cristalinidad de las ILLITAS e intensidad de espaciados 002/001 (equivalente a la relación  $\frac{Al}{Fe+Mg}$ )



TABLA V-1. Indices de cristalinidad de illitasSedimentos

Muest.	Ind. crist. y relación Al/Fe + Mg		Valores extremos		s	Nivel Estratigráfico	Fig.
	i	002/001	i	002/001			
060-y	2.5	0.43	+	+		TRIAS, facies Keuper.	
200-1		~0.20?		+			
200-2	8	0.38					
200-3	~4	~0.26					
200-5	6?						
200-9	8.5	~0.26		+			
110	7	0.39			O	Oligoc-Mioc. - detríticos. Serie "facies Olitostrómica" (O-M <sub>1</sub> + M <sub>2</sub> )	52
110'	7.5	0.35					
076	8	0.30		+			
078	7	0.30		+			
079	7	0.34					
009'							
071	5.8	0.45	+	+			
090	7.5	0.41					
095-1	10	0.43	+				
184-1							
139	4.5	0.23		+	X	Areniscas azules con moscovita (facies Norte) (M <sub>2</sub> )	52
064-c	3	0.31	+				
021	5.8	0.36			^	Mioc. Sup. (Tortonense) Arcillas y margas azules (M <sub>3-1</sub> )	52
055	5.0	0.28					
056-1	4.5	0.37	+				
056-2	5.5	0.30					
056-3	6.5	0.36					

## Sedimentos (Continuación)

Muest.	Ind. crist. y relación Al/Fe + Mg		Valores extremos		Nivel Estratigráfico	Fig.	
	i	002/001	i	002/001			
057	~6.1	0.33			Mioc. Sup. (M <sub>3-1</sub> )	52	
057 <sub>1</sub>	6	0.40					
066	8.5						
066'	9.5		+				
085-1	5	0.31					
085-3	7	0.34					
085-4	5.5	0.28					
087-1	8.5	0.45		+			
087-2	4.5	0.22		+			
108-3	8.5	0.33					
115-1	5	0.33					
119-0	8	0.29					
149-1	7						
149-2	6.6	0.18		+			
192-c 196	5	0.15		+			X
053 174-1	3.2 5	0.41 0.33		+	●	Terrazas antiguas. (Q <sub>1</sub> )	53
062-d 062-c 063-a 063-b 115-2 115-3	4.2 8 6 7 6 8	 0.50 0.44 0.37 0.47 0.34		 +    	X	Terraza media T <sub>3</sub> (Q <sub>2</sub> )	53

Sedimentos (Continuación)

Muest.	Ind. crist. y relación Al/Fe + Mg		Valores extremos		Nivel Estratigráfico	Fig.		
	i	002/001	i	002/001				
115-4	7	0.27		+	X Terraza media T <sub>3</sub> (Q <sub>2</sub> )	53		
115-5	6	0.36						
118-0	6	0.46						
116-1	9	0.33		+				
119-1	9.0	0.33		+				
119-2	8.5	0.33						
130-7	4	0.45		+				
130-8	9	0.31		+				
172-1	7	0.30						
B-I	4.5	0.41						
B-II	5	0.50		+				
B-III	4	0.46		+				
065-6	9	0.35					▼ Terrazas recientes Guadalquivir. (Q <sub>3-1</sub> )	53
065-7	11	0.43		(+)				
065-4	7.5	0.44						
065-5	7.8	0.35						
101	10	0.30						
105	9	0.34						
102	8.5	0.35						
103-2	6	0.38						
104	10	0.28		+				
106	11.5	0.40		+				
117-a	7.5	0.29						
123-1	8	0.32						
125-1	5	0.52		+				
132-1	7	0.34						
133-2	8	0.35						
167-2	10	0.30						
167-3	8	0.35						

## Sedimentos (Continuación)

Muest.	Ind. crist. y relación Al/Fe + Mg		Valores ex- tremos		Nivel Estratigrá- fico	Fig.
	i	002/001	i	002/001		
068- 095-					O Terraza alta (Guadajoz)	53
059-3	6	0.50	+	+	O Terrazas y de- pósitos re- cientes Guada- joz.	
072-1	10	0.32				
072-2	10	0.31				
074-1	6.5	0.24		+		
074-2	6.5	0.32				
083-1	10	0.36				
083-2	10	0.45				
084-2	8	0.29				
084-4	8	0.31				
083'	7	0.37				
093	11.5	0.35	+			
094-1	10	0.40				
094-2	9	0.29				
094-3	8	0.38				
094-4	11	0.32				
108-2	10	0.33	+		A SEDIMENTOS*	53
109-1	5	0.26	+		"S.P."	
109-2	6.5	0.35		+		
109-3	6	0.33				
140	5	0.34	+			
141	5.5	0.23	+	+		
142	5.5	0.25				
146-1						
164-1	9	0.35		+		
182	8	0.33				
194	5	0.26	+			

\*: Otros sedimentos, aluviones.

Suelos

Muest.	i 002/001	i 002/001		Tipo de Suelo	Nivel Estratigráfico	Fig.
020-1	6.5	0.35		A Suelos Pardos y Rendziniformes		54
075-1	10	0.40	+			
075-2	10	0.40	+			
097-1	7	0.30				
099-3						
099-2						
114-2						
126-1	6.5	0.43				
126-2	6	0.34	+			
131-2	7	0.45	+			
153-1						
153-2						
161-2	9.5	0.36				
184-1						
184-2						
193-a	7	0.26	+			
009-1	10	0.35		O Vertisoles y Suelos Verticosos.		54
009-2	4.5	0.38	+			
009-3	8.5	0.37				
009-4	10.4	0.36				
019-1	8.5	0.55	+			
019-2	?	?				
054-1	7	0.33				
054-2	9.5	0.33				
054-3	6.5	0.36				
054-4	6	0.38				
054-5	5.3	0.40				
054-6	6	0.36				
054-7	9	0.32				
054-8	8	0.37				
054-9	6.5	0.33				

Suelos (Continuación)

Muest.	i	002/001	i	002/001	Tipo de Suelo	Nivel Estratigráfico	Fig.			
085-5	6	0.20		+	Vertisoles- y Suelos -- Vérticos		54			
085-6	11	0.39	+							
085-7	8	0.35								
107-2	7	0.36								
107-3	7	0.34								
108-4	7	0.38								
108-5	8	0.27								
128	7	0.50								
148-1	7	0.35								
148-2	6	0.28								
149-3	8									
159-2	8.5	0.48								
183										
189-1	5.5	0.30								
189-7	7	0.40								
053-6	3.5	0.40						▼ Suelos Ro--	Terraza 1 <sup>a</sup>	55
053'	5.5	0.30						jos y Medi-		
185	9	0.37	+		terráneos					
051-3	6	0.32			○	Terraza 3 <sup>a</sup>				
062-b	<5	0.45		+						
062-a	2.5	0.43	+							
063-										
115-6	6	0.42								
116-2	7.5	0.33								
118-2	6.5	0.30								
118-3	6	0.39								
119-3	7.5	0.35								
130-4	8	0.44								
136-1	7	0.30								
150-1	5	0.33								

Suelos (Continuación)

Muest.	i	002/001	i	002/001	Tipo de Suelo	Nivel Estratigráfico	Fig.
150-5	7	0.35			O Suelos Rojos y Mediterráneos	Terraza 3 <sup>a</sup>	55
150-6	5	0.26		+			
152-4	6	0.36					
B-IV	7.5	0.40					
B-V	7.5	0.38					
061-A	7.5	0.43		+	X Entisoles y Suelos poco evolucionados. Terrazas 4 <sup>a</sup> -5 <sup>a</sup> Guadalquivir.	55	
106-4	8	0.26	+				
117-b	4	0.28	+				
123-3	8	0.23	+	+			
125-2	7	0.35					
127-1	7	0.23		+			
127-2	8	0.23	+	+			
158-3	6.5	0.27					
084-4	8	0.31					
094-4	11	0.32	+				
064-b	9	0.84		+	^ Entisoles Terrazas actuales Guadajoz.	55	
068-1	10	0.36	+				
068-2	5.5	0.38	+				
068-3	8.5	0.33					
068-4	7.5	0.40					
095-2	7	0.42		+			
095-3	12	0.32		+			

C A P I T U L O VI

DISCUSION Y CONCLUSIONES



## DISCUSION Y CONCLUSIONES

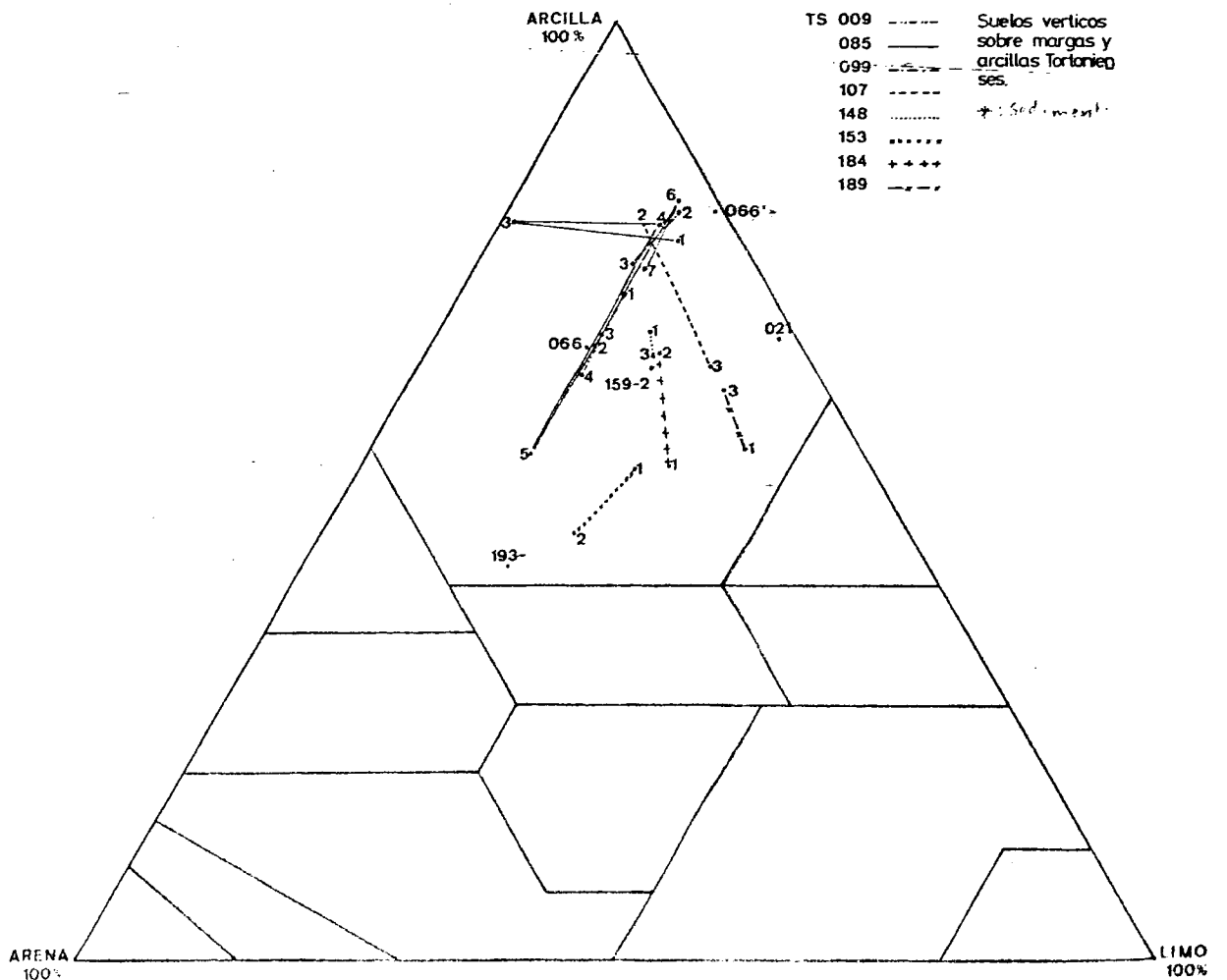
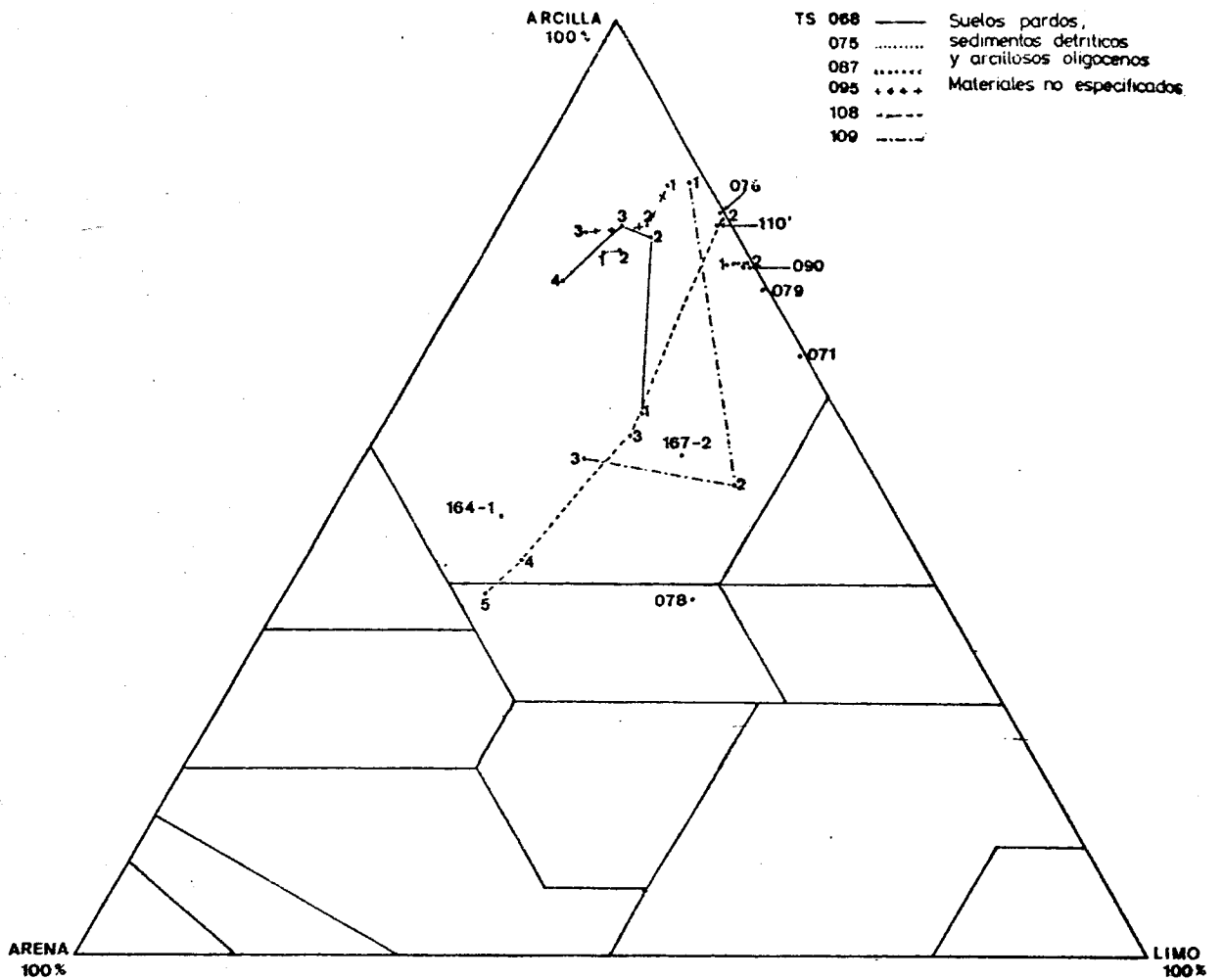
### INTRODUCCION

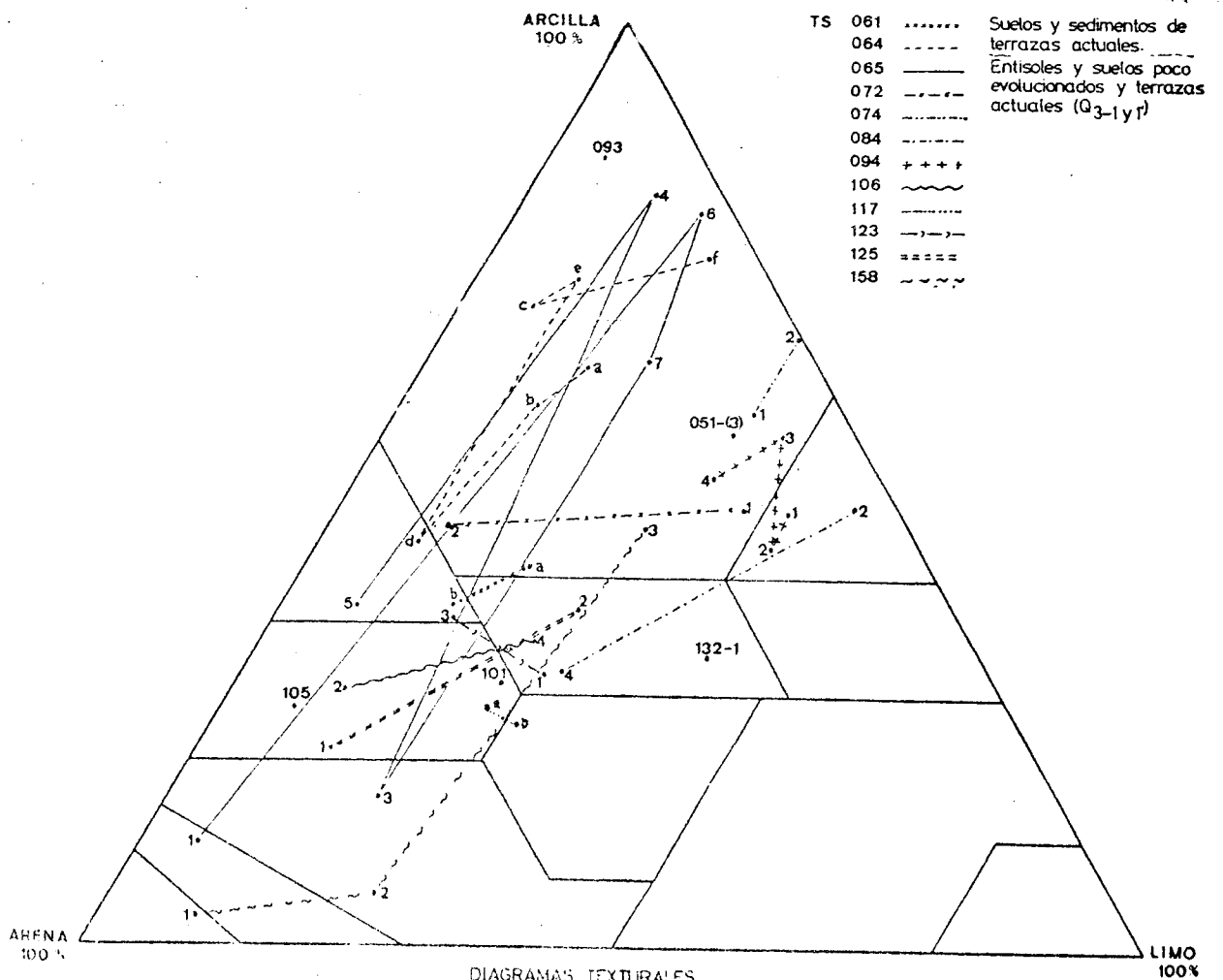
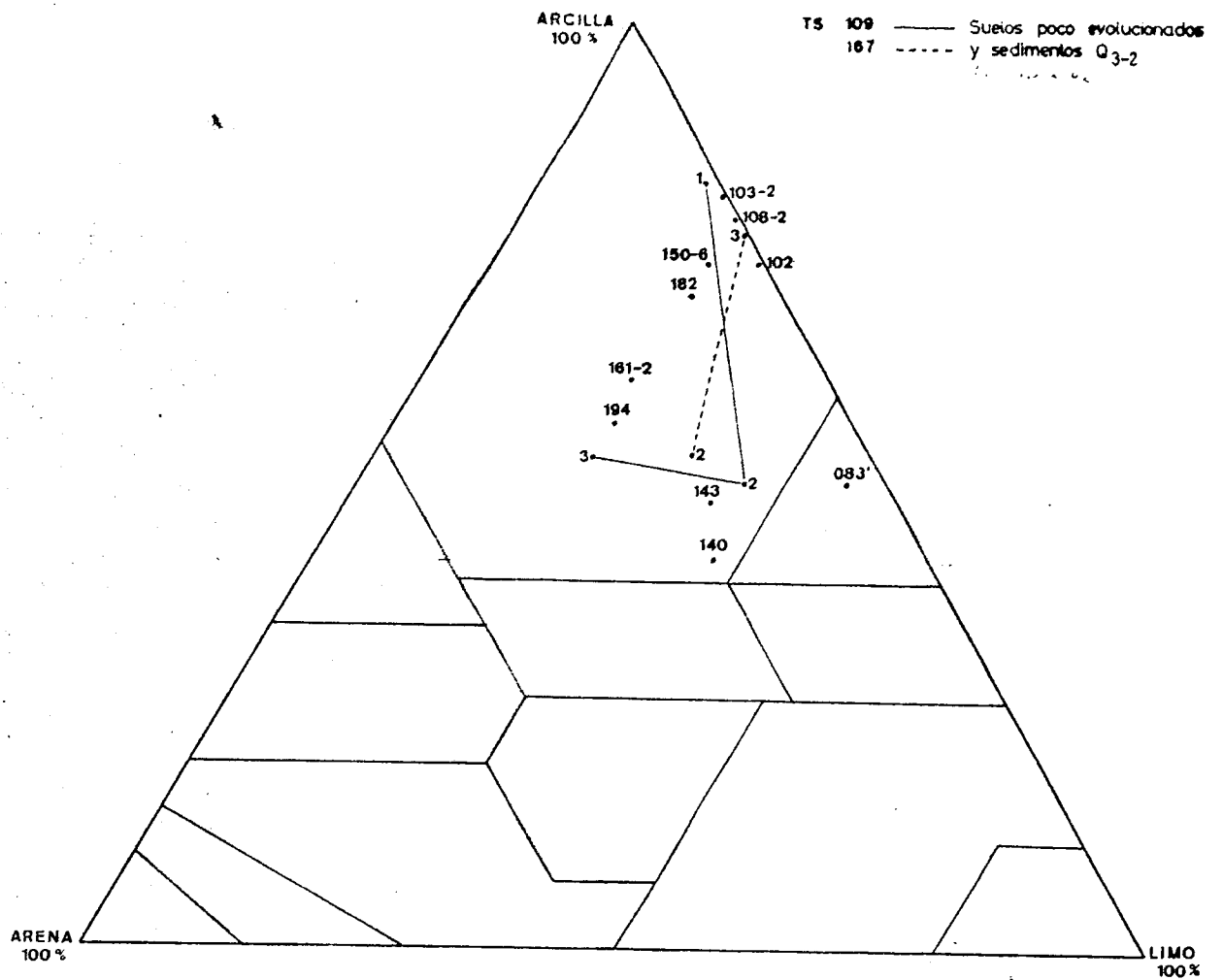
Una vez expuestos los resultados analíticos se discute en este capítulo un resumen sobre características geológicas que influyen en la peculiar distribución de facies mineralógicas, con especial énfasis en la génesis de arcillas. Conocido el ambiente de sedimentación podemos sugerir modelos de distribución y génesis de las arcillas en sedimentos.

Los diferentes suelos poseen características y una génesis, generalmente muy ligada a factores litológicos. Su evolución ha condicionado determinadas transformaciones minerales de la fracción arcilla. De su análisis se intenta esbozar una génesis donde ciertos procesos micromorfológicos pueden ser decisivos: iluviación por ej.:

Por último se expone un resumen de los puntos más destacados que aportamos en este trabajo.

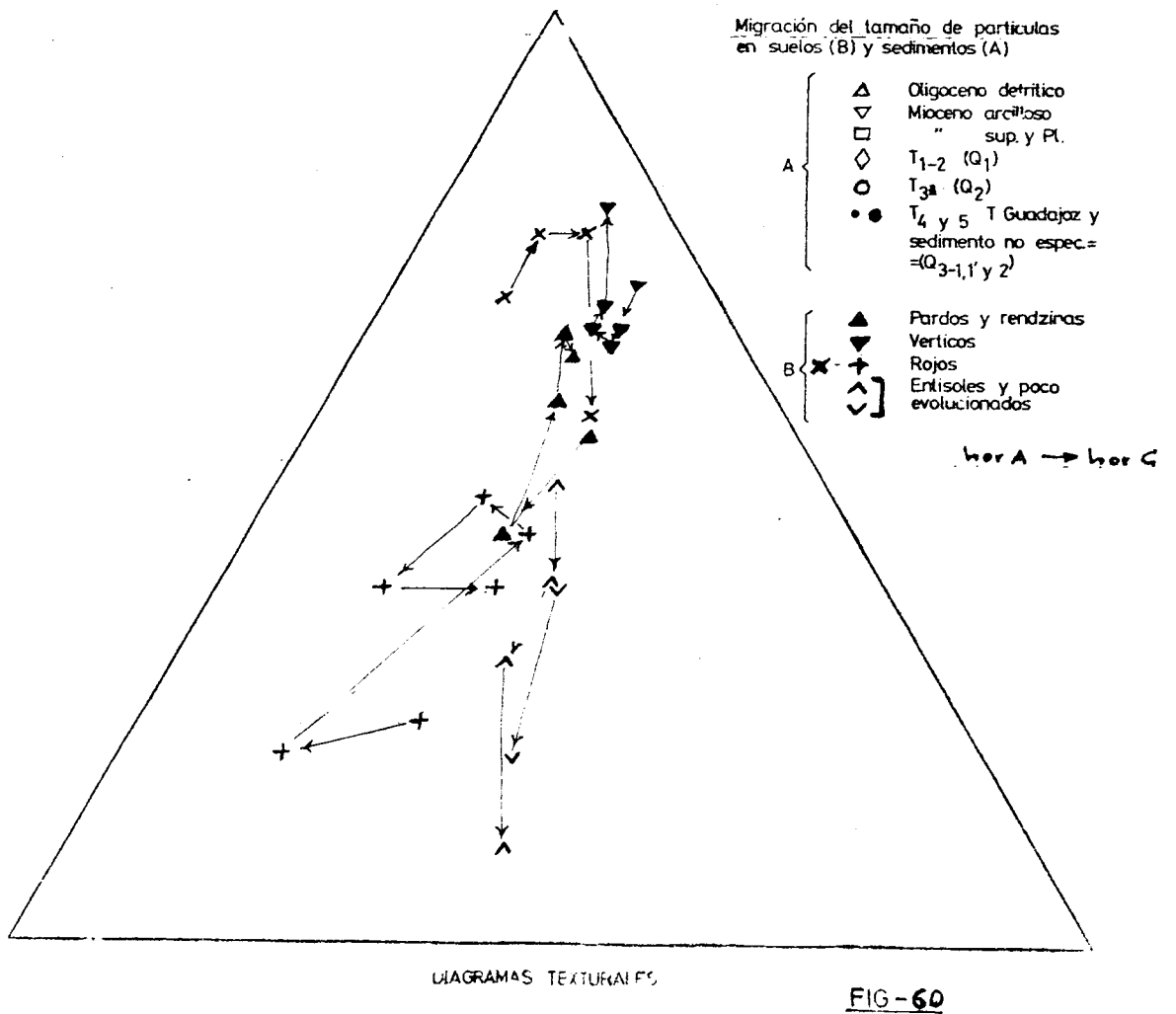
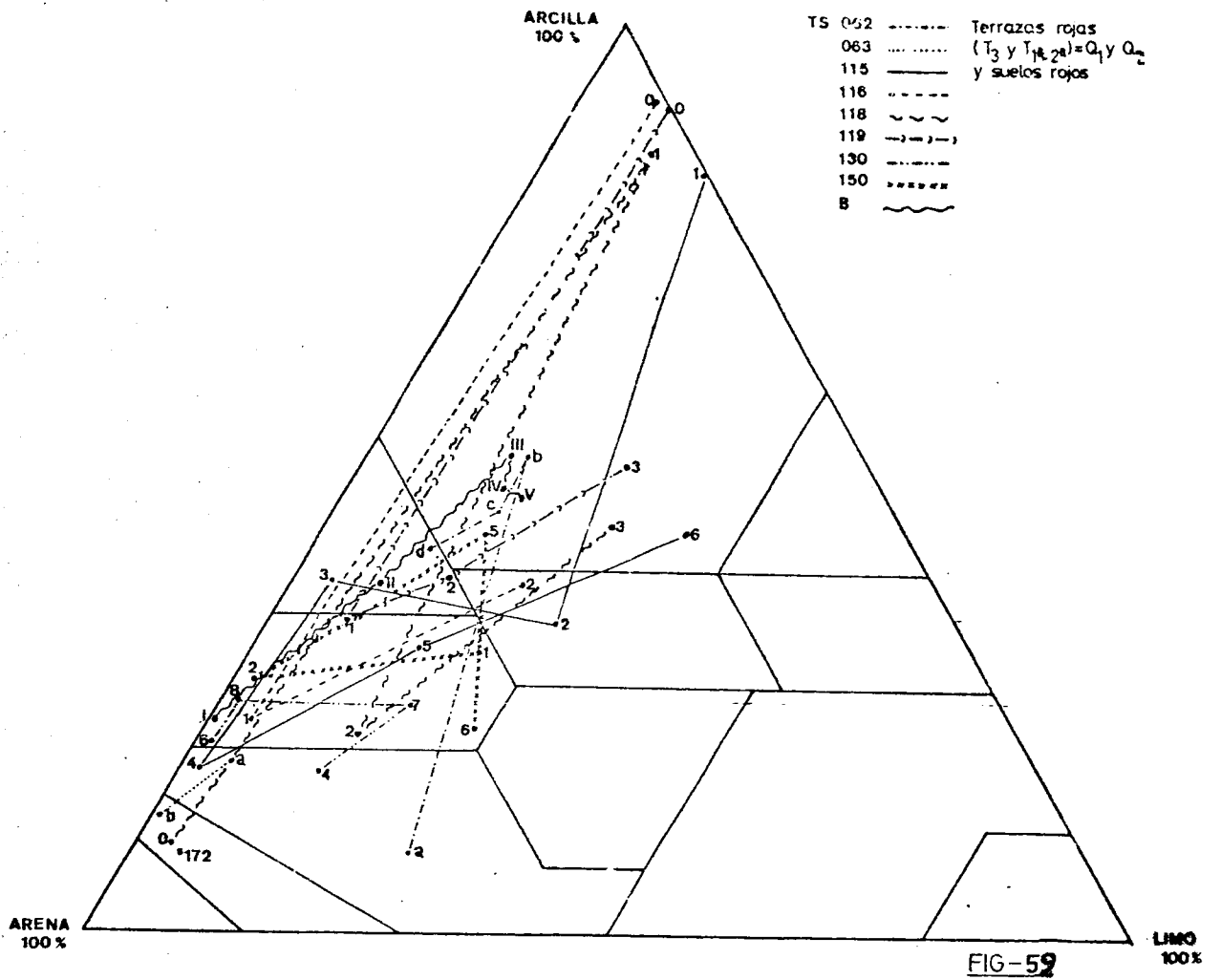
Debo advertir que con objeto de simplificar la lectura, y en especial en las figuras de distribución de arcillas, se suele utilizar abreviaturas para mencionar minerales o grupos de ellos de características similares así por ej: M-V, puede englobar interestratificaciones M-V,  $M_{12}$ -V, -- o  $14_M$ - $14_V$ . ( ver cap. II, pág 111) Los minerales simples se citan por su inicial. (cap. II. pág 107).





DIAGRAMAS TEXTURALES

FIG-58



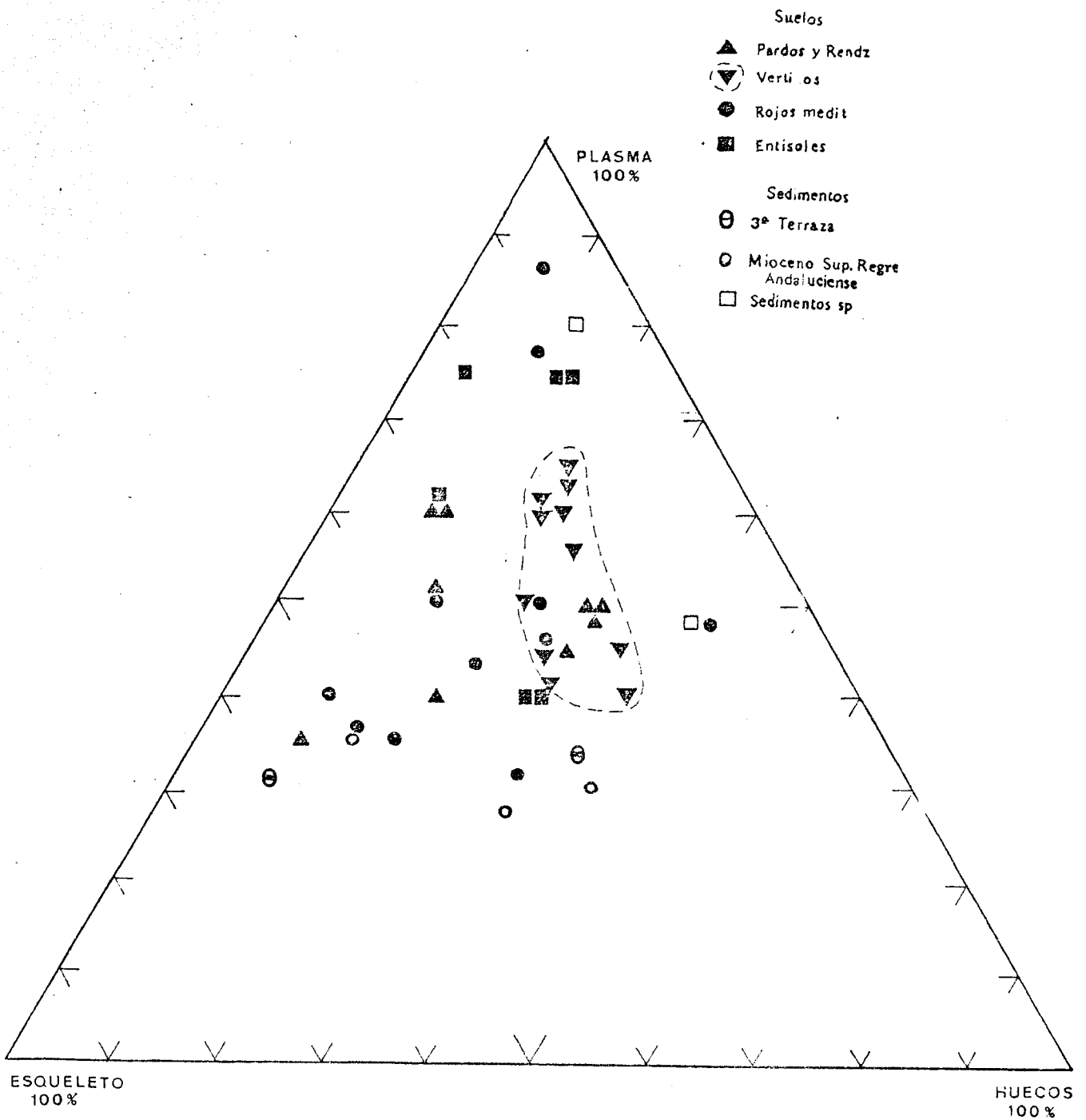


FIG - 62

T. VI-2. Puntos de truncadura en las curvas de VISHER

$x = \phi$

$y = \lambda$

Fig. 64. Mioceno Superior y Terrazas antiguas

Muestras

	a	b	c	d
TS-139				
x	0.22	0.106		
y	9	59		
TS-174-1				
x	0.75			
y	21			
TS-192-a				
x	0.162	0.137	0.0058	
y	31	69	80	
TS-195				
x	0.5	0.106		
y	10	92.5		
TS-196				
x	12	2.2	0.95	0.25
y	42	48	65	72.5

P.65 A,B. TERRAZA 3ª

TS-129-1				
x	0.15	0.075		
y	55	77.5		
TS-130-2				
x	6.4	3.6	1	0.11
y	31	52	55	98.2
TS-130-3				
x	1	0.25	0.106	
y	50	95	98	
TS-130-6				
x	1	0.25		
y	60	88		
TS-130-8				
x	0.4	0.25	0.15	
y	14	52	70	

Fig. 67. Terrazas recientes Guadajoz

TS-083'-a	a	b	c	d
x	0.6	0.25	0.0875	
y	10	60	95	
TS-083-1				
x	0.4	0.15	0.0375	
y	0.4	27	93	
TS-083-3				
x	0.4	0.15	0.0937	
y	7	50	90	
TS-084-3				
x	0.4	0.22	0.0469	
y	0.1	11	22.5	
TS-141				
x	0.25	0.106	0.0375	
y	62	77.5	81	

TS-115-2'	a	b	c	d
x	1	0.237	0.0375	
y	65	94.5	95.5	
TS-150-2				
x	15	1.2	0.3	
y	35	55	85	
TS-152-2				
x	0.75	0.25	0.106	
y	12	78	93	
TS-152-3				
x	0.25	0.106		
y	1.5	59		
TS-172-1				
x	4	1	0.4	0.183
y	50	57.5	86	92

Fig. 66. Terrazas recientes Guadalquivir

TS-065-1				
x	10.4	2.6	2	
y	47.5	95	99	
TS-065-2				
x	17	4.4	0.65	0.25
y	47	57.5	96	98
TS-124-1				
x	0.25	0.106	0.0469	
y	6	55	75	
TS-125-1				
x	0.4	0.106		
y	7	68		
TS-132-2				
x	0.4	0.106		
y	0.4	36		
TS-158-1				
x	8	3.8	1	0.4
y	31	45	50	70
TS-168-1				
x	3.4	0.45	0.0875	
y	40	45	95.5	

## 6-1. SEDIMENTOS NEOGENOS

### 6-1.1 OLIGOCENO-MIOCENO

Está representado en el sector mas meridional por unidades asociadas a un ambiente olitostromico. En general las texturas predominantes son arenosas y arcillosas, denunciando características de facies flyschoides, FIG.14, triangulo superior y FIG.57. Los valores medios -- son: 40-70% arena, 5-15% limo, 5-20% arcilla, y 20-40% arcilla. Las curvas granulometricas de elevada kurtosis y ligera -- asimetría, indican una sedimentación relativamente energética. En el diagrama C-M quedan en el amplio dominio flyschoides y turbidítico: FIG 63.

Las estructuras sedimentarias se reducen a laminaciones paralelas, alternancia textural, orientación interna que afecta a foraminíferos de forma discoidal: Lepidocyclinas, Nummulites etc. Estratificación de pequeña escala. Los niveles arenosos del Cerro Harinillas muestran secuencias turbidíticas con laminación, fenomenos de slumping, y algunas estructuras de ripples: meso-ripples y current-ripples.

La fracción arena muestra importante contenido en cuarzo (roto y anguloso) y a veces rosado e idiomorfo, cuya area fuente son las facies Keuper. Los niveles más groseros contienen glauconita-en pequeños modulos-y micas cloríticas. En conjunto la petrología de arenas dá:

Calcita, cuarzo, plagioclasas, glauconita, moscovita, (sericita), biotita, limonitas, magnetita, hornblenda.

(Los dos últimos muy escasos). Son especialmente abundantes en microfauna de bentonicos.

Se considera como parte del area fuente de ciertos depositos Cuaternarios ricos en radiolarios, espículas de ópalo, globigerínidos y nummulites.

En conclusi3n el ambiente marino de sedimentaci3n, corresponde a facies poco profundas, con relativa subsidencia, de mares abiertos y fuerte oleaje. El aporte detrítico es en parte continental (cuarzo roto) no alejado, y en parte muy proximo (cuarzo idiomorfo) procedente del Trias olitostromico, sobre quien descansa. El movimiento olitostromico, se desarrolla en etapas, una de ellas fue posiblemente sincronica a estas facies.

#### 6-1.2 MARGAS BLANCAS (Mioceno Medio)

Textualmente esta formaci3n es muy arcillosa, con gran escasez de partículas de arena. FIG.14 y FIG.57.

La petrología de arenas ha mostrado extraordinarias riquezas en microfauna. Entre los minerales hay hidróxidos de Fe, calcita, cuarzo y alguna mica, no faltando glauconitas.

Los estratos en bancos delgados y laminados, carecen practicamente de estructuras sinsedimentarias.

Dadas sus características, y en especial la presencia de glauconita, espículas de esponjas (óπαλο), radiolario y diatomea, (autoctonas) debemos atribuir la formaci3n a dominios del off-shore en mares abiertos relativamente profundos. El mayor % en arcillas, (zona de Castro del Río) puede indicar mayor profundidad y lejanía de costas (Ts-110 y 110')

Los aportes terrigenos proceden de areasfuente meridionales, no excesivamente alejados.

#### 6-1.3 MIOCENO SUPERIOR DETRITICO

La distribuci3n es bien conocida: por un lado existen fases detríticas, de origen subdeltaico en el sector de Teba (calcarenitas), y por otro, descansando sobre la meseta caracterizan un ambiente de playas y costas transgresivas en el borde Norte.



A) Calcarenitas del sector de Teba (Mioceno Medio-Superior)

Es una formación resedimentada, cuyas secuencias - estratigráficas, y las estructuras sedimentarias parecen - confirmar o invocar un ambiente deltaico. Las texturas son arenosas. La petrología de las arenas indica claramente su origen septentrional (la Meseta) dado la abundancia en -- fragmentos de rocas ígneas ácidas y de metamorfismo, son - relativamente altos (solo observados en lámina delgada), y de cuarzo roto, opacos, y micas, glauconita y calcita, -- acompañados por escasos anfíboles, y abundantes foraminíferos, algas y otros fósiles.

La glauconita es resedimentaria.

B) Facies del borde Norte.

La repartición de las facies costeras, del Mioceno transgresivo se ha expuesto en el capítulo 3 y el mapa nº1. Abundan en ellas niveles arenosos y locales transiciones - a texturas conglomeráticas. Hacia el sur pasan lateralmente a arcillas y margas o se nunden bajo la formación arcillosa.

Las texturas son arenosas FIG.14 y FIG.57-14 (Franco-arenosas y arenosas) en biocalcarenitas y calcarenitas, con frecuentes transiciones conglomeráticas o localmente -- a calizas mas o menos recifales (con abundante fauna de -- algas rodofíceas). La granulometría indica medios de playa de alta energía, y aporte continental rápido.

Un importante tramo de arenas azuladas con moscovita presenta una granulometría de elevada kurtosis y curvas simétricas.

Las arenas azules-que lateralmente cambian de coloración a bancos masivos de arenas amarillentas, -también con importante % en mica blanca-se reparten entre Villafranca - (al E, de Alcolea) y Posadas, con lechos bastante continuos ricos en macrofauna: gasterópodos y lamelibranquios en -- Alcolea (alN) y ostreidos hacia el SW (por ejemplo próximo a Córdoba, y cruce de la carretera a Sevilla con el Guada--

foz : Muestra T S:064, etc).

No suelen presentar estructuras sinsedimentarias de ripples. El ambiente corresponde a depositos de baja energía (poco o nulo oleaje) en medios poco profundos, practicamente subsuperficiales. Pensamos se trata de un posible mar interior, de forma alargada a lo largo de la costa (paralelo aproximadamente a la actual línea de separación con la meseta). La ausencia de barras de arena en posición meridional, el aspecto masivo del deposito (arenas amarillentas), la irregularidad de los bancos azules, y sobre todo la ausencia de buenos cortes que permitan una correlación impide pensar de forma definitiva sobre la posibilidad de un lagoon mas o menos confinado.

La macrofauna en Alcolea indica una posible transición continental (T S.-139). Las curvas granulométricas son simétricas y bien calibradas (arenas azules con moscovita), el peculiar diseño de las curvas de VISHER (FIG.64), ---corroboran la idea de un ambiente restringido. En efecto ofrecen valores de PHI de 2.1 (9%) y de 3.3 (59% acumulados), en los puntos de truncadura a y b: es decir con un <60% de diámetros transportados por saltación. La distribución en la horizontal muestra bastante homogeneidad.

La mineralogía de arenas en el borde N denuncia -- variaciones notables, que dependen de la posición paleogeográfica de la costa:

a) biocalcarenitas (datos medios)

Fragmentos de rocas ++, cuarzo +++, feldespato +, carbonatos ++, glauconita +, biotita +, moscovita ++, clorita +, opacos ++, foraminíferos +++ , Algas ++, otros fósiles +.

b) arenas azuladas con moscovita:

Cuarzo ++, feldespato +, carbonatos +, glauconita ++, anfíboles +, biotita +, moscovita +++++, clorita +, foraminíferos +, otros fósiles +, -- actinolita, andalucita, magnetita:t.

La alternancia con episodios arcillosos-hacia el techo indica el inicio de la importante fase transgresiva que se de-

sarrolla desde este borde de Srra. Morena, y afectará a la totalidad de la Depresión del Guadalquivir.

#### 6-1.4 MIOCENO SUPERIOR: TORTONIENSE Y ANDALUCIENSE

Es la zona de mayor extensión geográfica. La formación de margas azules ( $M_2$ ) es muy arcillosa, con esporádicos niveles y episodios arenosos: por ejemplo TS-066, 055, 057, etc. En el diagrama textual, los puntos se trasladan progresivamente hacia las arenas (aunque de diámetro pequeño), conforme se avanza en el tiempo. Así el Andaluciense predomina en las zonas franco-arenosas y arenosas; aunque en depósitos más altos de la serie se observa una riqueza en el contenido de arcilla, que hay que achacar a procesos de iluviación importantes.

Las curvas granulométricas suelen ser bastante simétricas: están bien calibradas, y son algo asimétricas. Así en el Andaluciense (TS-195, 196 y 192-C) pueden verse curvas de alta kurtosis simétricas (195) o modelos mixtos, bien calibrados: 196 y 192-C (ver FIG. 14, 57 y 63). El diagrama C-M las sitúa sobre el área de depósitos ± turbidíticos.

Las curvas de frecuencia de Visher (para el Andaluciense) son semejantes entre sí, con bajos % en transportes por saltación: FIG 14, 64.

Las tres curvas típicas dibujadas indican sedimentación deltáica de canal, en especial las 195 y 192. La 196 indica un aporte excesivamente rápido, por lo cual se sugiere un ambiente de turbidez, lo cual se corrobora entre otros datos por la presencia de una secuencia sedimentaria más o menos ligada a tales depósitos, existencia de armored mud balls, estructuras convoluted, laminas rlasar, etc.

### MICROMORFOLOGIA

Las arcillas y margas Tortonienses son de predominio plasmico con pocos huecos. Puede verse un proceso de gleyficación en la alteración del Fe, en especial en la superficie como consecuencia de encharcamiento causado -- por la impermeabilidad del material. El Fe está en forma de goethita y limonita, difusas en la matriz arcillosa. FIG.14,62.

Para los depositos del Andaluciense el dominio -- es de estructuras granulares y porfiroeskélicas, con alta relación de plasma y arena, y escasez en huecos: que -- suelen ser de retracción y de empaquetamiento. Practica-- mente casi todo el plasma arcilloso está orientado, y es de naturaleza cutánica.

Los depositos del Andaluciense y terrazas antiguas, nan sufrido una importante iluviación, como aparece por -- ejemplo en Arrecife (TS-196). En ellas se ponen de manifies-- ta dos orígenes para la arcilla intertética: por un lado el deposito ocurrió bajo medios subaéreos, en clima calido fuertemente oxidante, con aporte de arenas de diámetros -- más o menos heterogéneos y películas de arcilla roja ro-- deando los cantos: cutanes finos skelsépicos y orientados.; Por otro lado, los grandes cutanes entre huecos de empaque-- tamiento o en grietas, son de origen edáfico posterior. La iluviación comienza sin cambios climaticos y más adelante se inició un lavado y movilización del Fe III por aguas -- descendentes, que conduce al empalidecimiento del interior del cután. Este lavado no es excesivamente intenso ya que solo afecta a los cutanes grandes, con huecos interiores, o aquellos que rodean grietas.

### ARENAS

La petrología de las arenas del Mioceno Superior - (margas y arcillas tortonienses, y Andalucienses) se re-- sume en el siguiente cuadro:

Minerales	Tortonense nivel		Anaaluciense
	arenoso	arcilloso	
Fr. Rocas	--	+-	20
Cuarzo	35	50	60
Feldespatos	3	10-15	10
Calcita, dol	30	t	+
Glauconita	2	6%	t
Piroxenos	-	-	t
Turmalina	-	t	t
biotita	5	+	t
Micablanca	-	8%	5
Clorita	+	3%	-
Opalo	+	+	-
Magnetita	-	+	-
Opacos	15	30	+
Foraminif.	++	10-50	+

6-1.5 LAS ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS Y LOS AMBIENTES

Resumimos una idea general sobre la evolución de la Cuenca Neógena. En el cap: 3 fueron puestos de manifiesto algunas secuencias sedimentarias que en conjunto caracterizan los siguientes ambientes.

Formacion	N	Centro	S	Ambientes
Andaluc.	.....	Regresivo	.....	Deltas *
Torton.	.....	"		Costeros
Sup		(Max.Prof)	.....	Plataforma
	off-Shore	Transgre-	.....	neritica
	off-shore	sivo		
	Calcaren.	Transic.a margas..		Poca profundidad
	arenas	.....		Playas
	con mos-			
	covita	.....		Playas o Lag.coster**
		Transic. a margas.		off-shore
		Calcaren		Paleocauces
				deltaicos
Mioc-		margas		Nerítico
medio	.....	blancas		+ profundo
Mioc-				
infer.	.....	Calcaren		De Plataforma.
Qligoc.		(facies		
		flysch)		(locales turbiditas)

\* Cuesta del Espino

\*\* de Lagoom

En los depósitos neríticos (arcillas y margas Tor-tonienses) no hay estructuras bien patentes, a excepción de algunas secuencias detríticas estratigráficamente altas; - en ellas, niveles conglomeráticos, presentan imbricación -- de cantos, meso-ripples y huellas de superficies del tipo pit marks, rills marks, etc.. Mas arriba en la serie y asociados a una alternancia de arenas blancas y arcillas aparecen estructuras convoluted, huellas de reptación de -- gusanos, bioturbación acusada, rills marks? y algas incrustantes; cuyo origen hay que atribuirlo a depósitos de paleocauces costeros (conglomerados) y ambientes subdeltáicos -- (alternancia arenosa).

En régimen deltaico son identificable dos áreas - - principales: calcarenitas de Teba y Andaluciense regresivo. Las primeras muestran a veces las secuencias de canales deltáicos, con ripples bien conservados.

El Andaluciense parece mostrar un régimen similar: deltáico a subdeltáico: la potencia es variable: en Bujalance alcanza potencias de 200 m. o mayores. Hacia Alcolea -- (Cañetejo) llega a los 100-60m, con frecuentes alternan-- cias arcillosas. En la transversal de Córdoba, no sobrepasa los 20m. o está desmantelado. En Cuesta del Espino y hacia Guadalcazar vuelve a aumentar su potencia. Estos hechos, -- unidos a la estratificación cruzada, huellas de reptación de anélidos, arenícolas, etc. y secuencias laminadas muestran una sedimentación rítmica de colmatación, bajo dominio deltáico, fluctuante. Las áreas de mayor inestabilidad corresponden a zonas de mayor potencia.

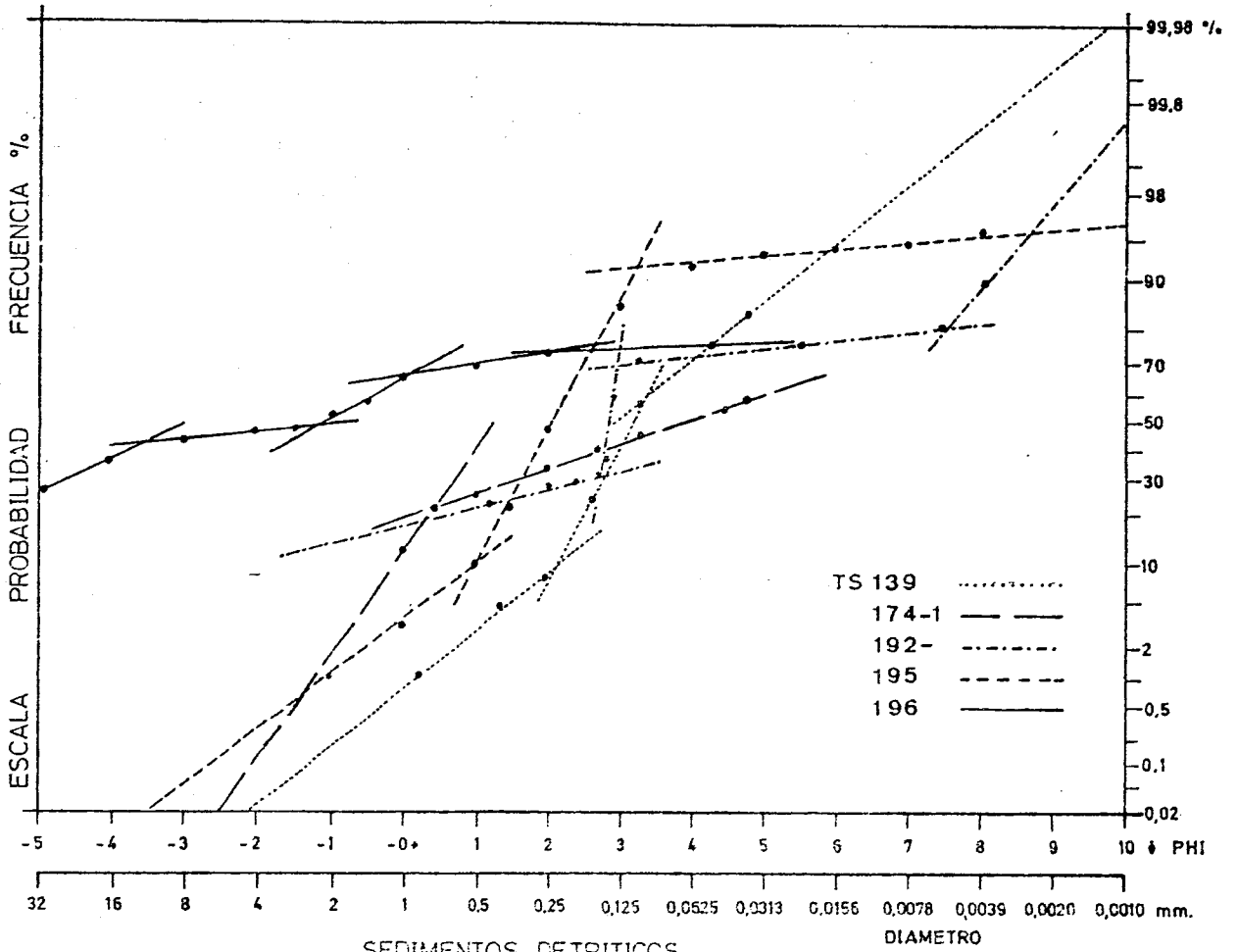
Hay dos áreas deltáicas: Bujalance + Cerro de Cañetejo y Guadalcazar.

El borde N, evidentemente costero, ofrece tres dominios de playa bien característicos:

- a) Bancos de algas, de poca profundidad, subrecifales, con escasos madreporidos y coralarios. Algas rodofíceas (niveles de biocalcarenitas del Brillante y los Bancos).

- b) Playas detríticas con ostreidos, braquiopodos.
- c) Dominios detríticos de laguna o mar muy somero, con arenas moscovíticas, con ostreidos, gasterópodos, otros lamelibranquios.

Pueden verse estructuras resedimentarias. La -- asociación conglomerados-arenas moscovíticas-biocalcareni-- tas, muestra la existencia de barras arenosas (no emergi-- das) con lagunas interiores (arenas con moscovita), que - trascienden rápidas a un medio totalmente abierto (va-- riación de facies por cambio de coloración): Brillante - (ver cap. III: 3-1.3, en pag. 154).



SEDIMENTOS DETRITICOS,  
MIOCENO SUPERIOR Y TERCERA  
RAZAS ANTIGUAS

FIG- 64



## 6-2 CUATERNARIO

### 6-2.1 AMBIENTES Y ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS

Como indicamos en las descripciones de diversos perfiles-capitulo3-, la sedimentación durante todo el Cuaternario responde a ambientes continentales, en su mayor parte fluviales. Se han distinguido por razones litológicas y geomorfológicas, tres conjuntos que agrupan hasta 5 niveles de terrazas en el Guadalquivir, y dos niveles en el afluente del Guadajoz. Como resumen, el modelo geomorfológico se expone en el siguiente cuadro: --  
Pag. 550

Los ambientes son pues de aterramiento fluviales (fluvioclimáticos) y quedan definidos por sus estructuras sedimentarias, posición morfológica (geomorfología) características granulométricas y secuencias estratigráficas.

### 6-2.2 CUATERNARIO ANTIGUO

Aflora en la transversal más oriental, adelgazándose hacia el Centro, para más tarde reaparecer a cotas inferiores. Separado en dos niveles de adelgazamiento, suele considerarse como nivel de rañas del Plio-Cuaternario por sus analogías con otros depósitos similares en la Meseta Castellana. Según la cartografía tiene en la actualidad un suave buzamiento hacia el Norte, lo que parece estar en contradicción con su origen: Los cantos, rodados y heterométricos deben, por su naturaleza, proceder de la Sierra Morena. (LEYVA-1974 y 1975). Este hecho no es ciertamente anómalo y hay que atribuirlo a un suave basculamiento tectónico.

Abundan los cantos rodados, y las arenas ( $\emptyset$  grueso), y solo localmente contienen alto % de arcillas (ver triángulos de texturas FIG,14,58 y 60). Granulométricamente son

Bibliog.	Edad	Nivel de Aterrazamiento	Fase Geomorfologica	P**	Ambientes	Procesos Pedogeneiticos
Q. Antiguo "rañas"	Q. Antiguo	Terrazas altas	T <sub>1</sub> <sup>*</sup> Interglaciario Calido	e s	Glacis Terraza Flood Plain	iluvación costras carbonatadas.
T <sub>1</sub>			T <sub>2</sub>	(s)	Terraza Fans	costras
T <sub>2</sub>	Q. Medio		T <sub>3</sub> Interglaciario calido	e s	Terraza Flood plain point bar	iluvación costras
				(e)	Fans Fans (Guadaj)	suelos rojos
T <sub>3</sub> (T <sub>4</sub> )	Q. reciente		T <sub>4</sub> T <sub>5</sub> Reciente y Actual (postglaciario) Coluvionar	e s	Terrazas Floods plain point bar canales recientes coluviones y deslizamiento	- - - - - -

\* : Rañas en bibliografía ≡ Plio-Cuaternario / P\*\* : proceso dominante / s : sedimentación / e : erosión

mal calibradas, con dominio de poblaciones transportadas - por rodadura, en un medio de alta energía, durante un tiempo corto ( por ejemplo la curva granulométrica TS-174-1). La sedimentación pudo hacerse bajo clima calido por la -- abundante rubefacción de la arcilla. FIG.63

La mineralogía de las arenas presenta dominio de: cuarzo roto y micas además de calcita, ortosa, dolomita , y abundantes oxidos de Fe.

Dada la escasez de analisis no es posible establecer generalizaciones pero la homogeneidad en composición, - texturas y secuencias parece ser un hecho común a este nivel. El area fuente es amplia, y aporta una sedimentación en manto de inundación, ocupando en parte una superficie - de pediplano. Micromorfológicamente, algunas muestras se - asemejan al Andaluciense Superior, aunque con mayor escasez de Arcillas, siendo patente una iluviación argilica. .

Son eminentemente porfiricas con huecos de empa-- quetamiento y peliculas cutanicas bastante finas.FIG. 62 Los materiales cementados por carbonatos suelen ser porfiro-cristicos, con una matriz (plasma carbonatado) cristica.

### 6-2.3 CUATERNARIO MEDIO

Comprende la Terraza 3ª del Guadalquivir y la Terraza alta del Guadajoz. Las características mas notables son el encostramiento carbonatado y la aparición de suelos rojos con horizonte B textural argilico, con parte de la arcilla iluviada. Las series sedimentarias se inician por conglomerados en lentejones mas o menos continuos, seguidos de arenas bien clasificadas y arena muy fina-limosa-, en series re-- gradativas, tipico de secuencias de flood plain. Cuando -- falta el horizonte carbonatado (de caliches) B<sub>Ca</sub>, la iluviación puede afectar los niveles arenosos y peliculas de arcilla rodean los cantos, con una textura sepica: (cutanes -- skelsepicos), además de existir cutanes vosepicos.

Geograficamente la repartición de texturas\* es su--

\* FIG. 59

gerida por la distribución vertical, y es una función del subambiente fluvial. Así en los Flood plain (llanuras de inundación) los tamaños son muy similares, con secuencias regradativas, mientras que los point-bar son variables, sin una clara tendencia geografica ni geomorfologica aguas abajo del río. Los analisis sedimentologicos muestran -- cinco familias de curvas: FIG.63

Familia A: De bajo calibrado, muy asimétricas. Bimodales, con dos inflexiones: a 22 mm/30% y de 4-7 mm/ ~70%. Parece existir una tercera sobre 2mm. Ejemplos: 115-2.

Familia B: Semejante a la anterior, con dos máximos: Las inflexiones aparecen a >20 mm(30%), y 1.5 mm. (65%). may Ø finos, de los que carece la familia A. Ejemplos: 150-2.

Familia C: Con ligeras diferencias entre ellos (por ej. - 129-1) son de bajo grado de madurez. Curvas:- 172-1, 130-2, 130-3, etc.

Familia D: Típicamente de alta simetria y elevada kurtosis. Corresponde a episodios bien calibrados del Cuaternario medio reciente. Máximo entre 0.3 y 0.4 mm. sobre los 50%, acumulados. Solamente la 141 difiere (por un aporte adicional en Ø arena fina y limo). Ejemplos: 152-2, etc.

Familia E: Semejante a la anterior, con los máximos desplazados hacia Ø finos: 152-3, 139, 130-6, etc. La simetría aparece en la 133-2, con "colas" hacia Ø finos.

Por su parte el diseño de las curvas de Visher permite distinguir 3 familias: FIG 65. Tercera terraza, margen derecha B, margen izquierda A.

Familia 1: con probabilidad alta para los diámetros grandes. Curvas: TS-1302, 130-3, 130-6, 150-2, 150-2', del sector más oriental, y 172-1, en el sector más occidental.

Familia 2: intermedios, con asimetría marcada: 129-1 (Oriental) y 152-2 (Occidental).

Familia 3: de mayor probabilidad en diámetros medios y finos: 130-8 (oriental) y 152-3 (occidental).

Los perfiles 129 y 130 corresponden a ambientes del borde opuesto a un point bar, es decir de un Natural-Leeve, con transición al flood plain. Hacia el techo no hay diferencia notable entre 130-2 y -3. El nivel rojo con arcillas iluviadas es muy semejante, pero con mayor % en  $\emptyset$  finos: 130-6. Parecen existir dos importantes avenidas en la llanura de inundación separadas por una etapa de iluviación roja arcillosa (bajo clima calido tropical). Las curvas 115, 172 y 150-2 son idénticas a la 130-6: pues todas ellas corresponden a niveles arenosos rojos con arcilla de iluviación.

Un grupo heterogéneo lo constituyen las muestras - 130-8, 129 y perfil 152. En resumen, hay dos grupos de curvas: el 1º grupo, muy similar entre sí:

130-2, -3, 130-6, 115, 172, y 150-2,

El 2º grupo muestra una fuerte dispersión de datos: 129, 130-8, 152-2, 152-3, siendo de todas ellas la de partículas mas finas:

La micromorfología indica importantes procesos de iluviación en sedimentos de la terraza 3ª en áreas de flood plain o de point-bar localizadas. Aquí es patente un origen edáfico para la arcilla roja orientada, que no solo afecta a los horizontes rojos  $B_t$ . Si bien, el horizonte Cálcico suele actuar a modo de pantalla que evitaría las migraciones descendentes, cuando falta, o es genéticamente posterior, no hay obstáculo a la iluviación de arcilla procedente de los paleosuelos rojos. La iluviación se ha favorecido pues en ausencia de horizontes cálcicos: por ej. en perfiles 119, 130, 150, 172, etc.

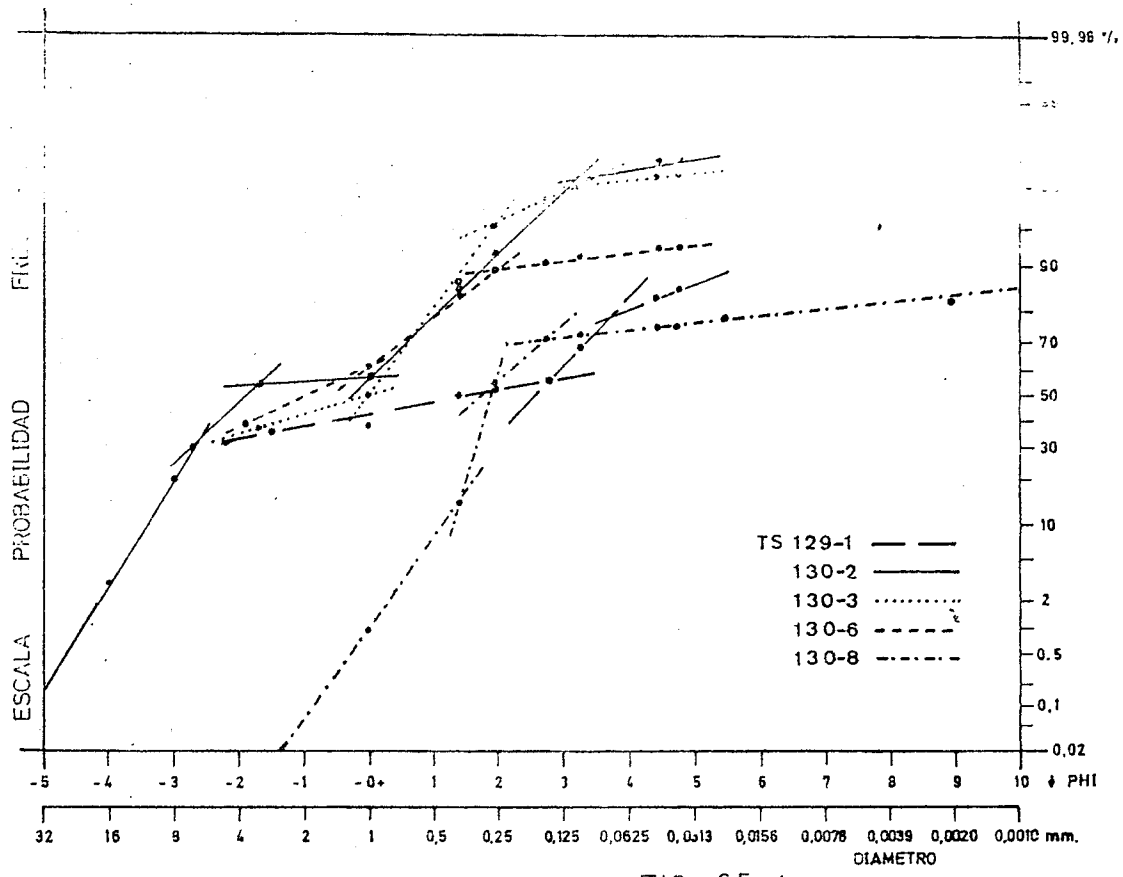
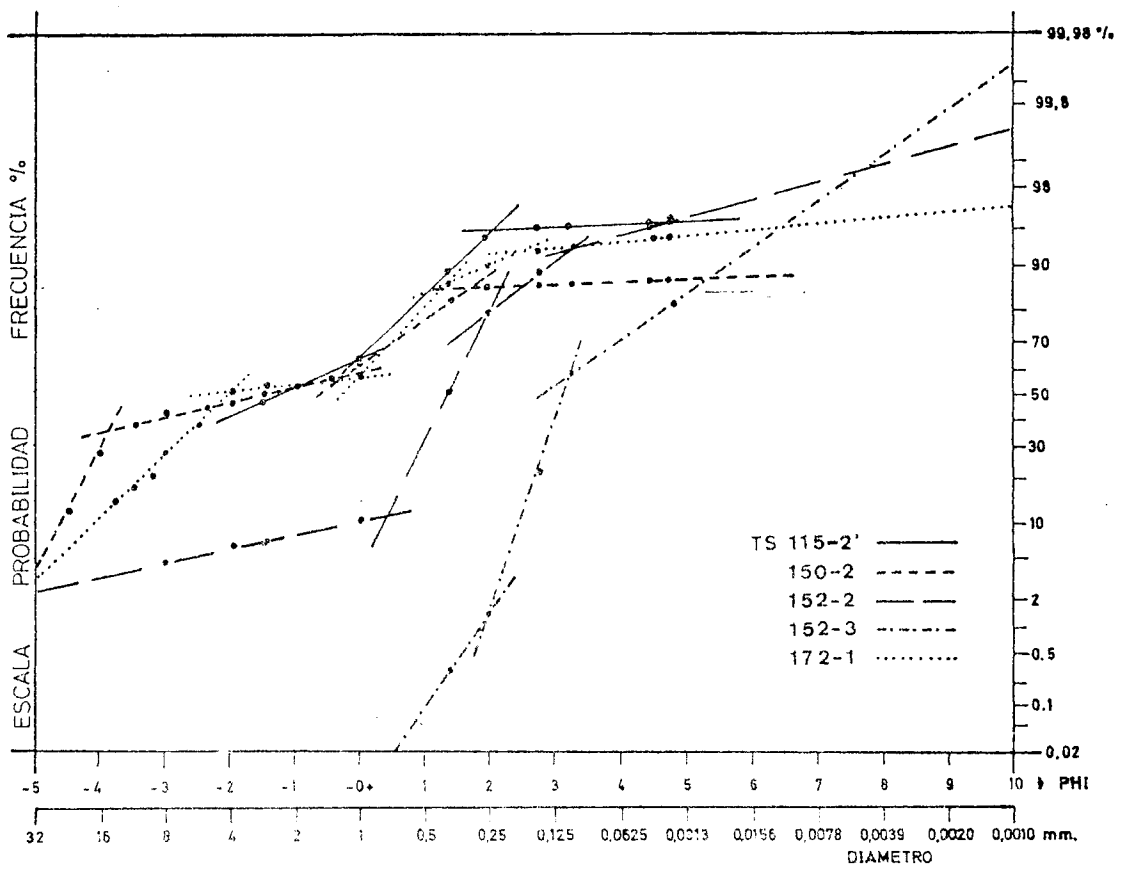


FIG-65-A



3ª TERRAZA FIG-65-B

#### 6-2.4 CUATERNARIO RECIENTE

Los aspectos mas importantes se resumen conjuntamente para la totalidad de depositos del Cuaternario Reciente, cuyas afloramientos abarcan Terrazas recientes y actuales en el Guadalquivir (Terrazas 4º y 5º por ej. TS. 065, -029, 028, 027, 158, 168, 125, 124, etc), Terrazas actuales del Guadajoz (por ej. TS 083, 083, 084, etc), y depositos aluviales en otros cauces (por ej. 141, 140, en el Guadalmeallato, 182 en el Gualijar, 109 en el Galapagares, etc). Incluimos los datos de la terraza alta del Guadajoz (perfiles TS. 068 y 095 por ej.).

#### DATOS SEDIMENTOLOGICOS

La distribución geográfica de texturas, el agrupamiento en familias de curvas granulometricas y el aspecto de la distribución de la probabilidad estadística (curvas Visher), cumple analogas consideraciones que en el Cuaternario Medio; Es sugerida por la distribución vertical y depende del subambiente fluvial analizado.

- Los depositos del Guadalquivir muestran un doble predominio en zonas arenosas y limosas. FIG 58 (Diagramas texturales).

Las curvas granulometricas se agrupan en diferentes familias: FIG.63

Familia A: De bajo calibrado, muy asimetricas. Bimodales.  
Ejemplos: TS-065-1 -2

Familia B: Semejante a la anterior, con dos máximos.  
Ejemplos: 029

Familia C: Con ligeras diferencias entre ellos, son de bajo grado de madurez.  
Ejemplos: 158-1, 168-1.

Familia D: Típicamente de alta simetria y elevada kurtosis.  
Episodios bien calibrados.  
Ejemplos: TS-083-1, 141, 083'-a

Familia E: Semejante a la anterior, con los máximos desplazados hacia  $\emptyset$  finos:  
Ejemplos: TS-084-3, 125-1, 124-1.

Hay claramente tres familias de curvas de probabilidad estadística (Visher), que muestran en conjunto fuerte dispersión de datos: FIG.66 ,

Familia a: Curvas del perfil 065, de baja simetría, con  $\emptyset$  gruesos. Son de point bar de alta energía.  
Analogamente se agrupan aquí las muestras 029, 028, y 027, en el sector más occidental.

Familia b: Curvas intermedias: 158 y 168. Corresponden a flood plain, tramos inferiores, de sedimentación rápida, grosera.

Familia c: Típicamente calibradas, muy asimétricas a excepción del 125-1, con asimetría por aporte de  $\emptyset$  gruesos. Con varios puntos de truncadura (por ej. 124-1), o de forma normal. Altos % en poblaciones depositadas por suspensión -- (entre 65 y 30%), con partículas 0.125 -- (escala PHI = 3).

Los depositos del Guadajoz muestran texturas con predominios arenosos-limosos, a excepción de la terraza alta, que dá importante dispersión de diámetros. En estos últimos -- esencialmente conglomeraticos ( por ej. TS. 053) juegan un papel importantela sedimentación arcillosa posteriormente edafizada, por ej. muestras TS-068-1, y 095-3.

- Granulométricamente son bastante homogéneos y semejantes al cauce del Guadalquivir. Así distinguimos + TS-068,83,84, FIG 63 . El cauce medio (Castro del Rio y proximidad de Santa Cruz, en el area Sur estudiada) es mas heterogénea.

Para el Guadajoz, el problema está evidentemente -- más claro: la parte media (Castro del Rio y proximidad de Santa Cruz), en la zona sur es más heterogénea, por el predominio de material arcilloso y detrítico, recibido de una fuente inmediata; mientras que el sector más próximo a su desembocadura dá granulometrias mas homogéneas, mejor cla-



sificadas en la zona arcillosa por un porte más abundante - en arcillas Tortonienses.

Las curvas de Visher muestran transiciones de fan- golitos a flood plain en algunos puntos de las terrazas altas ( por ej. 068) con aumento en los % de arenas y arcillas, o bien curvas similares a la Terraza 3° del Guadalquivir - con alto % en Ø gruesos, transportados por rodadura. FIG.67

En los depósitos actuales varían en el sentido de alcanzar poblaciones de Ø más fino de 0.15 a .16 mm. en el perfil (083-3 y 083-1). Análogamente ocurre en la horizontal, aguas abajo del voluble cauce: 083'-a, 083, 084-3.

Los depósitos recientes de otros cauces aluviales, muestran datos granulométricos y texturales que dependen de la situación geográfica, así los arroyos de la margen izquierda, reciben aportes de las margas Tortonienses, y son arcillosos (TS-182, 109, etc, por ej.), mientras que muestras de la margen derecha suelen ser arenosas y/o limosas: TS-140, 141, etc.

En general suelen dar curvas de Visher dispersas, (solo se representa el cauce del Guadalmellato)

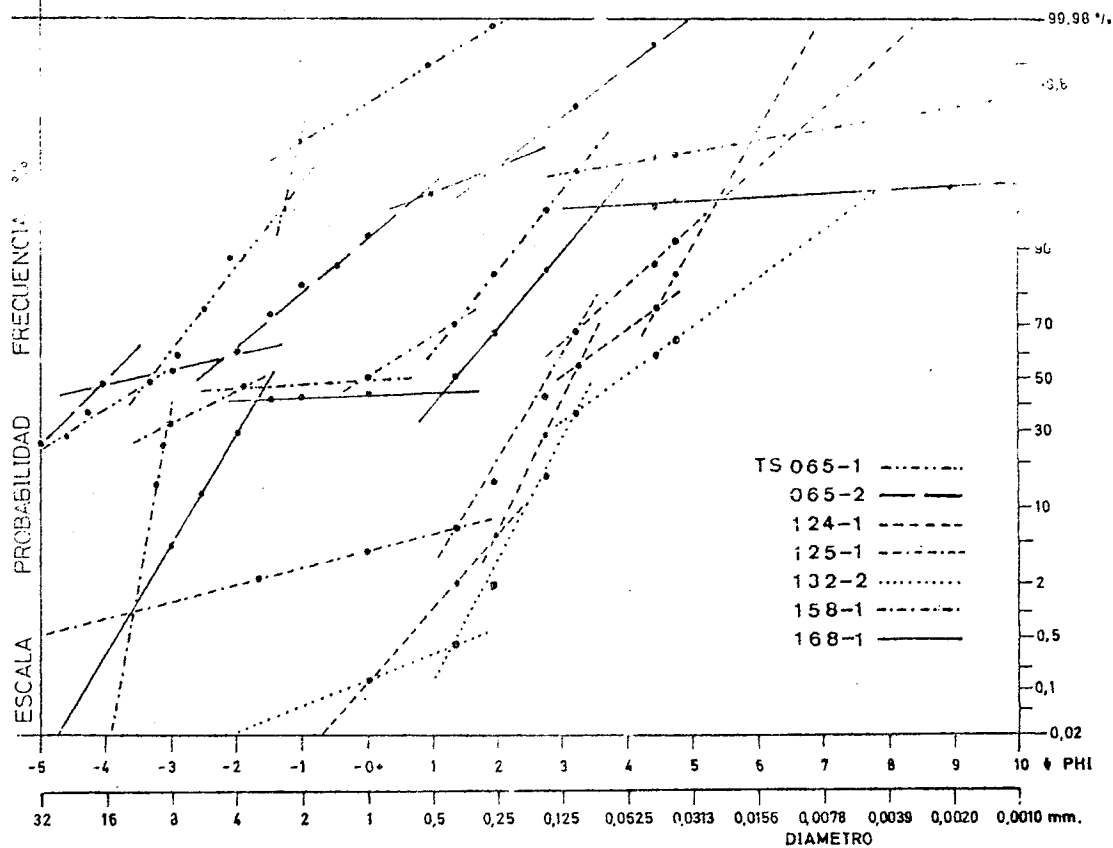
Están ausentes las estructuras sedimentarias aunque debemos mencionar una bioturbación, y estratificación laminada en alternancias con lechos arcillosos.

En el Arroyo de la Marota es visible una superficie de - aterrazamiento, con locales depósitos de point bar asociados.

- En conclusión el análisis de la sedimentación actual permite establecer los siguientes ambientes sedimentarios:

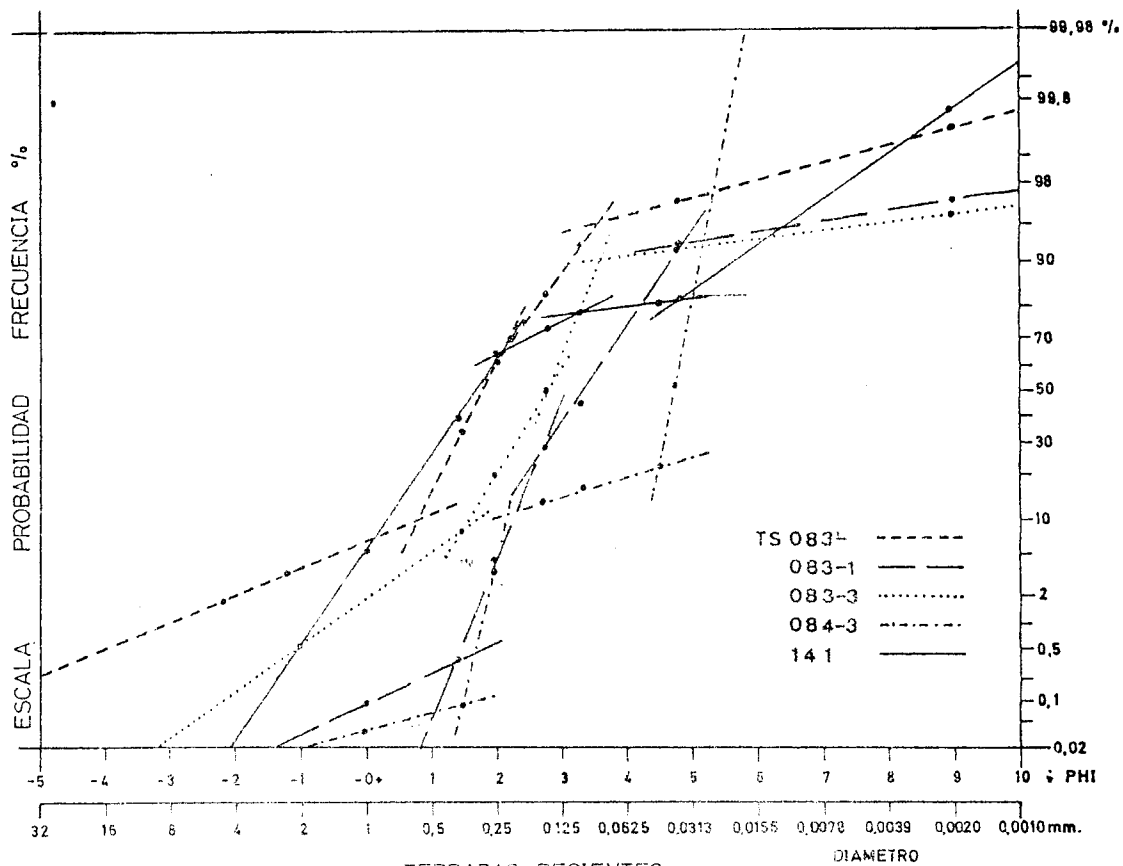
	Terr	Flood Plain	Point bar	canales	Fans
*	T <sub>40</sub>	065	065		
	T <sub>50</sub>	158,124 0,29	123,(124) 106--109		
**	T <sub>alta</sub>	(068)	059		068,095
**	T <sub>rec</sub>	(084)	083	083' 140.141	

\* Guadalquivir \*\* Guadajoz \*\*\* Otros cauces.



TERRAZAS RECIENTES  
GUADALQUIVIR

FIG-6 6



TERRAZAS RECIENTES  
GUADAJOZ

FIG-6 7

6-3      ARCILLAS EN LOS SEDIMENTOS DE LA DEPRESION DEL --  
          GUADALQUIVIR: TRIAS Y NEOGENO

6-3.1.- Serie del Trias

Los porcentajes semicuantitativos de los minerales de la arcilla, se ven en el cuadro adjunto: (la comparación global de minerales de la fracción arcilla se ha expuesto en pag. 138: cap. 3-1.2, y fig. 10, p. 139).

Techo

	M	V	C <sub>sed</sub>	I	I-V	14 <sub>C</sub> -14 <sub>M</sub>	otros
TS-200-9			25	70			t
200-3	10		25	65			t
200-2				44		55	
200-1		+			++		
060-y			75	35			

Muro

La serie triásica es fundamentalmente evaporítica, ubicada en el complejo olitostromico subbético, con alto % en yesos. La aparición de niveles cada vez mas dolomíticos, nos hace pensar en una sucesión normal, pero dada la intensidad de la tectónica, el comportamiento plástico y las deformaciones halocinéticas (diapirizante) abrigamos ciertas dudas sobre la posición de la serie.

De la tabla anterior, se deduce un aumento en Illita, siendo la Clorita abundante hacia el muro: (060-y), - la clorita forma el complejo (M<sub>C</sub>-14<sub>M</sub>) en niveles de arcillas negras de la serie. La palygorskita (mineral fibroso) solamente existe en una cantidad muy baja, lo que indica - incipiente grado de neoformación.

Minerales I-V, aparecen en la base de la serie, -- siendo términos raros o esporádicos en otras series triásicas : CABALLERO (1972), Y CABALLERO Y MARTIN VIVALDI -- (1975).

En cuanto a la cristalinidad de las illitas observamos los siguientes hechos:

En la muestra TS-200-1, la illita se encuentra interestratificada, lo cual no permite la medición aislada del espaciado a 10 Å. Los valores, muy variables, fluctúan entre 8.5 y 2.5. Las relaciones Al/Fe + Mg, son también variables: ver tabla V-1.

Hacia el muro la cristalinidad es más elevada -- (2.5) con un contenido no excesivo en Fe + Mg (= 0.43); Hacia el techo de la serie la cristalinidad decrece aumentando el % en Fe + Mg. Podemos sugerir que el aumento de cristalinidades es consecuencia de diagénesis precoz, ello podrá confirmar que se trata de una serie normal.

Las cristalinidades altas ( 2.5 en la base de la serie) responden a un inicio de recristalización por diagénesis, que ordena las láminas de la celdilla cristalina, y la disminución del parametro 002/001 no es mas que un aporte de Al cada vez mayor en los niveles evaporíticos. Por tanto la cristalinidad de illitas y cloritas parece disminuir hacia el techo, pero las relaciones Al/Fe + Mg (en illitas) son variables, como muestran la tabla V-1, (pag 524) y en 5-2.1 (pag. 380). En general hay un ligero aumento en Mg<sup>++</sup> en la serie, de acuerdo con una sucesión normal. Los valores fluctúan entre 0,30 0,50 y son pues relativamente altos.

Los resultados son similares a los expuestos por CABALLERO (1972) y CABALLERO Y MARTIN VIVALDI (1975).

La evolución paleogeográfica, en este punto de la Cuenca Subbética, coincide con los datos generales de CABALLERO (1972), LUCAS (1962) y otros: durante la sedimentación evaporítica son frecuentes las illitas y cloritas heredadas ("sedimentarias") e interestratificaciones C-M; -- mientras que en posiciones más internas, los minerales detríticos heredados son cada vez menos importantes. Como -- indicaremos mas tarde este hecho es bastante generalizado,

y puede aplicarse a depresiones Neogenas por ejemplo :  
HUERTAS Y COL. (1974).

La posición tectónica es evidente alóctona y su origen debe ser bastante mas meridional. Datos mineralógicos de LINARES y col. (1974) Y PUIG ( com. personal 1976), muestran semejanzas con la serie descrita de Espejo. CRUZ SANJULIAN (1972) ha confirmado la aloctonía de un Triás - muy proximo: en la región de Osuna (transversal de Estepa).

La mineralogia de arcillas supone un criterio más, para invocar una patria meridional, a las facies triasicas cuya distancia no es previsible y sobre la cual no entramos en discusión.

La cuenca en este punto, es de ambiente lacustre, o marino de muy escasa profundidad; en clima cálido árido (?), y los aportes detríticos deben proceder de áreas relativamente próximas, ya que han sido destruidas las cloéritas, minerales poco estables.

En líneas generales podemos admitir dos vías de formación:

- a) de herencia
- b) de transformación.

Illita y clorita ( en el muro de la serie) son de herencia. Debemos pensar, en etapas con importante meteorización inicial, y que durante la fase de transporte ocurre una transformación, con aparición de interestratificaciones del tipo I-V y C-M.

En resumen los siguientes procesos: (en coincidencia con CABALLERO, 1972).

- A) Depósito detrítico: I y C heredadas (Transporte rápido)
- B) Deposito evaporítico: I y C interestratificadas (Transporte lento: transformaciones).

Podemos sugerir que al ascender en la serie, ocurren las siguientes transformaciones de degradación:

- I → I-V
- C → (14<sub>C</sub>-14<sub>M</sub>)

No debemos descartar un inicio de diagenesis en especial hacia el muro de la serie cuya consecuencia es el aumento de cristalinidad en illitas (incluso de cloritas).

En conclusi<sup>o</sup>n estamos pues de acuerdo con la evolucion general y genesis de arcillas de ambientes triasicos expuestos por MILLOT (1964), LUCAS (1962 y 1963), CABALLERO Y MARTIN VIVALDI (1975) , HUERTAS y col (1974) etc.

6-3.2 Serie detritica Oligoceno-Mioceno

El cuadro adjunto muestra la siguiente composición:

Tabla VI-4 . FIGURA 72. (\*)

Serie y posición muestr.	M	M <sub>12</sub> -V	(I-M) <sub>x</sub>	otr.	(C-V)	C	I	K
Calcarenitas (Teba)	095-2 095-1			+++ +++*			20?	+ +
Areniscas azules (borde N)	064-c 139	50 20				10 6	10 10	2 14
Margas blancas (St <sup>a</sup> Cruz-Teba)	090 071 009'		70 70	+ +			18 15 + 18	5 3 3
Margas blancas (Castro del río)	110' 110		90 90			5 5		+? +?
Calcarenitas (Harinillas)	076 078 079		60 50		(10)?		30 25 30	10 3 5

\*: I-M-V

(techo hacia arriba)

\*\* : I-M-V o V-Sm

Encontramos dominio de Montmorillonita aislada - (borde N) o esporádicamente en la zona Sur (078, 009'), e interestratificada con Illita (margas blancas), en % elevados. En Harinillas la Montmorillonita suele estar ligada a laminas de vermiculita (M<sub>12</sub>-V). En Teba el comportamiento es diferente, con interestratificaciones complejas I-M-V o V-Sm. Normalmente es baja la proporción -- de illitas excepto en 129, (areniscas azuladas). Este -- mismo material arroja el máximo de caolinita de todas las series: 15%.

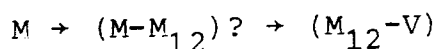
(\*): Las figuras 72, 73 y 74, muestran la repartición geográfica de los minerales de la arcilla en sedimentos. No se dibujan la totalidad de los análisis. Las fórmulas de las interestratificaciones ( en la leyenda) indican conjuntos de láminas de comportamiento similar: por ej. (M-V) agrupa (M-V), (M<sub>12</sub>-V), etc. En muestras del mismo perfil se ordena de muro a techo de izquierda a derecha.

Los valores medios y extremos, o intervalos de variación de  $i$  y 002/001 son: (Tabla V-1 y FIG. 52 ).

	valor medio	extremos
$i$ :	6-8	10,3
002/001:	0.30-0.55	0.55,0.23

Los puntos se agrupan en el diagrama de Esquevin según banda que aumenta en el % Fe + Mg hacia el techo. La cristalinidad es baja, la illita es de herencia. En -- 110, 110', 090, 071, y 009' está interstratificada, y caben dudas sobre la bondad en la medida de "i". En 064-c, la presencia de micas heredadas, de origen proximo a la cuenca ofrece una cristalinidad muy elevada. En cuanto a la génesis podemos sugerir los siguientes procesos:

a) Durante el Oligoceno-Mioceno (zona Sur) hay -- aporte de montmorillonita, posiblemente detrítica, y simultaneamente se inicia una entrada de  $Mg^{++}$  que conduce a la interstratificación ( $M_{12}^{-V}$ ), en láminas poco degradadas ( $M_{12}$ ) con la consiguiente transformación por agnada-ción:



No cabe destacar una cierta diagenésis precoz. El caso de Montmorillonita aislada, (Muestra TS-078), podemos sugerir una herencia, y no se ha transformado, gracias a su mayor % de arcillas en valor absoluto. La illita es -- heredada y su alta cristalinidad parece invocar una estabilidad durante el transporte (medios acidos). La cuenca, muy detrítica, supone una sedimentación más o menos somera (de plataforma) con materiales resedimentados, presencia



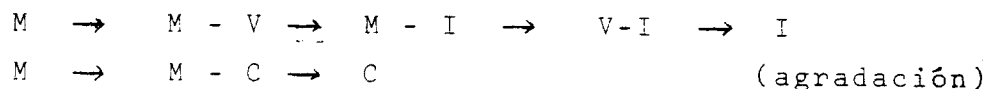
de glauconita y unas características que pueden indicar -- cierto grado de turbidez. Como se indicó anteriormente - (6-1.1), algunas estructuras y secuencias sedimentarias - parecen confirmarlo, por ejemplo laminaciones paralelas - en episodios arcillosos afloran, en secuencia normal, sobre estructuras de ripples y convoluted (aunque mal conserva-- dos) que afectan a los episodios mas groseros.

b) En las margas blancas ocurre una degradación de la illita según la transformación  $I \rightarrow (I-M)_x$ . Radiolarios y diatomeas vienen a mostrar una cierta profundidad de la cuenca, lejanía de costas con ausencia o escasez en materiales de la arena (biotitas muy alteradas y opacos-goe-- thita casi exclusivamente; y cuarzo y calcita entre los transparentes).

En TS-009' hay una anomalía de difícil explicación: Montmorillonita; siendo la illita abierta.

No pueden seguirse secuencias definidas en la vertical, a excepción de 110 y 110', de facies algo más profundas y lejanas de costas, por lo cual la degradación de la Illita ha sido más completa ( en Sta Cruz coexisten - (I-M) con % bajos de illitas degradadas.

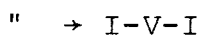
Descartamos que en este ambiente puedan las Montmorillonitas iniciar una importante agradación, bien hacia clorita, bien hacia illita, previas fases intermedias I-M, ya que tales transformaciones suelen exigir pasos inter-- medios vermiculíticos, (o de tipo C-M) que no se han detectado aquí. Estas transformaciones serían por ejemplo:



Exigen medios relativamente saturados, o una sedimentación... rápida. Dado que en areas mas profundas (TS-110,110') las laminas estan mas degradadas ( mas montmorilloniticas) no cabe esperar una agradación como origen de la forma  $(I-M)_x$ , encontrada en las margas blancas.

Tengamos en cuenta además, que en la posición mas meridional de estos niveles parecen cloritas, y dada su habilidad y la alteración de fases micaceas debemos sugerir para la clorita una neoformación más bien que una agradación.

c) Los términos mas altos de la zona Sur (Teba) -- ofrecen degradaciones profundas en illita, que dan origen a interestratificaciones de 3 láminas (I-M-V) o bien I-V-I, pero que deben constituir términos menos degradados que la fórmula  $(I-M)_x$ ; explicable mediante el aporte rápido (facies detríticas paleodeltáicas) y la presencia de medios saturados en  $Mg^{++}$ . No obstante, cabe preguntarse sobre la posibilidad de la transfor. de agradación siguiente, en medio básico:



Creemos se trata de una herencia con transformación. El area fuente será pues un medio bastante meteorizado.

En el Norte, Illita ( de elevada cristalinidad) y Montmorillonita son de herencia, como cabe esperar de un transporte corto ( son facies costeras).

d) En cuanto a la Clorita, su aparición es de origen detrítico, en los sedimentos de la costa miocénica (facies del borde Norte) pero debemos sugerir una neoformación en las series de margas blancas bien que\* una agradación de montmorillonitas, ya que la ausencia de fases intermedias ( $14_C-14_M$  por ej), pone este mecanismo en duda. No puede ser detrítica, dada su labilidad frente frente al largo camino recorrido durante el transporte.

e) La caolinita debe ser detrítica. Sus % variables deben achacarse al valor absoluto en el medio. En los estratos mas altos y mas arenosos, precisamente disminuye. En la 139 es claramente de herencia, y su estabilidad es pequeña (% muy bajo en la 064). Podemos suge-

\* Debe decir : ... mas bien que ...

rir la siguiente transformación:  $K \rightarrow C$  ( por agradación). Al alejarse de la costa, parece ocurrir las siguientes transformaciones:  $K \rightarrow C$  (agradación) sugeridas por los % de 139 y 064, y degradación de Illita  $\rightarrow$  (I-M)

Tengamos en cuenta que las muestras 139 y 064 corresponden a arenas moscovíticas de ambientes mas o menos confinados muy costeros donde las concentraciones de  $Mg^{++}$  son elevadas.

En resumen:

- Illita: es heredada, con escasa alteración
- (I-M): es de transformación ( $I \rightarrow (I-M)_x$ ).
- Montmorillonita: es posiblemente detrítica, y en parte de transformación.
- $M_{12}^- V$ : es de transformación, con entrada de  $Mg^{++}$  en la red ( $M \rightarrow (M_{12}^- V)$ ).
- Clorita: es heredada en el borde Norte, y posiblemente de neoformación en el sector meridional. Es detrítica en lechos arenosos; así mismo dada la presencia de glauconita, suponemos\* esta transformación realizada parcialmente:

$C \rightarrow$  Glauconita ( neoformación)

por su parte la mica se degrada a Illita mas o menos abierta.

- Durante la rápida sedimentación deltáica, caben transformaciones tipo  $M-V \rightarrow I-M-V$  agradativas, o bien de reacciones :  $M-V \rightarrow Sm-V$ .

\* podemos suponer

6-3.3.- Mioceno Superior (margas Tortonienses)

Los datos semicuantitativos se exponen en la tabla VI-5 y figura 72, con indicación de facies arenosas (A) y la proximidad al borde norte (\*).

Tabla VI-5

FIG. 72

	muest.	M	Ms	M <sub>12</sub> -V	M-V	I-M	10-14 <sub>V</sub>	C	I	K	Otros
*	108-3			70		t			26	4	
*	115-1			60					30	6	
*	119-0	20				5			60	8	
*	066'				60				25	15	
A*	066						90			10	
	021		70						20	8	
A	055	70							25	t	t
	056-1			60					30	10	
	056-2	65							32	5	t
A	056-3			50					40	t	t
A	085-1	60				x		3	27	8	
	085-3	45				x		2	50	4	
	085-4	60				x		1	35	5	
	087-1	15						8	70	10	
	087-2	15						12	70	8	
A	149-1	64							32	*	Paly.?*
	149-2	70				t			25	3	
A	057	>50				10			30	4	
A	057 <sub>1</sub>	>60				10			20	3	

\*: Caolinita interestratificada.

A la vista de la tabla se deduce:

- La montmorillonita es dominante, se presenta a veces interestratificada:  $M_{12} - V$ ; Solo en un caso las laminas tienen espaciado a  $14 \text{ \AA} : (M-V)$ .
- La illita y la caolinita, siempre presentes, -- tienen % variables.  $10-14_V$  y  $M_s$  son excepcionales.
- La clorita se localiza en algunos niveles detriticos (-087),
- El analisis de los % medios en esta formacion -- indica % elevados de Montmorillonita e Illita - cuyas relaciones varian segun se trate de niveles arenosos o arcillosos:

C	K	M-V	M	I	I/M	niveles
	7.1		45	27	0.6	arcillosos
	4.1		>30	43	>1	arenosos
5.2	6.1	6.0	51	36	0.7	Σ total

Existe pues un efecto curioso de dilución de -- Montmorillonita para los niveles detriticos -- (% inferior de M.respecto la Illita), mientras - que casi toda la formacion posee % en M,mayores con % medio del 51%. La tabla anterior indica - ademas los % comparativos de otros minerales.

Por otro lado las cristalinidades de las illitas ofrecen indices "i" elevados, y variables relaciones 002/001, dando origen a fuerte - dispersion de los datos: tabla V-1, FIG,52

	valores medios	extremos
i :	4.5 - 8.5	4.5 , 9.5
002/001 :	0.28 - 0.37	0.18, 0.45

Se adivina una tendencia hacia i menores, conforme ascendemos en la serie estratigrafica. Las illitas de niveles detriticos, tienen mayor cristalinidad; ello supone una sedimentación mas rápida con poco grado de alteración. Indices de 5 y 4.5, frecuentes en esta formación, corresponden a illitas heredadas de materiales muy próximos al borde Norte. La relación 002/001, se muestra dispersa.

Podemos considerar las siguientes conclusiones:

- La Montmorillonita y la Illita son normalmente detriticas o heredadas.

- Si el aporte en material arcilloso fuera homogéneo, - debemos sugerir, dado el nivel de % alcanzado en --  $M_{12} - V$ , una transformación de agradación del tipo :  $M \rightarrow (M_{12} - V)$  por entrada de  $Mg^{++}$  y localmente  $M \rightarrow M - V$ . Esto se cumplirá en medios saturados y abiertos, con riqueza en iones  $Mg^{++}$ . En una cuenca marina de cierta profundidad (zona del off-shore), con importante subsidencia hacia el Sur, e inestabilidad tectónica, cabe una sedimentación relativamente rápida que no da tiempo a transformaciones de la Montmorillonita.

Durante las fases mas detriticas (relieve acuñado en la meseta, erosión fuerte) además de --  $M + I$  pueden conservarse las cloritas ( en -085 y -087- tal vez sean de herencia).

- La presencia de Montmorillonita de suelos ( $M_s$ ) (muy localizada) se indica con reservas, y constituye una transformación edáfica actual por aumento de la capacidad de hinchamiento:  $M \rightarrow M_s$ . El proceso degradativo ocurrirá con gran importancia en los suelos -vérticos. No debe descartarse una interpretación -- distinta de un mineral saponítico, resultado del paso diocta  $\rightarrow$  triocta :  $M \rightarrow Sap$ .

- I-M e I-V no son abundantes, a excepción de 066'. Curiosamente a la Cuesta del Lobaton (006) se asocian ambas interestratificaciones, acompañadas de

yeso. La transformación debe ser una agradación:



- La Caolinita es mas importante en las facies detriticas inferiores.

- Tales hechos nos conducen a admitir lo siguiente:

Una herencia de Montmorillonita e Illita. Transformaciones  $M \rightarrow I-V \rightarrow I$  agradativas. Transformación  $M \rightarrow C$ ; No descartamos que tales Cloritas sean heredadas y no se destruyen si sedimentan rapidamente en paleocauces detriticos mas o menos turbiditicos, bajo un medio rico en  $Mg^{++}$  y Fe. Y -- degradaciones  $I \rightarrow (I-M)_x$  localizadas. En todo caso la Caolinita es tipicamente de herencia, y parece destruirse en este medio marino bajo sedimentación tranquila, conservandose si el aporte es mucho mas rapido (niveles detriticos).

- En el borde Norte, a excepción de TS-119-0, es normal la aparición de M-V (tipo  $M_{12}$ -V). Dado el escaso trayecto durante el transporte, suponemos una agradación en medio poco profundo y aguas saturadas en  $Mg^{++}$  de Montmorillonitas arrastradas desde el continente proximo.

- No podemos hablar de una diagénesis en el borde Norte: se trata de medios de poca profundidad, costeros (off-shore). En otros puntos, los estratos Tortonienses están poco erosionados, y además las dimensiones de la cuenca estudiada, no son suficientes para permitir una generalización. -- Creemos que la diagenesis debe ocurrir en esta formación, dada la potencia considerable que alcanza. Pero es preciso el muestreo de sondeos profundos para conocer el mecanismo de tales diagénesis.

- La dilución de arcillas en materiales detriticos conduce localmente a variación en la relación I/M, pero en la totalidad del muestreo las relaciones se conservan así: niveles arenosos :  $\frac{I}{M} = 0.5$ , niveles arcillosos  $\frac{I}{M} = 1.3$ , ello se explica por un aporte selectivo de Illita mayor, ---

consecuencia en parte de la posible destrucción parcial de Montmorillonita durante el transporte.

En resumen, presumimos las siguientes génesis:

borde N      M → M<sub>12</sub>-V ..... agradativa  
                   ↓  
                   (M-V)

Facies  
 con yeso      M → V, I ..... agradativa  
                   ↓ ↙ ↘  
                   (V-I), V

                  M, I, C ? ..... herencia

                  M → C ?

                  M → (I-M) ..... degradativa.

6-3.4.- Andaluciense

FIG. 72

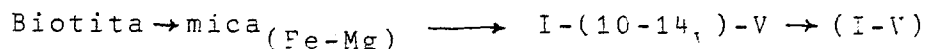
Durante la colmatación de la cuenca marina, iniciada ya la fase regresiva, el aporte detrítico, cuyo % en óxidos de Fe es elevado, trae consigo un cambio notable en la composición de los minerales de la arcilla: Illita y Caolinita son dominantes junto a interestratificaciones I-V y posible Halloysita. La existencia de una contaminación posterior ( por iluviación) en Arrecife (TS-196) aumenta el % en minerales a 7 A.

	I-(10-14 <sub>v</sub> )-V	I-V	I	K	Halloy	Otros	Oxid.Fe
192-c	+	85	0	5		+	
196		t	50	25	(+)		+

En TS-192-C, las formas I-V pueden proceder de una degradación de Illitas, siempre que posean carácter + biotico, ( es decir Illita muy ferromagnesiana). Ello exige a su -

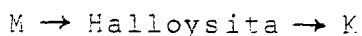


vez una transformación previa: biotita  $\rightarrow$  illita. La forma -- compleja I-(10-14<sub>V</sub>)-V parece ser un termino intermedio (?):



La Caolinita puede tener origen detrítico.

En la 196 la reacción Biotita  $\rightarrow$  mica  $\rightarrow$  mica abierta, ocurre casi totalmente y durante el transporte. La liberación de sílice y óxidos de Fe ( en los suelos) permite la neoformación de caolinita, y ello puede ocurrir durante la fase de iluviación a partir de los suelos rojos, que invade en este punto al sedimento: La Montmorillonita originaria desaparecerá por lavado, y mediante hidrolisis pasa a Halloysita quien a su vez se transforma en Caolinita:



En resumen pues tenemos los siguientes procesos:

- 1.) Biot  $\rightarrow$  I<sub>(Fe + Mg)</sub>  $\rightarrow$  I<sub>abierta</sub>  $\rightarrow$  (I-V)\*: degradación.
- 2.) M  $\rightarrow$  Halloy  $\rightarrow$  K : Hidrolisis y transformación.

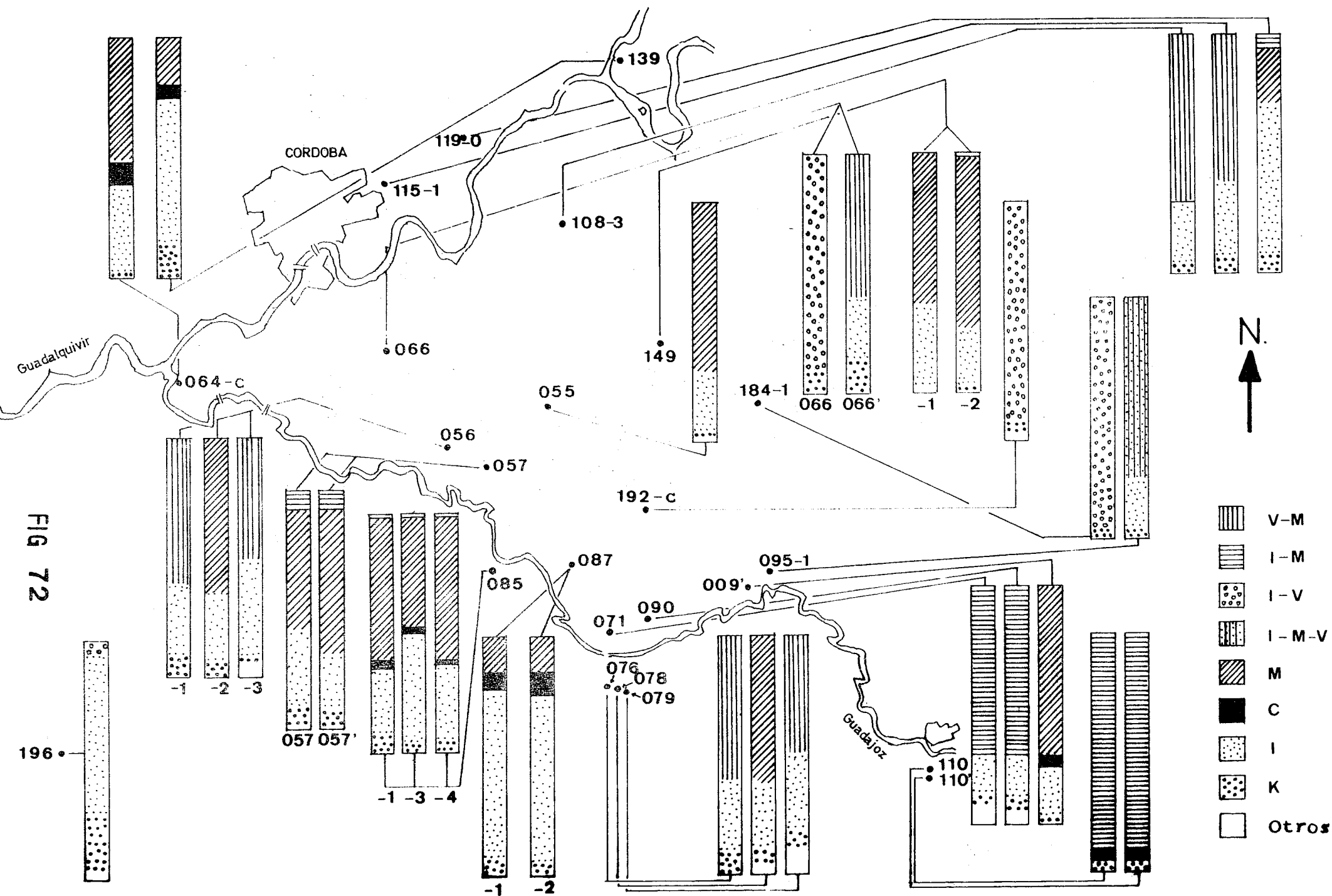
Ambos procesos 1 y 2, pueden no ser sincronicos: asi el 2º al menos se origina durante dos etapas, la 1º durante la meteorización edáfica, que da origen a suelos -- rojos con la consiguiente destrucción de Montmorillonita y mas tarde la formación de Caolinita. bien durante la iluviación, bien como una neoformación postiluviana.

CAILLEUX, afirma que la Illita, durante una migración del Fe ( lixiviación ?) pueden originarse geles e hidroxidos de Fe interlaminares. que enmascaran los datos de Difracción de R.- X, por aparentar edificios de I-V. En nuestro caso no puede descartarse esta posibilidad.

Sin embargo, dada la escasez de analisis, tales transformaciones no pueden asegurarse de una manera definitiva. En cuanto a los valores de cristalinidad, el escaso nº de medicas no permite una conclusión estadística. La --  
\* : El paso final está poco avanzado.

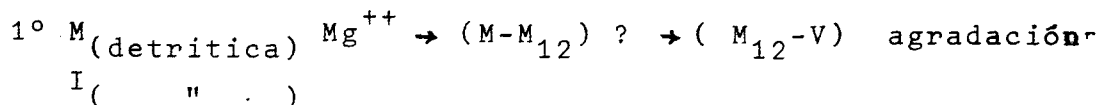
crystalinidad y el % en Mg + Fe son elevados. Esto encaja con la frecuente rubefacción e iluviación de arcillas rojas, bajo un clima oxidante. En TS-195, la iluviación es patente por la baja cristalinidad y el grado de abertura de las laminas de la Illita, cuyo origen debe proceder de fuerte e intensa meteorización, bajo clima tropical humedo.

- Si comparamos los datos con las muestras del -- Cuaternario (antiguo), se advierten semejanzas entre niveles cuyas arcillas rojas están iluviadas: 196 y 174-1. -- Esto, y los datos micromorfologicos, muestran bien patentes el mecanismo de iluviación: en ambos casos, hay presente halloysita, K (% alto), mostrando el paralelismo de la transformación: M Halloy K. La clorita (presente en la arcilla roja del Cuaternario antiguo) debe ser primaria, y se ha transformado a Saponita, mineral inestable en medios ácidos. De ahí la ausencia de Saponita en arcillas rojas afectadas por iluviación.



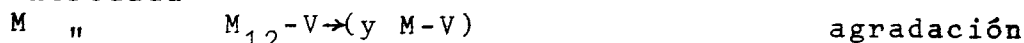
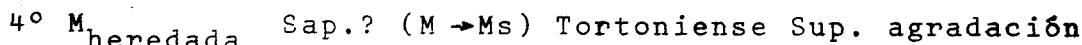
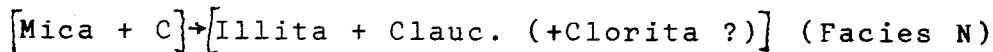
6-3.5- Transformaciones de las arcillas durante el Neógeno

Las reacciones y transformaciones que tienen lugar durante todo el Neógeno se resumen así por orden cronológico:



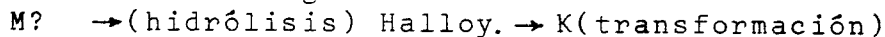
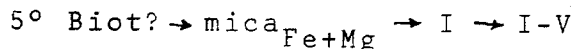
M detritica

I " "



I detritica

$M \rightarrow C?$  o bien neoformación



(\*) esta transformación solo se ha localizado en los depositos deltaicos de Teba.

Nota: La Palygorskita y sepiolota, citadas como fase final durante los procesos de sedimentación marina, son muy escasas y esporádicas durante el Neógeno. Su génesis exige un (%) de Al alto, y para sepiolita, suficiente dosis de  $Mg^{++}$  y sílice libre. La cuenca se colmata rapidamente, y la Montmorillonita no tiene tiempo para su descomposición, por tanto, no se libera sílice suficiente; el calcio no falta (cuya acción permite la "coagulación" de sílice), y en ocasiones, pueden aparecer los minerales fibrosos. Tal es el caso de algunos niveles ricos en yesos, de depositos confinados evaporíticos.

6-4. Cuaternario: Mineralogía de arcillas

En los niveles del Cuaternario se han encontrado los siguientes porcentajes semicuantitativos de los minerales de la arcilla:

Tabla VI-6

Cuaternario antiguo

FIG. 73

Situac. muestr.		C-Sap.	Sap.	C-V	C	I	K	Halloy
Zona E	i 053		50	8	4	32	6	
"	W 174-1	~20?		*	4?	60?	8?	5?

Cuaternario medio (Terraza 3<sup>a</sup>)

FIG. 73

Situac. m muestr.		M	V	C	I	K	V-M*I-M*	C-V*14 <sub>C</sub> -14 <sub>M</sub> *	otr.
Zona E	i 130-7				50	8	40*		
	130-8	+soil		+	30	+		+	⊕
	d 116-1				80	10		+	+?
	d 118-0				40	5			50
	d 119-1	40			52	9			
	119-2	52			44	5			
	d 115-2		50		40	6			
	115-3			+	70	+		20	
	115-4				+	+		+	
	115-5	+			+?	+			
Z. Centro	d B-I				15	20	5		
	B-II				10	50	10		60*
	B-III				3	48	7	45*	32*
	062-d				50	7	43?		
	062-c		40*		50	10	10?		⊕
	i 063-a	40		+	45	4			
063-b	30		+	60	4				
Zona W	i 172-1				70?	10?		10?	

\*: en I-M son interestratificados I-M-M o I-I-M-M, y en la V son láminas de dicho comportamiento.

⊕: interestratificaciones.

\*: respect.: (V-M)\* = M<sub>12</sub>-V; C-V\* = 14<sub>C</sub>-14<sub>V</sub>; y 14<sub>C</sub>-14<sub>M</sub>\* = C-M.

m = márgenes del Guadalquivir.

Cuaternario reciente: Terrazas actuales Guadalquivir.

FIG. 73. Tabla VI-7:

Ordenadas de E a W, la composición de las arcillas en estos depósitos de aterrazamiento son:

	M	Sm	V	C	K	I	M <sub>12</sub> -V	M-V	I-V	Bei-I	I-C	C-M	I-M*-V
133-2				8	+	+				+			
132-1			?		7	40	+	50*					
123-1	40				5	50							5*
125-1	40				5	5	40						++
106-2			+		5	6	44	45			+		
104			45			5	45						
103-2						7	50						
102						4	36		60**				+
105						4	36	60					
101	10	40	+			6	40						+
117-a						9	70	+					+
065-6						4	46	50*					
-7						6	42	50*					
-4		65				6	26						
-5		50				10	40						
167-2				+		3	15					75	
-3				5		7	18					65	

(M-V): \*: 14<sub>M</sub>-14<sub>V</sub>

(I-V): \*: I-Sap., \*\*: 10-14<sub>V</sub>

(Bei-I): \*: I-M

I-M-V: \*: 10-14<sub>M</sub>

Cuaternario: Sedimentos Guadajoz Tabla VI-8 FIG. 74

	M	C	I	K	M <sub>12</sub> -V	14 <sub>M</sub> -14 <sub>V</sub>	I-M	10-14 <sub>M</sub>	C-M	Otros
083'		+	15	3				70		+
083-2		5	53	2		30				
083-1		10	30	5		45				
084-4		+	49	6		45	+			
084-2		+	50	5		40	+			
059-3			15	5	80					+
072-1			52	6	40				t	
072-2		7	40	3	50					
094-1		7	30	2		50	10			t
094-2		5	40	5		45	5			
094-3	+	4	33	3		40	20			
094-4		2	40	3		45	10			
093		3	50	2		45	t			
074-1	64	3	23	7			?			
074-2	55	5	40	3			+			

Cuaternario: Sedimentos s.p.\* VI-9

FIG. 74

	M	V	Sap	C	I	K	M <sub>12</sub> -V	M-V	10-14 <sub>M</sub>	I-M	C-V	Pal	Otr.
108-2					30	4	65			+		+	+
109-1	50				30	5				+			
109-2					4		20		76				
109-3	60			t	20	5				10			
182					40	3		55		+			
194				10	<20	t?				10?		t	V-Sm60?
140				15	20	3		60					+
141		++	++		+++	+				+			+
142		15			60	+							++V-Sm
146-1	++			+	+	+				+		+	
164-1				+	35	5		45		10		5	

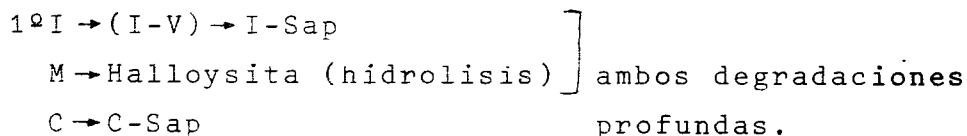
\* : otros sedimentos aluviales.

Del analisis de las tablas semicuantitativas VI-6,7,8 y 9 figuras 73 y 74 se deduce:

A) Cuaternario antiguo:

- Se trata de un medio subaéreo de alta energía, heterogéneo y de sedimentación rápida. El área fuente (según indica la composición de los cantos y fracciones gruesas) es la Meseta. Las arcillas, muy rojas en algunos puntos (TS-174) indican condiciones de meteorización importantes. Dada la escasez de muestras, los datos no son generalizables:

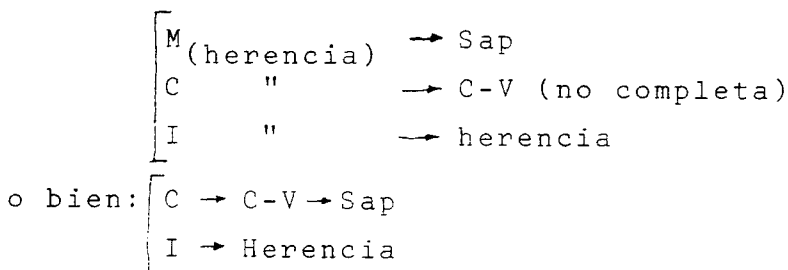
- En 174-1 (Sector W), existe analogias con las arcillas iluviadas en el sedimento del Andalucense: ver la TS-196; con Illita, Caolinita, Clorita y Halloysita. La interestratificación es un paso intermedio en el proceso de degradación:



2º Halloy. → K (neotransformación durante la iluviación o posterior a ella).

La destrucción de Montmorillonita es importante (o bien su % inicial era bajo)

- En la 053 en cambio no hay iluviación, y es notable el % en saponitas, La semejanza con 192-c es notoria por la aparición de C-V. Consideremos aquí un mecanismo mucho más simple:



siendo más segura la 2º serie de transformaciones.



Ambas muestras no son comparables: la 1° recibe aportes de un área fuente muy próxima, mientras que la 174, con independencia de una mayor área, ha recibido iluviación de suelos rojos lateritizados.

La cristalinidad y la relación Al/Fe+Mg son bajas como corresponde a arcillas que han sufrido importante meteorización química e iluviación posterior: en efecto el contenido de Fe+Mg es elevado. FIG. 53.

B) Cuaternario medio:

Ver tabla VI-6 , FIG.73

- A excepción de un dominio en Illitas de origen detrítico (algunas presentan degradación estructural), existe una dispersión de la mineralogía. No podemos hablar de zonación espacial: de E a W, la aparición o ausencia de determinado mineral (Montmorillonita por ej.) depende casi exclusivamente del aporte del área fuente, la mayor proximidad a arcillas Tortonienses, etc.
- En ambas márgenes, aparecen variaciones notables. Incluso en la vertical, un mismo perfil presenta diferencias: por ej. 062-063; 115, etc.

muro		V	techo	
M	M	V-M	V-M	(062-063)
M	I-M	I-M	V	(115)

Cristalinidad de Illitas: FIG 53.

Los índices y las relaciones paramétricas, son extremados y dispersos, lo que indica heterogeneidad de origen. Las arcillas iluviadas se muestran con índices mayores y alto % Fe-Mg:

	valores medios	extremos
i :	4-9	4,9
002/001:	0.30-0.50	0.27,0.50

La aparición de clorita queda restringida a algunos perfiles del Sector Central: TS-B, 116, 118, etc, libre o asociada a láminas de Montmor. -- (14<sub>C</sub> - 14<sub>M</sub>). Tales formas invocan un aporte localizado desde rocas básicas de la Meseta: gabros y de metamorfismo de espilitas y/o ofiolitas, que, posteriormente sufren una agradación: C (14<sub>C</sub>-14<sub>M</sub>). Cabe esperar clorita en el perfil del Higuierón, - - -(150-152), pero la importante iluviación sufrida la descarta de materiales rojos, ya que es un mineral alterable y el proceso mencionado es consecuencia de una acusada meteorización edáfica.

- Evidentemente no hay lugar en tan corto trayecto a diferenciaciones acusadas. Tal vez ocurra en la totalidad del cauce. La composición de las arcillas debe depender con mucho de los aportes -- laterales del río principal.

Los depósitos antiguos de Guadajoz nos advierten - notables diferencias en un nivel que debe ser -- sincrónico. En efecto (tabla VI-13) el perfil -- 068 muestra horizontes C con C-M e I-M junto a Clorita y Montmorillonita aisladas. Pero no puede tomarse en consideración para establecer generalizaciones: son depósitos de transición fans-la--gunares, bastante arcillosos, cuyo origen es evidentemente las margas y areniscas Tortonienses - y Andalucienses, (aporte de M + I sobre todo) -- fuertemente edafizados (paleosuelos) y con una - genesis compleja.

Nota.- La distribución descrita antes ( ver pag. 583, significa etapas de aportes arcillosos más meteorizados al principio (pre--sencia de Montmorillonita hacia el muro), de la sedimentación de la terraza.

C) Cuaternario Reciente

De la observación de las tablas VI-7,-8 y -9 y las figuras 73 y 74 deducimos en conjunto para todos los depósitos recientes una importante dispersión en la composición mineralógica, tanto cualitativa como cuantitativa.

Asi mismo las illitas de estos sedimentos aluviales poseen cristalinidades y relaciones paramétricas dispersas, dando en ocasiones cifras muy extremadas, como cabe esperar, en consonancia con la variabilidad en áreas fuente: FIG,53.

	<u>Terraza 4<sup>a</sup>5<sup>o</sup></u>	<u>Terraza Guadajoz</u>	<u>Otros sedimentos</u>
	6-11	6.5-11	5-10
002/001	0.25-0.42	0.25-0.45	0.25-0.35

Terrazas del Guadalquivir

De las Tablas VI-7 y FIG.73, advertimos notable dispersión mineralógica.

- Illita está presente con variaciones entre 40-50% (valores medios)
- Dada <sup>La</sup> heterogeneidad de origen, deben mostrar - - cristalinidades y parámetros dispersos. En general, son de índice i alto, con valores entre 10 y 5, y de 0.2 a 0.5 (para la relación (Al/Fe + Mg). Suponemos pues aportes de diferentes áreas fuente, en función a una mayor o menor distancia recorrida. Así en 125-1, 103-2 y 132-1 las illitas no han sufrido degradación importante, mientras que 106, - 065-7, etc son illitas abiertas
- Análogamente la Caolinita no falta en ningún caso con % medios 6%, fluctuando entre 3-10%.
- Montmorillonita y Vermiculita son frecuentes tanto aisladas como en formas M-V, etc. Comparando ambas terrazas no se advierten diferencias, a excepción de la presencia de C-M en la Terraza 5<sup>o</sup> perfil 167; respecto a la distribución zonal, los interestra--

tificados C-M aparecen en el área más occidental.

- En el perfil 065 hay diferencias entre las muestras superiores (-6 y 7) y las inferiores, ya que existe una discordancia interna: (FIG.13). Por bajo de la superficie de discontinuidad los sedimentos constituyen un point bar, y las arcillas situadas hacia el techo (niveles 2 y 2'), contienen (M-V) del tipo  $14_M-14_V$ . Por encima son limos arcillosos, de flood plain: con Saponita o smectita de baja carga. Análogamente la discontinuidad separa parámetros cristalográficos de las illitas muy distintos.

Los \* medios son:

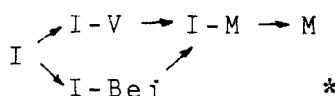
	I	K	C	V	M	M-V	Otros
4 <sup>a</sup> Terr.	45	5	+	+	+	50	+
5 <sup>a</sup> Terr.	40	7	8			50	
medios	70	7	5		+	+	*

\*: (C-M) o (I-V) complejas

Las interestratificaciones, frecuentes a lo largo del Cuaternario reciente, cuya estabilidad climática está más o menos bien establecida, nos hacen pensar que no hay lugar a transformaciones acusadas (profundas). Pero no descartamos los siguientes procesos: en el tiempo:

a)  $Sm \rightarrow M-V$  (?)

b) En la serie (101 117-a) encontramos términos I-V y Bei-I posiblemente de transición según la reacción siguiente; y que apuntamos no sin reservas:



\* La segunda transformación depende del tipo de illita más o menos aluminica, en cuyo caso el término montmorillonítico se acerca a una Beidellita.

Depósitos del Guadajoz

Tabla VI-8

FIG.74

- La observación de la tabla VI-8 muestra la frecuencia de distribución de interestratificaciones -- V-M ( en especial  $14_M-14_V$  y  $M_{12}-V$ ).
- Las formas I-M suelen estar presentes pero en % bajos, a excepción de la TS-083' ( $10-14_M$ ).
- El análisis geográfico a lo largo del cauce no permite identificar una zonación, al menos para las interestratificaciones M-V en general.
- Las cristalinidades suelen dar índices elevados  $>6$ , pero agrupados entre 0.25 y 0.45 en el parámetro 002/001.

Las muestras 059-3 ( con un 80% en  $M_{12}-V$ ) pertenece a áreas fuera del cauce reciente lo que explica su diferencia en % respecto las demás: la posición geográfica conduce a pensar en una inmediato arrastre de materiales alterados y erosionados desde cotas superiores, (procede de arcillas Tortonienses y arenas Andalucienses):

La aparición de I-M supone degradaciones importantes en la Illita en medios abiertos poco saturados ( en suelos vérticos recientes?). Solamente en barros actuales (algunos), se ha acumulado en mayor % (083'), y es pues un aporte reciente.

Illita y Caolinita son evidentemente detríticas. Dado que las formaciones del Tortoniense están ampliamente erosionadas a lo largo del cauce, cabe esperar una desaparición de montmorillonita en estos materiales; La alteración profunda de illitas (I  $\rightarrow$  I-M) y el carácter detrítico de Illita y Caolinita, cuyos % están en función del área reconocida (en medio subaéreo), son otros mecanismos que

caracterizan estos depositos.

La clorita, casi siempre presente, debe ser un mineral de herencia, procedente del arrastre desde suelos muy diversos: vérticos, rojos, etc.

No descartamos una neoformación durante el transporte:--  
C-M → C?.

En resumen, en el cauce del Guadajoz coexisten:

- C heredada
- I y K - heredadas (de las arcillas Tortonienses)
- I-M - en parte herencia del Mioceno medio (margas blancas) en parte de degradación de illitas.

$M_{12}-V$  y  $14_M-14_V$  - ambas aportadas desde suelos próximos - (por ej. pardos, verticos), o bien mediante transformación:  $M_{12}-V \rightarrow 14_M-14_V$  - siendo  $M_{12}-V$  aportada. (realmente es detrítica)

#### Otros sedimentos recientes "(Sedimentos s.p.)"

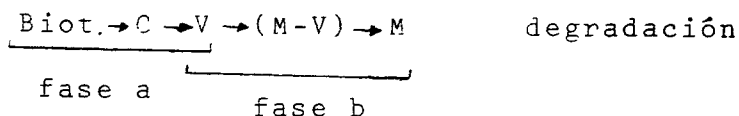
La mineralogía de arcillas da una composición muy variable, con elevada dispersión de datos: ver la tabla VI-9. FIG 74

- Generalmente la Illita no es abundante.

Su cristalinidad da parámetros alineados en dos directrices: a) para un contenido en Al constante, i varía entre 5-10; b) el cauce del Guadalmellato ofrece cristalinidades muy semejantes (5) con distintos % de Al/Fe + Mg. FIG.52

- I-M: <10%, a excepción de 109-2.
- Cabe esperar diferencias en la serie 14C-146 por razones de origen: amplia cuenca del Guadalmellato, en la Meseta, con formas I,M,V aisladas (a excepción de M-V) y procedentes de suelos actuales con o sin transformación (posiblemente: V → M-V), dada la frecuencia del --

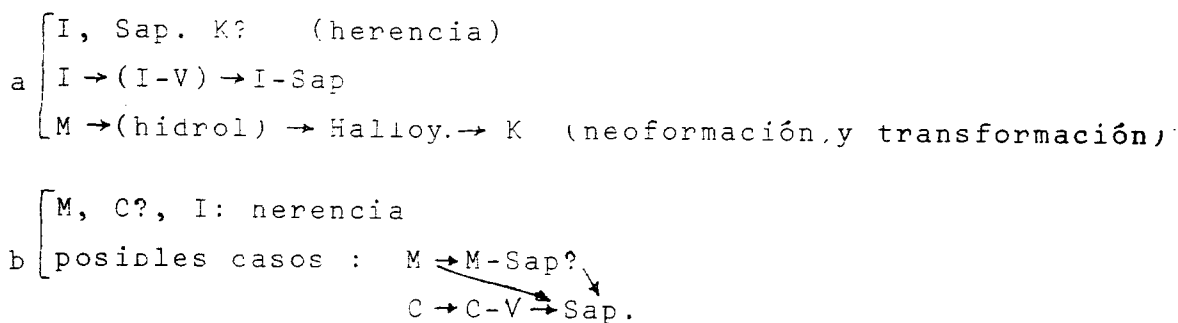
del normal proceso de vermiculización en biotitas del Paleozoico de la meseta:



- En los demás casos, M es proporcionada por el aporte directo: margas (Tortonenses) y arcillas de suelos vérticos, sin transformaciones.
- La heterogeneidad es función de la cuenca de aporte.

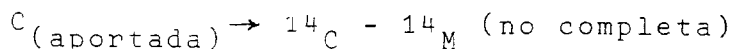
Transformaciones de las arcillas en niveles Cuaternarios

En conclusión, las transformaciones de arcillas corresponden a degradaciones, y alguna agradación en medio subaéreo.



a) Cuaternario antiguo, b) Cuaternario medio.

Hay dispersión de datos, sin zonalidad geográfica; y en la vertical, se origina un cambio climático, cada vez más acusado (montmorillonita al principio, y más tarde aparición de edificios V-M) en el tiempo: M, M e I-M, V-M y V. Este hecho no es generalizable, (perfiles 062-063-115) y significa agradaciones (por entrada de Mg<sup>++</sup>). Localmente la presencia de Clorita origina:



- Illita, Caolinita, Montmorillonita y Clorita son detriticas, (herencia)

- M-V de transformación
- Posible herencia de algunas formas interestratificadas de origen cercano.
- No hay zonación vertical, ni espacial, dadas las dimensiones del cauce estudiado (excesivamente cortas)
- Posibilidad de herencia de I-M,  $M_{12}$ -V, etc. en el cauce de Guadajoz (posibles transformaciones).
- En Guadalquivir: herencia de las reacciones:  
$$\text{Biot} \rightarrow \text{C} \rightarrow \text{V} \rightarrow \text{M-V} \rightarrow \text{M} \quad \text{M e I de herencia}$$

en la meseta      en el cauce  
(Suelos)

Conclusion

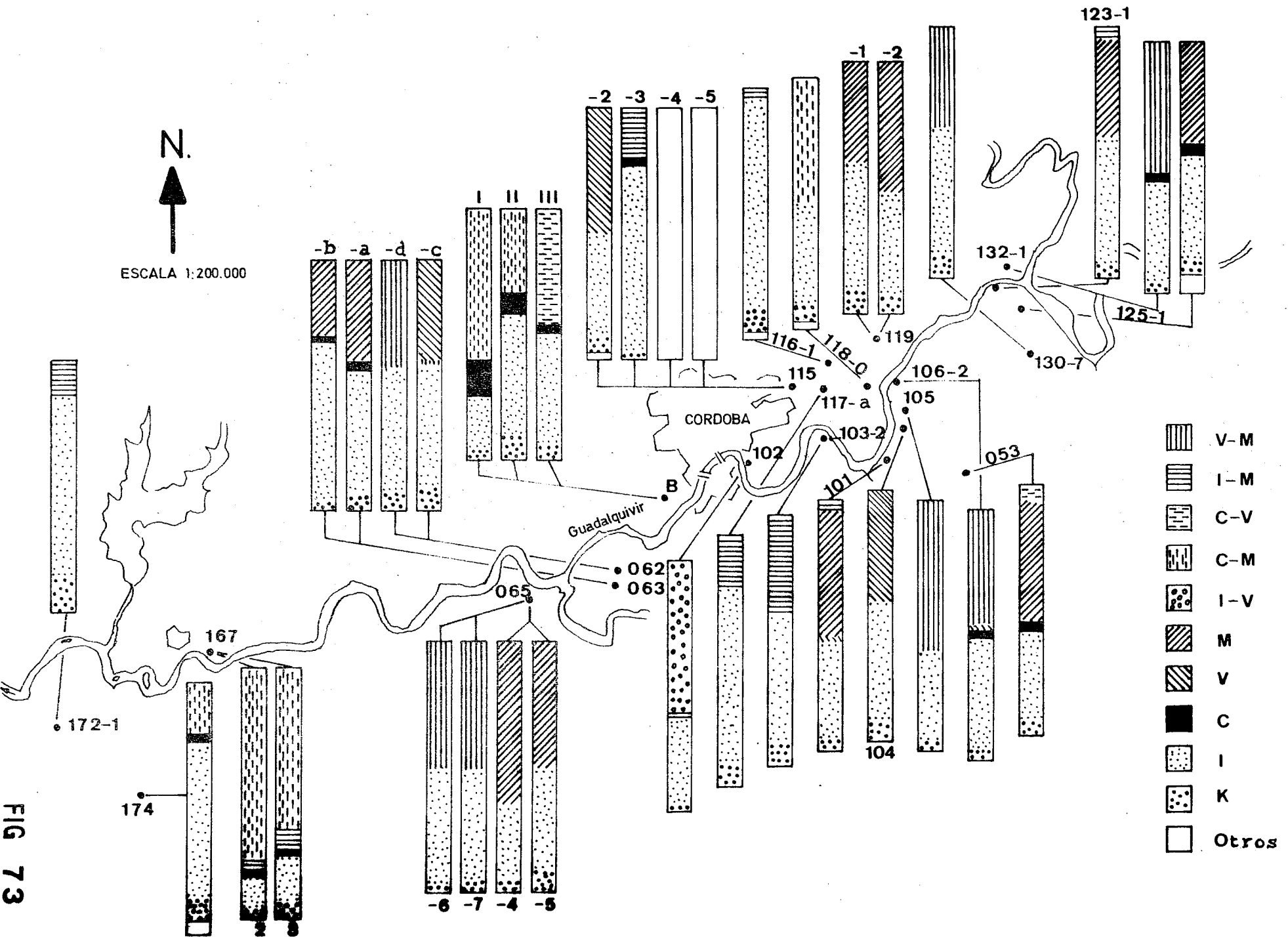
Es indudable, la escasa o nula transformación de las arcillas en los niveles del Cuaternario. No cabe hablar de diagénesis; tan solo de procesos sedimentarios con aportes detriticos (illitas heredadas) cuya cristalinidad es función de la proximidad del área fuente, y de la naturaleza de la misma. No cabe esperar excesiva variabilidad en los parámetros de las illitas las transformaciones de las arcillas, dadas las relativamente reducidas dimensiones de la zona estudiada.

Es dominante la existencia de una herencia general. Los minerales fibrosos no son de neoformación en ambientes subaéreos. Pero su escasa presencia en estos depositos nos pueden indicar pequeñas lagunas evaporíticas en antiguos meandros, que permitan la neoformación.





ESCALA 1:200.000






















-  V-M
-  I-M
-  C-V
-  C-M
-  I-V
-  M
-  V
-  C
-  I
-  K
-  Otros

FIG 73

-  V-M
-  I-M
-  M
-  V
-  C
-  I
-  K
-  Otros

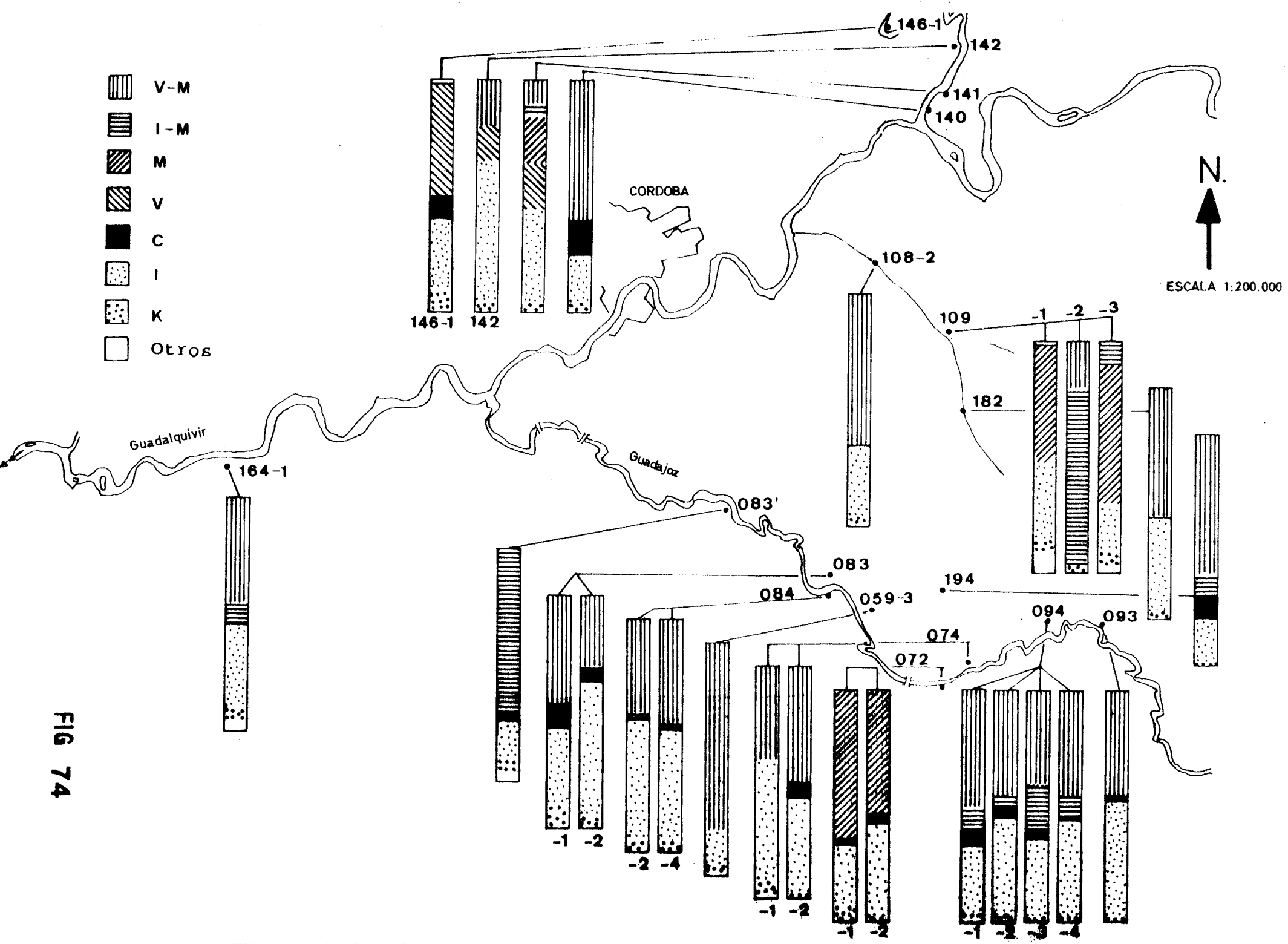


FIG 74

## 6-5 LOS SUELOS

Se han sistematizado 4 grandes conjuntos, de suelos desarrollados sobre los materiales, sedimentarios descritos, ver capítulo IV: suelos pardos y rendziniformes

suelos vérticos y vertisoles

suelos rojos mediterraneos

suelos poco evolucionados, Entisoles,

su clasificación responde a sistemáticas clásicas:

KUBIENA, 1938 y siguientes, adaptada parcialmente a la 7<sup>th</sup>. Aproximación Americana.-(1967)-ver pág. 242-243, y en parte respetando las denominaciones del Mapa de suelos, de Cordoba escala 1:250.000 y el Mapa de suelos de España e.1:1.000.000. La situación de los perfiles y base cartográfica se exponen en el mapa N°2.

Del estudio de perfiles y análisis se deducen los siguientes resultados:

- 1.- Existe un claro paralelismo entre la litología -roca madre- y la tipología de suelos. El parecido resalta en la cartografía -ver mapas 1 y 2.-
- 2.- Los procesos genéticos y la evolución pedológica responde a una selectividad en los factores formadores diferenciales siendo la litología-roca madre- el factor dominante en muchos de los perfiles estudiados: por ej. -- entisoles, vertisoles, etc. El clima juega un papel de 1<sup>o</sup> orden en la formación de suelos rojos mediterraneos; mientras que suelos poco evolucionados (entisoles) se -- desarrollan sobre materiales sedimentarios de edad muy reciente: terrazas modernas cuaternarias.
- 3.- Una idea sobre la importancia relativa de los diversos -- factores formadores, puede ilustrarse en el esquema siguiente: pág 594.

Dicho esquema está de acuerdo en líneas generales con la -- bibliografía clásica y moderna sobre la evolución y formación de los suelos: KUBIENA (1938), MITCHEL (1961), - - - - -

TIPO DE SUELO	Tiem.	Biol.	1	2	3	Lit	Top
PARDO MEDITERRANEO		+			+	+++	
arcilloso		+				+++	
Rendziniforme		++				+++	
RENDZINAS		++				++	+
VERTISOLES (Litom)	+					+++	+
VERTIC.Hidromorfos		++		+		+++	+++
Subvérticos		++			++	++	+
ROJOS MEDITERRAN.	++		+++				
ROJOS (con coluv.)	++		+++				++
ENTISOLES(Guadal.)						++	
"    (otros)						++	+

Clima: 1: Tropical calido,  
2: Mediterraneo calido  
3: Mediterraneo humedo

Tiemp: tiempo,  
Biol.: biología  
Lit,: Litología  
Top,: Topografía

KELLER (1964), KOSSOVSKAYA (1969), PINTO RICARDO (1969) , FITZPATRICK (1970), DOUCHAFOURT (1970) DANIELS ET Col.(1971) DELGADO (1973/74), etc.

El tiempo es un factor a tener en cuenta en la evolución y formación de suelos rojos. Los climas calidos tropicales permiten los procesos ferralíticos que dan origen en ocasiones a horizontes rojos de iluviación: B textural - argílico: BERGOUGNIOUX (1947), BONIFAS (1959), DOUCHAFOURT (1970) etc. Tales suelos, estan ampliamente desarrollados sobre las terrazas medias del Guadalquivir, lo cual significa una genesis durante epocas climaticamente diferentes - a las actuales. KELLER (1957), KOSSOVSKAYA (1969), etc.

- La litología es el factor predominante en la genesis de muchos suelos y a veces practicamente el unico.

Podemos observar una zonación con las series estratigraficas, en la transversal de Córdoba FIG. 77-a-.

- La posición topografica conduce a variaciones en suelos de características verticas-muy arcillosos-desarrollados sobre margas del Tortoniense. La figura 77 -b-, muestra el escalonamiento topografico segun niveles -- de mayor o menor erosionabilidad-arenas y margas-, y el espesor y el desarrollo de los perfiles edaficos segun un doble proceso erosión-acumulación. Así se acumulan - suelos verticos hidromorfos sobre las cotas mas bajas ( o sobre los cauces) T. DE MEESTER (1976 com. personal)

#### 6-5.1. SUELOS PARDOS Y RENDZIMIFORMES

Se desarrollan en especial sobre niveles detriticos: Oligoceno-Mioceno del sector meridional, margas blancas, del Burdigaliense-Hetangiense, y localmente en areniscas calcareas Andaluciense. Además se encuentran en el Mioceno detritico - del borde Norte.

Los pardos poseen en general tres horizontes A, B y C,

con tendencia hacia la fracción fina, dependiendo en parte de la roca originaria. Las rendzinas tienen dos horizontes A y C. El esquema siguiente indica los intervalos de espesor y los valores medios texturales: (cifras de 10% en carbonatos indican su desarrollo sobre niveles detriticos carbonatados). Ver ademas FIG 60 y 57.

intervalos de espesores	horiz.	arena	limo	arcilla	carbonat.
10-20 cm.	A <sub>1</sub>	19	26	56	
	A <sub>2</sub>	32	23	45	<3.3
20-45 cm.	B <sub>1</sub>	21	20	59	
	B <sub>2</sub>	15	18	67	16
15-50 cm.	C	16	20	64	1.5

Las estructuras suelen ser grumosas; micromorfológicamente muestran un % en huecos elevados (entre 30 y 40%) y en plasma aseptico entre 30-60% y son apedales. La mineralogía de arenas suele ser semejante a los horizontes C y el sedimento originario, mostrando pues su autoctonia, es especial los rendzoniformes. En el caso del perfil TS-075 existe cierta ambigüedad de origen.

La mineralogía de arenas se muestra en la tabla VI-10.

Las arcillas seran estudiadas mas adelante (Tabla VI-11 y -- FIG 75).

#### 6-5.2. SUELOS VERTICOS Y VERTISOLES

Comprende el grupo de mayor extensión geográfica, desarrollado sobre las margas y arcillas Tortonienses. Poseen perfiles de tipo A(A)C,C o bien A-C. Cuando se instalan -- sobre niveles arenosos-intercalaciones en la serie margosa, o el Andaluciense-pueden poseer ciertas características verticas , pero con poco desarrollo del perfil, mientras, que

son muy potentes en vaguadas , depresiones o sobre las margas citadas

La figura 77 -b, indica la influencia topografica y litologica en el desarrollo del perfil (inspirado en T. DE MEESTER, 1976, comunicacion personal). En areniscas hay suelos pardos o verticos, en s. lato, en arcillas, son vertisoles y sobre las vaguadas a consecuencia de la acumulaci3n por erosi3n diferencial de las laderas se instalan suelos verticos hidromorfos-o topomorfos-como el caso del perfil TS.054. Ver FIG 77 -a. No estan descarbonatados -- aunque las cifras de casi 30% en carbonatos son indudablemente excesivas para horizontes A.

Texturalmente suele haber poca variacion en el perfil y escasas fluctuaciones horizontales. Son fuertemente arcillosos con mas del 50% de arcilla. Los espesores y margenes de variacion textural de los horizontes corresponden al esquema siguiente: FIG. 57 y 60.

Intervalos de espesor	horiz.	arena	limo	arcilla	carbonatos
15-30 cm.	A <sub>1</sub>	6	15	72	~29
30-100 cm.	A <sub>2</sub> [	11	22	63	~24
		12	22	64	~25
20-40 cm.	(B)-C	11	21	65	~24
30-60 cm.	C	5	15	64	30

La estructura suele ser espectacular, con amplio desarrollo de grietas de retracci3n con estructuras en gilgai, agregados irregulares e importante remoci3n. En la semantica local se denominan "Tierras de bujeo" como una alusi3n a su movilidad. El grado de erosi3n de la Campiña, por esta consecuencia es importante.

Micromorfologicamente hay un dominio de texturas plasmicas, con valores análogos para huecos y esqueletos (valores huecos/esqueleto ≈ 1). FIG. 62

El dominio de remociones internas, no permite la creaci3n

de estructuras típicas: ni la presencia de cutanes, ni --- orientación de arcillas. Agregados cuneiformes, grietas - de retracción, orientaciones preferenciales en los granos del esqueleto y grietas resoldadas, son aspectos que caracterizan tales suelos.

Son suelos paraautoctonos por su movilidad y reciben aportes a veces importantes desde cotas altas, como lo -- muestra la presencia de pedorrelictos (Litorrelictos y masas arcillosas rojas) que procedentes de las terrazas an-- tiguas quedan englobadas en la masa edáfica.

El hierro está peptizado normalmente. En zonas de vaguadas (suelos hidromórficos o con aportes de coluviones) aparece un claro inicio de gleyficación, o importante acu-- mulación de horizontes oscuros con un % en mat. orgánica - elevado.

La gleificación es semejante al proceso descrito por BEGON y JAMAGNE (1973).

Así mismo aparecen módulos carbonatados en lámina -- delgada, similares a los encontrados por BLOKHUIS, PAPE y -- SLAGER (1968/69) y BLOKHUIS, SLAGER y Van SCHAGEN (1969/70).

En ocasiones los coluviones de la 3ª Terraza del - - Guadalquivir, procedentes de estos suelos muestran caracte-- rísticas verticas e indican una edafización continuada en la actualidad: por ej. perfiles de casillas, TS-062-63.



### 6-5.3. LOS SUELOS ROJOS MEDITERRANEOS

Se desarrollan sobre terrazas del Guadalquivir (Cuaternario antiguo y medio) y terraza alta del Guadajoz. Constituyen paleosuelos, con un perfil característico A-B<sub>t</sub>-B<sub>Ca</sub>-C, con transiciones (A-B). Localmente han sido cubiertos por coluviones arcillosos, edafizados posteriormente (Con características verticas por ej: TS-casillas, TS-062-063, etc, o de otro tipo, por ej. TS - B). Los aspectos más notables sugieren una genesis bajo clima tropical calido, importante formación de oxidos rojos de Fe, etapas de iluviación con acumulación de arcillas en horizontes Btexturales, y encostramientos carbonatados. El horizonte más superficial (A), puede considerarse en parte un B<sub>t</sub> rojo, del antiguo suelo, y evolucionado posteriormente a un A. Tales propiedades, junto a su situación sobre concretos niveles estratigraficos permiten clasificarlos como paleosuelos o suelos relictos, de acuerdo con numerosos autores citados.

Texturas , FIG,18, 59 y 60.

Muestran variaciones notables en el perfil. Normalmente los horizontes Btexturales, de carácter cámbico, son arcillosos, consecuencia de la elevada iluviación..No así los horizontes C limo-arenosos, ni los horizontes. A. Las muestras recogidas en los niveles de coluviación (frecuentes como material de disección de algunos suelos rojos antiguos), son muy arcillosas, lo que indica su claro origen alóctono.

La característica mas notable es la fluctación entre texturas arenosas y arcillosas, resultado análogo al que -- suelen mostrar la mayor parte de los suelos rojos españoles. El limo no suele abundar, a excepción de los perfiles --- TS-118, 068, por ej. FIG. 18, 59 y 60.

Los suelos rojos sobre terrazas altas del Guadajoz muestran casi siempre un horizonte C (o B-C) muy arcilloso.

Las medidas en % de 2 tipos de suelos rojos son --

expuestas en el cuadro adjunto : ver FIG 60

Tipo	Intervalos horiz. de espesor		arena	limo	arcilla	carbonat.
*1	~variable	Coluvión vértico	10	20	70	35
*1	0-15	A <sub>1</sub>	52	25	23	+
	20-180	A <sub>2</sub>	65	15	20	+
	10-20	A/B	30	23	46	
	20-45	B <sub>t</sub>	37	23	59	+
	30-35	B <sub>Ca</sub>	47	15	38	35-45
		C	36	26	38	25
**2	~15-30	A	19	9	72	
	~30-35	B <sub>t</sub>	12	10	78	+
	10-40?	B-C	8	14	78	++
	~100-150	C	18	24	58	+++

\*1: Terraza 3<sup>a</sup> Guadalquivir

\*\*2: Terraza alta Guadajoz

### Estructuras

El horizonte A, resultado de una transformación reciente de la porción mas superficial del B<sub>t</sub> suele ser rojo, y conserva estructuras poligonales y algunos cutanes.

El horizonte B<sub>t</sub>, de intenso color rojo, argílico, es típicamente un horizonte de iluviación de arcillas, -- con gran desarrollo de prismas y modulos calizos no muy abundantes.

Puede quedar detenido hacia el muro por transición brusca, con un horizonte carbonatado (B<sub>Ca</sub>), que es un típico encos-

tramiento de aguas ascendentes bajo una etapa de aridez.

Un interesante tipo de perfil complejo se ha formado en depositos del Guadajoz (Terraza alta) donde el -- horizonte rojo argilico ( $B_t$ ), actualmente evolucionado, descansa sobre un antiguo paleosuelo, muy arcilloso con notable desarrollo de prismas y bloques (horizontes B-C o C). Este paleosuelo se formó a expensas de depositos del borde del cauce, finos, suavemente carbonatados y es muy rico en modulos calizos.

Geneticamente suponemos dos etapas de formación:

- a) edafización de los depositos finos no acusada, con desarrollo vertical,
- b) bajo clima tropical, un proceso mas o menos ferralitico que permite la creacion de un rojo argilico sin excesiva iluviación. Actualmente tal horizonte está alterado hacia la destruccion de algunas estructuras micromorfológicas.

#### Micromorfologia

La textura básica (FIG. 62 , triangulo de clasificación micromorfológica), nos indica una cierta dispersión: en general hay fluctuaciones entre 30-70% de plasma, 8-40% de esqueleto mineral y variables % de huecos.

En los horizontes Btexturales (y con frecuencia en el A), el plasma es notablemente sepeico (orientado). La arcilla es iluviada en un % alto como muestra la frecuente existencia de cutanes. Hay una cierta difusión y en muchos casos aparecen cutanes de presión junto a granos del esqueleto. Los cutanes iluviados aprovechan las grietas más o menos verticales caracteristicos de una estructura prismática y poligonal.

La iluviación se muestra en horizontes A, ligeramente emparecidos. Tales horizontes superficiales son resultado de una edafización posterior (actual) de los horizontes  $B_t$ , que debían ser mucho mas potentes durante su forma-

ción (Cuaternario Medio). Las acciones edáficas actuales -- (lavado de arcillas, destrucción de cutanes, reorientación de granos, y difusión plásmica) y en especial el desmantelamiento del paleosuelo, inicia una fuerte degradación de la estructura interna en los horizontes argílicos  $B_t$ .

Los horizontes  $B_{Ca}$  (suelos rojos), muestran texturas crísticas y numerosos nódulos de calcita. A través de huecos o grietas (muy escasos) ha proseguido la iluviación de arcilla roja, cuya orientación es bien patente en la fotografía n°20 (lám. 129), pero no avanza más de 15-20 cm. - en este horizonte.

Todo el proceso de iluviación, debió desarrollarse al menos en dos etapas durante el Cuaternario:

- 1.) afectan aterrazas antiguas y tramos altos del Andaluciense Superior. La arcilla roja procede de paleosuelos instalados fuera del dominio de sedimentación del Andaluciense, y son aportes de arcillas rojas que rodean los granos minerales (en especial los de  $\emptyset$  grueso, cuyo redondeamiento es alto). Hay despues una migración nueva originada sobre paleosuelos en las terrazas antiguas (nivel de "rañas" o Terraza 1° con iluviación que progresa hasta las arenas permeables del Andaluciense, sin presencia de pantallas cálcicas (horiz. cálcico): cutanes "interhuecos".
- 2.) Durante el Cuaternario medio, se desarrollan paleosuelos rojos ( una 2° generación), que en ausencia de horizontes cálcicos iluvian las arcillas hasta el sedimento, o es detenido por el efecto de pantalla del ión-cálcico. Si el horizonte cálcico posee estructura nodular -- ( en el tramo superior), la arcilla puede migrar mas abajo, originando una transición --  $B_{t-Ca}$  ( por ej. en TS-152), con cutanes que -

rodean los nódulos crísticos, o cutanes vosépticos.

Es de advertir que el proceso de iluviación no queda restringido a la fracción arcilla, y a que a través de huecos y grietas grandes, esta puede arrastrar partículas de arena, aunque en % no elevado. Ello se muestra en algunas laminas delgadas.

Un aspecto importante, aunque se presenta localmente (perfil 150) son los fenómenos de epigénesis en niveles edáficos, iluviados con numerosas vesículas. Las láminas - (Microfotografías 28,29,32, y 33 por ej.), muestran los cutanes intervesiculares, entre los que existe una recristalización de calcedonia fibroso-radiada, de sustitución epigenética en un material originario que ha desaparecido totalmente. Varias fases de iluviación de arcilla son puestas de manifiesto, así como una neoformación de sílice (calcedonia) en esferas intervesiculares rodeadas de finísimas películas de arcilla.

En muchos casos los cutanes rojos están destruidos por acciones mecánicas o lavados bajo un clima actual.

En resumen, la arcilla roja es aportada directamente durante el proceso sedimentario, en niveles detríticos de terrazas, o en los tramos superiores del Andaluciense, bajo climas cálidos, y más tarde ocurre una 2ª iluviación durante el Q medio con fuerte iluviación, generándose un horiz. B<sub>t</sub> argílico. Cuando existe un horiz. Cálculo, queda detenida la migración y las arcillas no llegan a alcanzar los sedimentos.

#### Arenas

En cuanto a la mineralogía de la fracción arena - advertimos semejanzas entre el horizonte B<sub>Ca</sub> y los horizontes C correspondientes, y notable meteorización química que afectó a los horizontes B<sub>t</sub> y los A, (muy semejantes - entre sí). Ver tabla VI- 10-bis.

Tales datos, junto a la mineralogía de las arcillas conformarán las ideas generales sobre la evolución de estos suelos relictos. Los niveles de coluvión descansan discordantes sobre los paleosuelos, y están desligados genéticamente de los mismos, aunque en ocasiones una edafización actual ha permitido la presencia de horizontes de transición: coluvión-paleosuelos.

6-5.4. ENTISOLES Y SUELOS POCO EVOLUCIONADOS

Se agrupan aquí por razón del poco desarrollo del perfil. Son suelos jóvenes, y mantienen una clara afinidad con los niveles sedimentarios (horizontes C), que normalmente son terrazas recientes del Guadajoz y Guadalquivir; ocasionalmente afectan a depósitos aluviales modernos de otros cauces. Suelen ser de tipo A-C. A veces son afines a suelos verticos (por ej. TS- ) o no deben clasificarse como entisoles: por ej. TS-108, etc. Características texturales: (FIG 58 y 60).

Muestran poca variación en su perfil. Se diferencian dos tipos: \*1 bastante carbonatados, ligeramente arcillosos -- sobre el Guadalquivir (Terrazas 4º y 5º) y \*\*2: limo-arenosos sobre depósitos recientes del Guadajoz. Son similares al 2º grupo los suelos fluvents sobre otros materiales -- (por ej: el TS-108). El cuadro adjunto expone los datos medios:

Tipo	Intervalos Espesor	horiz.	arena	limo	arcilla	carb.
*1	10-15	A <sub>1</sub>	25	25	50	+
	15-20	A <sub>2</sub>	30	30	40	++
	~30	C <sub>1</sub>	40	30	30	
	~40	C <sub>2</sub>	50	40	10	
**2	~10	A	~30	~30	~40	
	~25	C	45	35	20	

No presentan características estructurales acusadas; la micromorfología puede mostrarse interesante para las relaciones texturales y el análisis del esqueleto mineral. - Suelen ser arenosos, bastante skeletal, con bajo contenido plasmico, a veces con arcillas orientadas (pedorrelictos). Las relaciones basicas texturales indican cierta dispersión. Huecos de empaquetamiento. FIG. 62.

Los datos mineralogicos indican gran semejanza -- con los sedimentos (roca madre). Tabla VI- 10 . Las arcillas se comportan de una manera analoga, corroborando una debil meteorización química. Ver tabla VI- 14.

6-6. MINERALOGIA DE LAS ARCILLAS EN SUELOS

En resumen en los diferentes grupos de suelos hemos encontrado los siguientes minerales de la arcilla cuya genesis, de acuerdo con características edáficas tratamos de esbozar. En conjunto se exponen los datos mineralogicos en las tablas, VI-11,12,13,14, y FIG 75 y 76.

6-6.1.- Suelos pardos y rendziniiformes. Tabla VI-11 FIG.75(\*)

La característica común es la ausencia de -- Montmorillonita aislada, y la frecuente asociación de la illita con M o V: (I-M) o (I-V). Aparecen sobre todo interestratificaciones, lo cual es típico de suelos fuertemente meteorizados, bajo clima mediterraneo y con presencia de materia orgánica. La comparación con horizontes C o Sedimentos originarios - ofrece sin embargo serias dudas a la interpretación del proceso de alteración de las arcillas: por ej. en el perfil 075:

Suelo: (I-M) <sub>x</sub>	:	80% casi constante	] (variaciones en horizontes)	
K	:	10↑ hacia el techo		
C	:	3 ~ constante		
		arenoso	arcilloso	nivel
Sedimentos: M <sub>12</sub> -V	:	60%	M	: 60%
I	:	30	I	: 25
K	:	10	K	: 30

La cristalinidad de la illita se mantiene con pocas variaciones.

\*: En las Figuras 75 y 76, se establecen analogas consideraciones que las Figuras 72-74 de sedimentos: ver nota -- Pág. 565.



SUELOS PARDOS (VI-11)

Horiz.	muestra	M	C	I	K	M <sub>12</sub> -V	(M-V)	10-14 <sub>V</sub>	(I-M)	C-Sap C-V	otro int.	Otros
	020-1		+	++	+			+				+
B/C	075-2		3		10				80			
C	075-1		2		8				85			+
A	126-2			35	3	58			5			
B <sub>2</sub>	126-1			30	1	65			(+)			
A <sub>1-2</sub>	131-2		2	30	2	60			6?			
A <sub>1-2</sub>	153-2			?	10				85			
B	153-1			?	10				90			+
B/C	161-2			47	2		50?					+
B	184-2			?	+			+	+		+	+?
A	184-1			?	+			+	+		+	+?
B	193-a		+	+						++		

Sería posible el proceso degradativo  $I \rightarrow (I-M)_x$ , -- mas la aparición de clorita y la ausencia de  $M_{12}-V$  o  $M$ , en el suelo hace pensar en una aloctonía del mismo.

Cristalinidad de Illitas:

Se muestran variaciones importantes de estos parámetros: en horizontes C arcillosos,  $i$  es alta (baja cristalinidad) acusando una degradación y contenidos de  $Al^{+++}$  elevados. En suelos rendziniformes, la cristalinidad es -- algo mayor (6 - 7), con relaciones  $Al/Fe + Mg$  variables:

FIG. 54 y 56.

	valores medios	extremos
$i$	6.5-10	6,10
002/001:	0.30 0,40	0.26,0,45

6-6.2.- Suelos vérticos y Vertisoles Tabla VI-12, pag 611

FIG. 75\*

Se deduce en general una meteorización poco aueusada: (más importante ha sido la desagregación mecánica, y el lavado de carbonatos que la alteración de los filosilicatos). Hay pocas diferencias entre horizontes de un mismo perfil. En algunos -- casos, la evolución por degradación, parece haberse invertido: por ej. en TS-085, 108, ya que hacia horizontes superiores aumenta la illita y disminuyen las montmorillonitas o interestratificados con; Montmorillonita o con Vermiculita, lo cual no supone agradaciones sino una aloctonía de las micas en los horizontes superiores que provoca variación de los % relativos.

El proceso general es bien sencillo: la -- montmorillonita del sedimento, o de suelos verticos situados a cotas altas, aumentan su capacidad de hinchamiento por degradación abriéndose aún más

las láminas. Cabe esperar una degradación profunda, que libere algunos geles de Mg+Fe, y su presencia - conduce a interpretación errónea de los diagramas - de difracción, cuando se detectan las formulas de (C-Sap). Pero la clorita, presente en sedimentos y aun en suelos puede sufrir una degradación importante: C→C-Sap, aunque el % sea deficitario. La posibilidad de una transformación diocta→trioctaédrica es por otro lado difícil en medios insaturados, ácidos.

El proceso M→C-Sap, exige una fase intermedia sapónítica, y es realmente una degradación, en medios básicos saturados en Mg<sup>++</sup>, y por ello no se dará durante la edafización.

En resumen, admitimos las siguientes transformaciones: siendo la 1<sup>o</sup> la más importante.

- a) M→M<sub>s</sub> + Geles de Mg + Fe
- b) C→C-Sap→Sap→M?

Las recurrencias del perfil 054 son manifiestas y son consecuencia del modelo de acumulación--erosión, que afecta las laderas Tortonienses -- (cuya cobertura edáfica es de suelos vérticos).

La aparición de I-M supone un paso intermedio en el proceso I→M, es decir: I→(I-M)→M.

Se ha dicho que la meteorización es poco acusada, contra lo que cabe esperar en suelos con alta capacidad de hinchamiento, y elevados % en Montmorillonita, es decir terminos finales de una serie degradativa. Sin embargo el sedimento originario es rico en láminas 2:1, con capacidad de hinchamiento elevada, (M).

Las illitas son heredadas con cristalinidades muy variables, generalmente inferiores a la roca madre (margas del Tortoniense). La degradación edáfica es significativa, pudiendose encontrar diferen-












cias muy acusadas a lo largo del mismo perfil (TS-009, 085, etc.). Este hecho, aisladamente, es de difícil explicación. Podemos sugerir aportes erosivo-acumulativos y remociones internas, las cuales conducen a variaciones en la mineralogía y en los parámetros illíticos. En el perfil 054, es bien patente la acumulación de varias capas edáficas, como resultado de erosión importante a cotas elevadas. El carácter vértico denominado "bujeo", queda bien patente en la recurrencia de los parámetros estudiados, cuyos valores fluctúan entre: FIG. 54 y 56.

	medios	extremos
i	: 5-8.5	4.5, 11
Al/Fe + Mg:	0.33-0.5	0.20, 0.55

En cierto modo las recurrencias de valores paramétricos, así como la composición mineralógica, eran de esperar, a la vista de los mecanismos erosivo-acumulativos como sugiere la FIG 77 -b (Pág ), y el aspecto de remoción observado en la micromorfología: n° 61.

SUELOS VERTICOS ( Tabla VI-12)

Horiz.	muestra	M	Ms	C	I	K	V-M	V-M <sub>12</sub>	I-M	14 <sub>C</sub> -14 <sub>M</sub>	V-C	C-Sap	Otros
A <sub>p</sub>	009-1		60	t	35	5							
A <sub>1</sub>	-2		50	t	30	10							
B	-3			t	30	15		50	+				
C	-4			8	30	4		40	t				
A	019-1				30?	10?			60?				
A	054-1			5	40	8			+			~45/40	
A	-2		?	2	45	9			+			~ ?	
A	-3		55	5	35	5			+				
A?B?	-4		52	+	40	6							
A?B?	-5		62	t	30	6							
A?B?	-6		74		22	3							
A?B?	-7		60		35	9							
C	-8		65	t	32	5							
C	-9		?	t	30	3						~ 55	
	085-7			+	40	3		55					
	-6			+	30	4		65					
	-5			+	35	5		60					
A-C	107-3	60		+	20	6			10				
A <sub>1-2</sub>	-2	40			25	5			30?				
A <sub>1</sub>	108-5		15		80	3							+
A <sub>2</sub>	-4				70	5		20					
A <sub>2</sub>	128				35	6		50?			?	++	
A <sub>1</sub>	148-3	++		+	++	+							
B	-1				35	7			15	40			
A <sub>2</sub>	159-2					8			90				
	183					8			90				
A <sub>1</sub>	189-3				35	>2	55						
A <sub>2-2</sub>	-1				35	~4	60						
	149-3	V			?	3			80				+

-  V-M
-  I-M
-  C-V
-  C-M
-  M
-  V
-  C
-  I
-  K
-  Otros
-  I-V

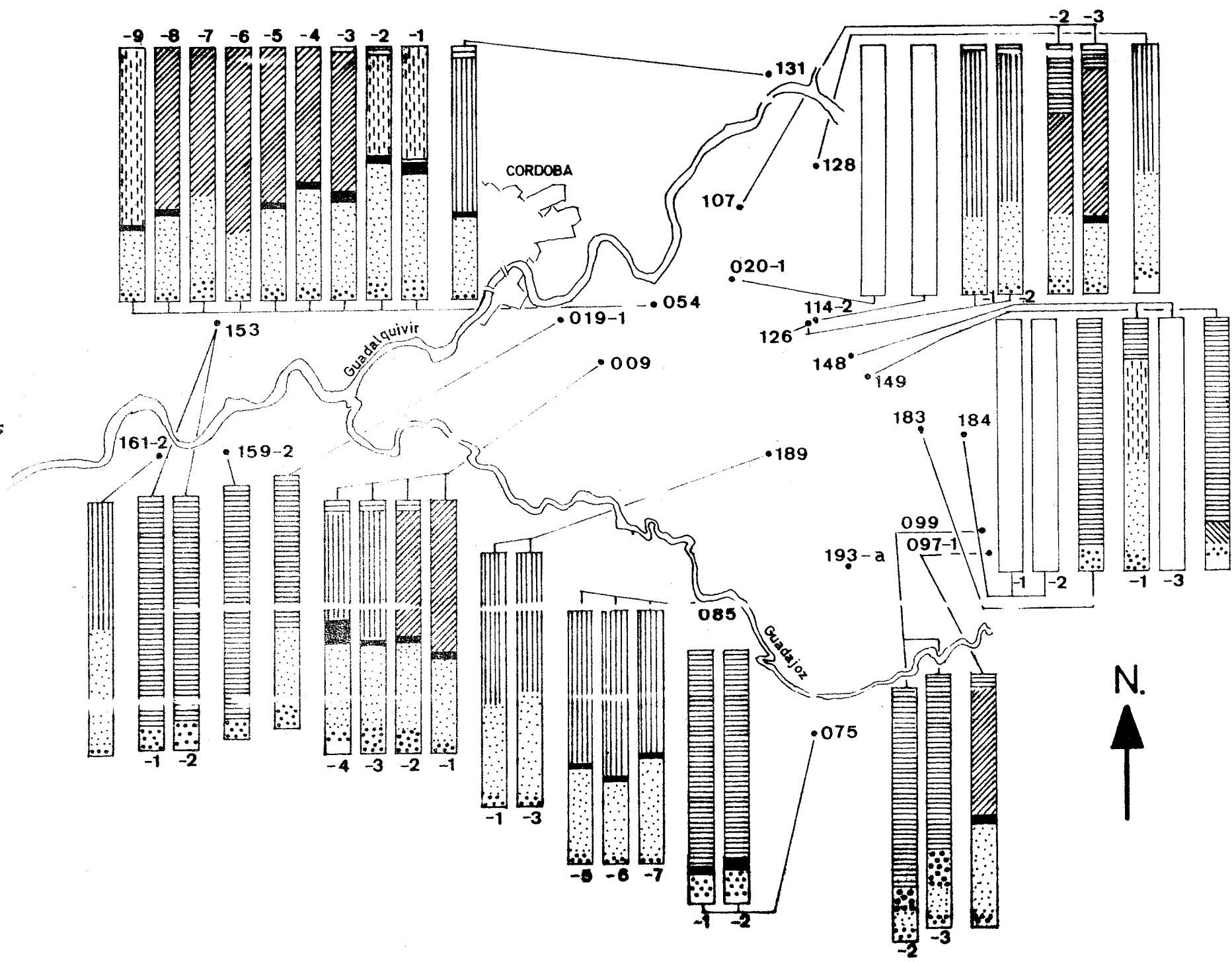


FIG 75

6-6-3 Suelos rojos Mediterraneos .Tabla VI-13 , FIG 76\*

- Se advierte el dominio de Illita y Caolinita. Las interestratificaciones son frecuentemente -- I-Sap (o I-Mont), y además C-M.
- En terrazas altas se advierten degradaciones importantes con la aparición de I-M.

En algunos suelos del área central suelen aparecer interestratificaciones C-M.

Cristalinidad de las illitas

FIG. 55 y 56

Si se desarrollan sobre terrazas altas, la cristalinidad es elevada, a excepción de horizontes A muy alterados actualmente (TS-185).

Sobre la terraza 3ª del Guadalquivir, se agrupan índices no muy altos entre 5 y 7, y relación Al/Fe + Mg, entre 0.30 y  $\geq 0.40$ . Parece evidente que la illita (generalmente iluviada) de los horizontes rojos ( $B_t$ ), ha sufrido una alteración no excesiva ( por ej. perfiles TS-B, donde el sedimento muestra i entre 4-5, y el paleosuelo da cifras de 7.5).

Una inversión ocurre con la relación Al/Fe + Mg, pues sería de esperar una disminución de Al en los horizontes --  $B_t$  (con el consiguiente aumento en Fe + Mg). Pensamos se trata de una movilización del  $Fe^{+3}$  de las celdillas cristalinas - y una lateritización acusada, durante la iluviación.

El contenido bajo en caolinita y las dificultades -- para la neoformación de illita hacen suponer un origen alóctono de la mica (perfiles TS-062, -063, TS-B, -118) o más -- seguramente un proceso degradativo de micas originales férricas (  $\pm$  biotíticas según la transf. : biotita  $\rightarrow$  illita); por el contrario la inversión en TS-115, -130, etc. es consecuencia de la iluviación.

Los valores medios y extremos son:

	medios	extremos
i	: 5-7.5	2.5, 9
Al/Fe + Mg:	0.30-0.40	0.26, 0.45

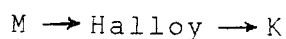
En los suelos rojos sobre terraza alta del Guadajoz encontramos fuerte dispersión de datos, en general con  $i$  -- elevados (baja cristalinidad) y relaciones variables, entre - 0.40-0.30 aproximadamente.

Algunas ideas sobre la genesis de las arcillas

En el área central pueden aparecer interestratificaciones C-M. Este hecho, debe estar de acuerdo con la condición previa del carácter dioctaédrico de las cloritas para su transformación en montmorillonitas por degradación profunda. Precisamente en sedimentos de este sector (por ej.. perfil TS-B) encontramos interestratificaciones parecidas, pero la clorita, de carácter mixto (posiblemente son mezclas de Clorita aluminica y Clorita ferro-magnesica), es más abundante como láminas aisladas. Durante el proceso de meteorización, debe ocurrir pues el paso  $C_{\text{diocta}} \rightarrow M$  y  $C_{\text{triocta}} \rightarrow Sap$ ; siendo más difícil, en razón a la necesaria reestructuración de las láminas, la degradación  $C_{\text{triocta}} \rightarrow M$ .

Los mecanismos se favorecen por la presencia de  $Mg^{++}$  y  $Ca^{++}$ . La Clorita sedimentaria es normalmente trioctaédrica, pero ocasionalmente, en alteraciones hidrotermales de rocas ofiolíticas puede ser dioctaédrica. En este caso, las cloritas de los horizontes edáficos serían aluminicas, y de origen detrítico (generalmente de mayor resistencia a la meteorización).

Hay que advertir que bajo climas tropicales húmedos, puede ocurrir una total destrucción de Montmorillonita, por hidrólisis con posterior neoformación de Halloysita según el proceso:



La ausencia actual de Halloysita muestra que durante la fase de iluviación, las arcillas han migrado total o casi totalmente en fase iónica: como debe ocurrir en una lateritización acusada, acompañada de lixiviación de sílice. La presencia de iones calcio, más movilizadoss y acumulados bajo el -- suelo rojo, provoca la coagulación de las fases iónicas - - -



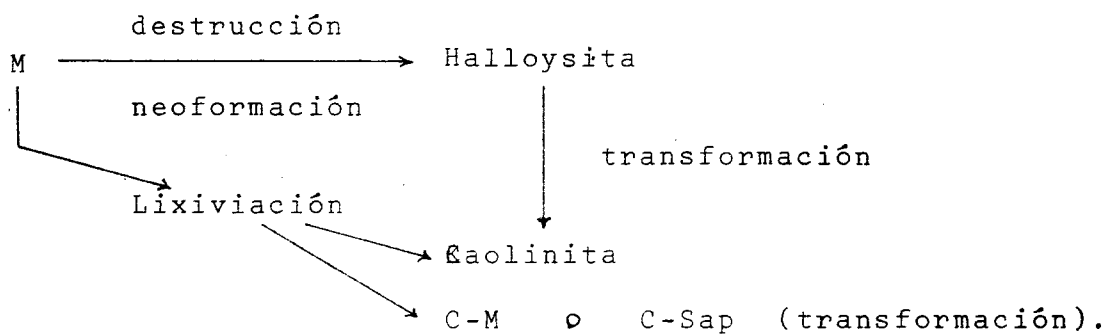
(silice y alúmina y cationes Mg), actuando a modo de pantalla en la migración; por lo cual ésta queda detenida dando origen a la neoformación de K y en parte interestratificaciones C-M y  $^{14}\text{C}-^{14}\text{M}$ .

La Halloysita no es un mineral estable y se tranfor--  
ma con facilidad a caolinita. Su aparición es una fase inter-  
media en todo el proceso.

Como se ha mostrado en sedimentos iluviados de las -  
terrazas altas, son posibles bajo un clima tropical húmedo,  
las transformaciones siguientes: muestraa 174, 196, etc. --  
ver pág. 582 ).

- a)  $\text{M} \xrightarrow{\text{destrucción}} \text{Halloysita} \xrightarrow{\text{transformación}} \text{K}$   
 b)  $\text{C} \rightarrow \text{C-Sap.}$   
 $\text{I} \rightarrow \text{I}_{\text{abierta}} \rightarrow \text{I-V.}$

En conjunto la evolución propuesta es pues:



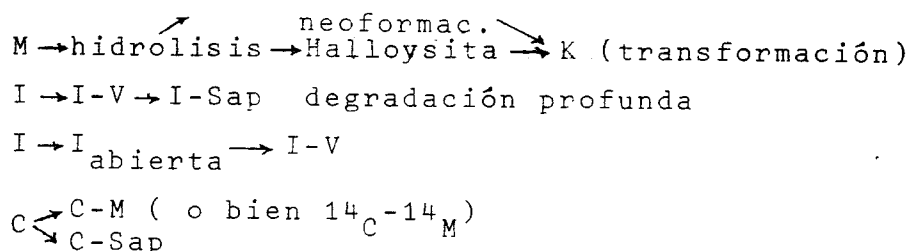
- La K es relativamente importante, más que en los sedi-  
mentos originarios. Su presencia en horizontes  $B_t$  in-  
dica neoformación durante la iluviación ya mencionada:  
 $\text{M} \rightarrow \text{hidrolisis} \rightarrow \text{K}$ .

En raras ocasiones la Caolinita se presenta interestratifica-  
da con láminas  $10 \text{ \AA} - 7 \text{ \AA}$  del tipo I-K. Su formación ha sido  
mencionada por MARTIN POZAS y col (1971). BIRKELAND (1974) ha  
ilustrado la posibilidad de que aparezcan segregaciones la--  
terales, en cristales integrados 2:1, mas o menos expansibles,  
de laminas a  $7 \text{ \AA}$ . Parece realizarse el proceso por una perdida

de calcio en medios acidos, fuertemente lateritizados. (TS.119-3).

- La illita es dominante pero puede encontrarse en la forma I-M o I-Sap, cuando las láminas primarias - detriticas eran de naturaleza trioctáedrica, ± bio-- títicas o fengíticas.
- Montmorillonita es frecuente en % no elevados y ocasionalmente aparece en forma de M-V (por ej. - - - M<sub>12</sub>-V).
- En los perfiles de suelos rojos del Guadajoz, apa-- recen: Clorita, Montmorillonita, caolinita, ~~re illi-~~ ta, normalmente aisladas.
- Las formas C-M, y I-M, muy posiblemente de origen -- alóctono, son esporádicas.
- Hay minerales fibrosos (palygorskita) en % bajo, -- y esporadicamente. No se circunscriben a un horizon-- te definido. Dada su labilidad, la presencia en suelos rojos no era de esperar, y debemos sugerir una neo-- formación. Es dudoso que procedan de alteraciones de crisotilo (visible en algunas laminas delgadas, como muestra la microfotografía n° ).

En resumen las transformaciones más importantes son  
pues:



La meteorización actual de horizontes B<sub>t</sub> de paleosue- los conduce a un aumento en los % de I-Sap según la reacción: (I-M) → I-Sap; siendo la forma (I-M)<sub>x</sub> producto de la altera-- ción parcial de illitas.

SUELOS ROJOS MEDITERRANEOS: Guadalquivir (Tabla VI-13)

I-Mont.

Horiz. muestra M C Pal I K I-M 10-14<sub>M</sub> I-Sap V-M M<sub>12</sub>-V C-M 14<sub>C</sub>-14<sub>M</sub> otros

A	053-6	65			25	5	5							
B <sub>t</sub>	053'	20			67	>10	3							
A	185					+		+++					+	
B <sub>Ca</sub>	051-3			+	65	10			25					
B <sub>Ca</sub>	062-b				55	7				+		40		
B <sub>2t</sub>	062-a				35	10				+		50		
B <sub>t</sub>	115-6	30	+		60	8	+							
B <sub>t</sub>	116-2				85	8			5					
B <sub>2-t</sub>	118-2	50			40	5	+							
B <sub>1t</sub>	118-3		+		40	10	+		50					
A(B)	119-3				20	5			70?					*
B <sub>t</sub>	130-4				30	8	+			50			+	
B <sub>3t</sub>	136-1				++	+			+++				+	
C	150-1	50	+		40	8								
B <sub>Ca</sub>	150-5				+++	+			++					
A <sub>1</sub>	150-6		+	+	+++	+			+					
B <sub>t</sub>	152-4				+++	+			++			+		
B <sub>t</sub>	B-V				+++	+	+						++++	
B <sub>t</sub>	B-IV				++++	+	+						+++	
<u>Guadajoz</u>														
A	068-4		5		(50)	4								+++
B <sub>t</sub>	068-3	50	4	+	40	5	+							
C <sub>1</sub>	068-2	60	6		30	6						++?		
C <sub>2</sub>	068-1		10		20	5	+					+		+++
B <sub>21t</sub>	095-3		+		35	4				60				
B <sub>2t/C</sub>	095-2				(+)	5								+++

\*\* : C-M e I-M

\*\*\* : I-M-V (95%)

6-6.4. Entisoles y suelos poco evolucionados

Podemos comprobar, del análisis de la composición de arcillas en horizontes edáficos (Tablas -- VI-14, a y b), y sedimentos originarios (Tablas -- VI-7,8 y9) la casi total ausencia de meteorización química afecta a los minerales de la fracción fina. En efecto, su heterogeneidad debe ser respuesta a su procedencia variada: terrazas recientes del Guadalquivir, cauce del Guadajoz y otros sedimentos aluviales ( en otros cauces). Así encontramos:

- C,M (o Sm), M-V, otros (I-M) casi siempre ausente . K puede faltar (aunque mantiene un % alto), y la Illita está siempre presente.
- Montmorillonita, Clorita, Illita y Caolinita son heredadas.

Cristalinidad de las Illitas.- FIG. 55 y 56

Se muestran ligeramente agrupados entre los siguientes valores medios:

	medios	Extremos
i :	7-8	4, 11
Al/Fe + Mg:	0.23 0.32	0.23, 0.43

Dan cifras significativamente análogas a los depositos de aterramiento ( por ej. perfiles TS-084, 094, en el Guadajoz, y 123, 125, etc. en el Guadalquivir)

La cristalinidad de las illitas no ofrece diferencias apreciables entre horizontes edáficos y el sedimento originario. Generalmente depende del tipo de illita detritica .

Analogamente no encontramos transformaciones degradativas acusadas entre los demas minerales de la arcilla. En el perfil 106 sin embargo advertimos notables diferencias:

Suelo : I, K  $\frac{14_C-14_M}{}$  \*  
Sedimento : C, I, K,  $\frac{M_{12}-V}{}$

Pensamos se trata de una transformación de clorita - - -  
( $C \rightarrow 14_C-14_M$ ), aunque el % es deficitario en el sedimento.

- En el 117 encontramos la transformación siguiente:  
 $M-V \rightarrow M$  (degradación)

- En el 123 la degradación de la forma Illita-Montmorillonita ( $10-14_M$ ) es completa aumentando el % total de Montmorillonita:

sedimento: 40% M,  $10-14_M$

Suelo: 50% M,  $\swarrow$  (transformación)

- En la 125 la Clorita desaparece.

Sobre el Guadajoz,

Es de notar la presencia de I-M (en % bajo) y de  $14_M-14_V$ .

No apreciamos tampoco transformaciones de arcillas ni degradación de las illitas.

\*: No es factible la transformación:  $M_{12}-V$   $14_C-14_M$

ENTISOLES (Tabla VI-14)

A) Sobre el Guadalquivir

Horiz.	muestra	M	V	C	I	K	I-M	V-M	M <sub>12</sub> -V	C-V	14 <sub>C</sub> -14 <sub>M</sub>	M-Sap	Otros
A <sub>1</sub>	061-A		25	10	30	5		10			20		
A <sub>1</sub>	106-4				40	5					50		mica+
A <sub>1</sub>	117-b	20		+	70	7							Mont+
A <sub>1</sub>	123-3	50		5	40	4						+?	
A	125-2	20			43	6	+		30				Pal:t
A <sub>2</sub>	127-1				40	5	+		3				50 (I-M) *
A <sub>1</sub>	127-2			+	40	2	+						50 (I-M) *
A <sub>1</sub>	158-3				20	5				5	5		60

B) Sobre el Guadajoz.

Horiz.	muestra	M	V	C	I	K	I-M	14 <sub>M</sub> -14 <sub>V</sub>	V-M <sub>12</sub>	I-V	Sap-C-V	C-M
A <sub>2</sub>	064-b		35*	13	?	3	+			50?		
A	084-4			+	49	6	+	45				
A	094-4			2	40	3	10	45				

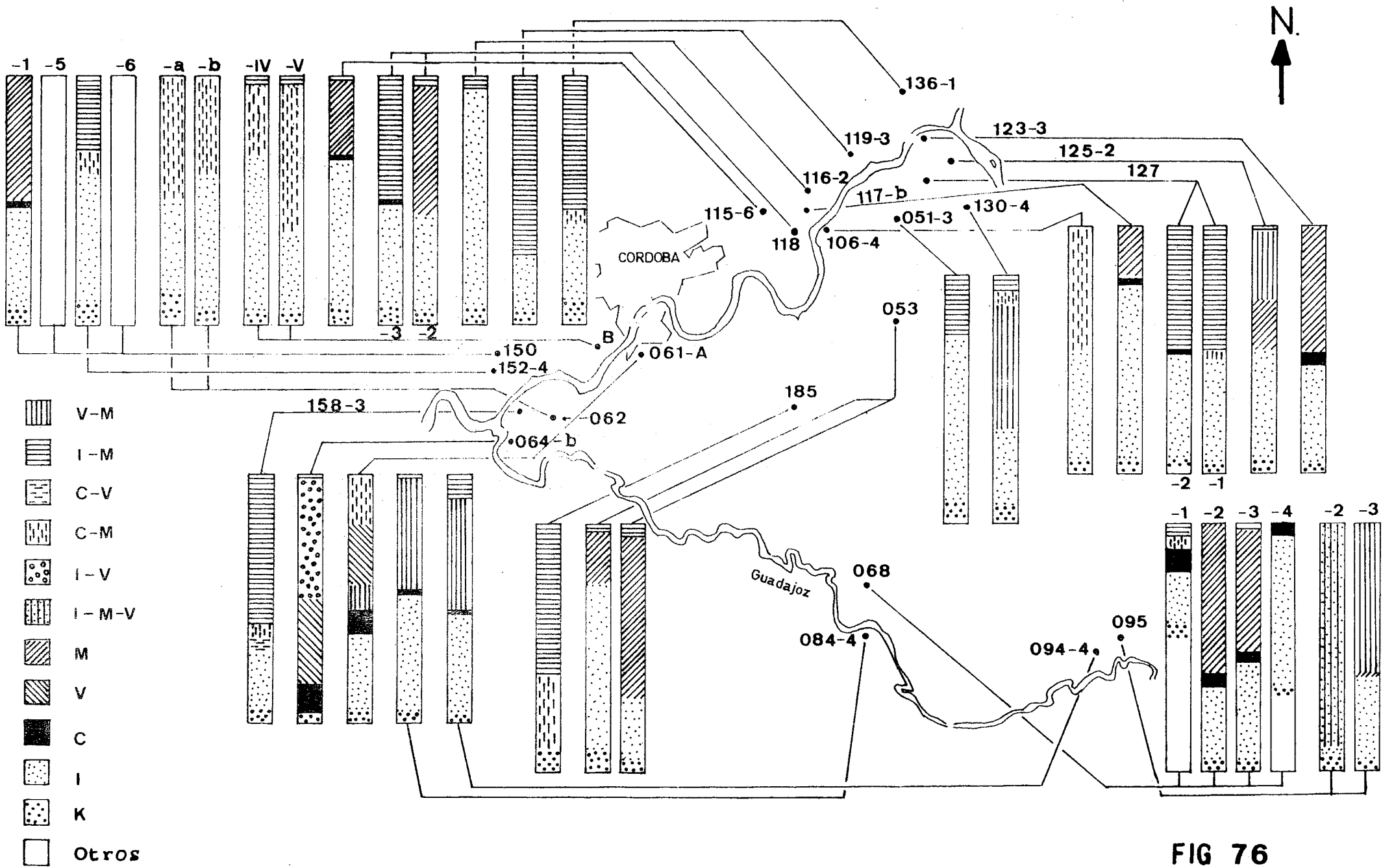
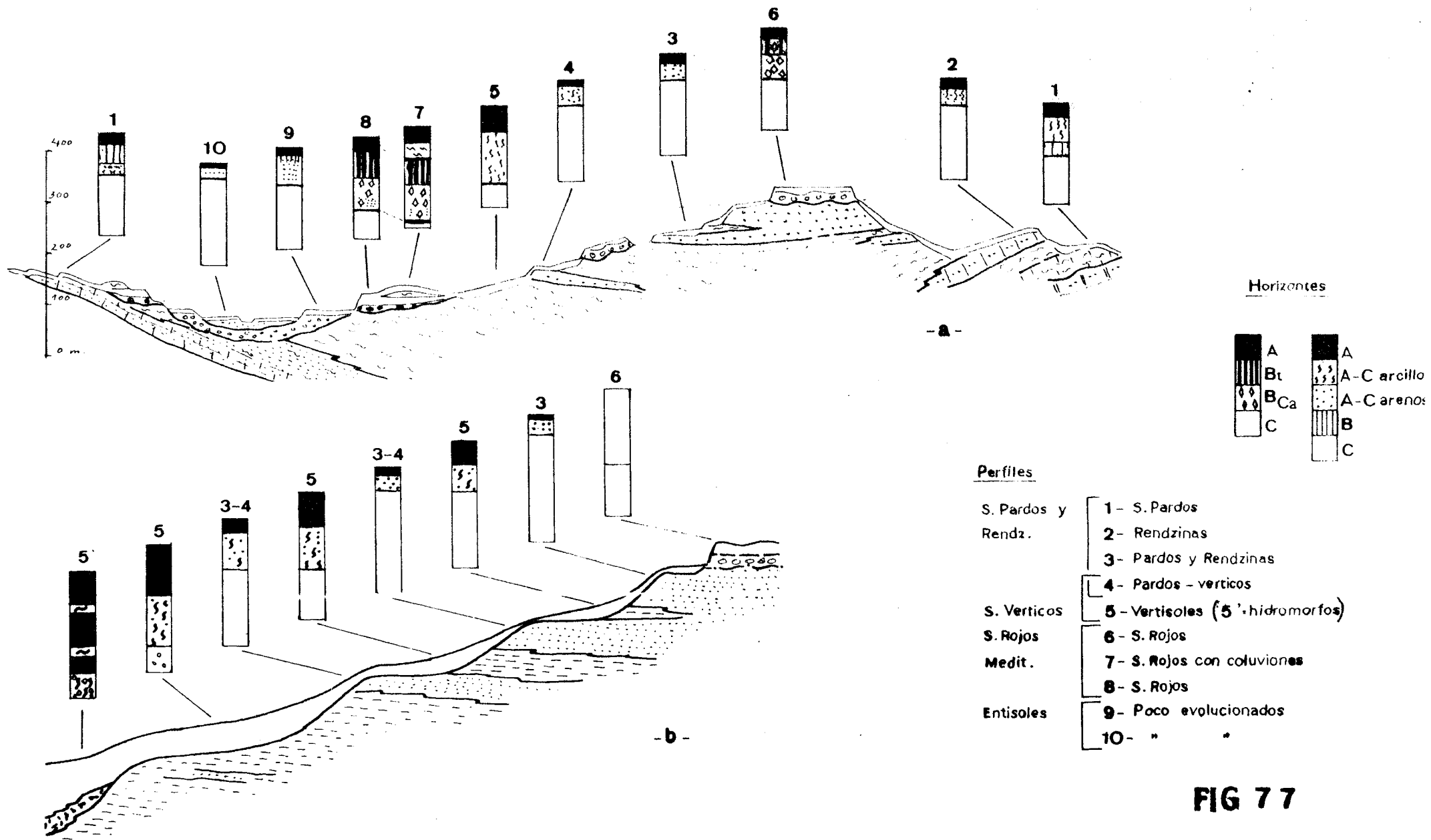


FIG 76



**FIG 77**



## CONCLUSIONES

En el area estudiada aparecen materiales que se asignan a los siguientes niveles estratigráficos: Trias, Neogeno , y Cuaternario. Los resultados más importantes, cuya discusión acabamos de exponer, se agrupan en : a) Sedimentos , ; b) Suelos;

### TRIAS

1.- Los materiales triasicos, que afloran en el area más meridional, con tectonica violenta (caracteristicas o-litostromicas), y difícilmente diferenciables de otros términos, constituyen series evaporíticas del Trias -- Superior.

La mineralogía de arcillas abunda en illitas y cloritas sedimentarias, heredadas durante un transporte rápido desde áreas poco meteorizadas en la base de la -- serie.

Episodios de transporte lento, en un medio evaporítico dan lugar a ciertas transformaciones con la aparición de interestratificaciones I-V y  $14_C - 14_M$ , y constituyen etapas de mayor meteorización. No descartamos un inicio de diagenesis precoz hacia el muro de la serie.

### NEOGENO

2.- Las series Neogenas se distribuyen geograficamente en tres áreas; zona meridional: en conexión por litostrómica con depositos mas o menos flyschoides, y algún episodio de características deltaicas, del Oligoceno-mioceno; zona centro : amplio dominio del Tortoniense Superior - marino y arcilloso coronado por materiales detriticos regresivos del Andaluciense, en parte deltaico; borde N: mioceno detritico transgresivo. Los ambientes sedimentarios son en esquema:

<u>borde N</u>	<u>zona centro</u>	<u>areas meridionales</u>
	ANDALUC: deltáico regresivo	
(Calcarenitas) de playa	TORTON: nerítico SUPERIOR: trans - gresivo	Deltáico (Teba: Calca- renita)
Facies recifales		(margas blancas) Facies profundas
(arenas con moscovita) laguna interior		(Calcarenitas, flyschoi- des)
(Calcarenitas) playa		Facies poco profunda

3.- La serie meridional, Oligoceno-mioceno, es de ambiente poco profundo, poseen microfauna, cuarzo y glaucomita, y características flyschoides con estructuras sedimentarias mas o menos turbiditicas. El nivel Superior de margas blancas contiene espículas de ópalo, radiolarios y diatomeas, que demuestran una mayor profundidad. Ambos formarán parte del área fuente de sedimentos en el cauce del Guadajoz.

Existen episodios deltáicos iniciados durante la fase transgresiva miocénica (Tortonense), cuya área fuente debe ser la Meseta, como lo muestran fragmentos de rocas ácidas entre la fracción arena, además de ópalo y glauconita.

Las facies costeras del borde Norte son producto de -- una rápida sedimentación detrítica. En ellas se dis--tingue un episodio de arenas azuladas-con cambios late--rales hacia arenas amarillas mas o menos masivas--ricas en ostreidos y gasteropodos cuyo ambiente es posible--mente un medio confinado de lagunas costeras-tipo Lagoon?

4.- Las arcillas de todo el conjunto detrítico son variables en razón a su origen y posición paleografica:

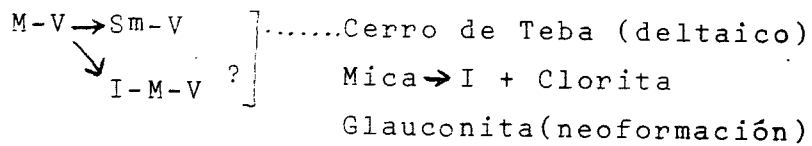
Biocalcarenitas (zona Sur): Montmorillonita y  $M_{12}$ -V acompañadas de Illitas y caolinita.

Margas blancas : interestratificados (I - M)<sub>x</sub>

Calcarenitas del Cerro de Teba: interestratificados complejos de difícil identificación : V-S<sub>m</sub> o I-M-V. Arenas azuladas con moscovita ( mica blanca con comportamiento + fengítico): montmorillonita, acompañada de Clorita y Caolinita, con escasa illita.

- 5.- La génesis de las arcillas indica la importancia de la sedimentación heredada en medios poco profundos, -- aireados, ricos en cationes Mg<sup>++</sup> y pH alcalino, en especial las facies de lagunas, y por el contrario una mayor profundidad para las margas blancas. Las transformaciones de minerales de la arcilla responden pues al siguiente esquema:

C (de herencia en el borde Norte)



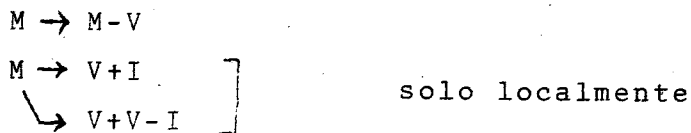
Mica → I + Clorita
Glauconita (neoformación)
C neoformación
I → (I-M) <sub>x</sub> .... (margas blancas)
M → (M <sub>12</sub> -V) .... serie detritica

I → heredada con escasa alteración

- 6.- La transgresión marina trae consigo una amplia sedimentación margosa, (con esporádicos episodios arenosos) en medios neríticos alejados de costas. La abundancia de Illita y Montmorillonita muestran su carácter de herencia. La aparición de algunas interestratificaciones M-V significan una cierta agradación por entrada de cationes Mg<sup>++</sup>: M → M-V. La sedimentación colmata la cuenca rápidamente y no da tiempo a transformaciones minerales.

Dada la escasa profundidad de las muestras analizadas en este sector no cabe hablar de diagenesis.

Consideramos pues que Montmorillonita e illita (cuyos % relativos cambian segun se trate de estratos arenosos o arcillosos) son heredados y ocurren las siguientes transformaciones agradativas típicas de medios saturados relativamente profundos:



M , I : heredadas

I → C ?

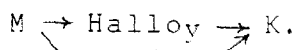
C heredada ?

La aparición de algunas formas I-M es accidental.

7.- Al avanzar en la serie se inicia una fase de colmatación y relleno arenoso bajo ambientes mas o menos -- deltaicos, durante el Andaluciense. La procedencia de los materiales es la Meseta, aunque no hemos definido en este trabajo la ubicación de los cauces y áreas - fuentes con precisión. Las mayores potencias se si-- túan al W (Arrecife y la Carlota) y al E (Cañetejo-Bu- jalance).

Las arcillas indican climas calidos y medios oxidantes con escaso lavado en oxidos de Fe, que altera las mi- cas (biotita) conduciendo en seguida a un proceso de-- gradativo: Biotita → Hidromica → Illita → I-V

Primitivamente son aportadas montmorillonitas que mas tarde, bajo condic iones tropicales, oxidantes y hume- das son destruídas por hidrolisis. En esta etapa, -- (una vez retirado el mar) se desarrollan suelos rojos con una importante fase de iluviación, durante la cual se realizan neoformaciones de Caolinita:



8.- Durante todo el Neogeno apenas encontramos minerales - fibrosos (palygorskita o sepiolita). Esto significa - la ausencia de una clara fase evaporítica: en efecto la Cuenca se colmata rapidamente, el aporte es Montmo- rillonico, sin apenas descomponerse y por tanto no se

libera sílice suficiente para las neoformaciones.

#### CUATERNARIO

- 9.- Una vez la Cuenca maríná a áreas occidentales (Sevilla-Cádiz) se inicia la sedimentación cuaternaria continental, con 5 niveles de terrazas en el Guadalquivir y 3 en el Guadajoz. Algunos autores consideran la Terraza mas alta (T<sub>1</sub>) como un nivel de rañas. Las terrazas altas y la intermedia constituyen series gradadas (en tamaño) son conglomeráticas y están coronadas por importantes capas edáficas de suelos rojos (paleosuelos) con un encostramiento carbonatado (horizontes B<sub>ca</sub>) y un horizonte argílico, rojo 2.5 YR -- intenso, con importante iluviación (B<sub>textural</sub>). La iluviación de arcillas, desde los horizontes edáficos rojos ha llegado a afectar los sedimentos de estas terrazas en numerosos puntos, pero en ciertos casos los materiales de arrastre contienen películas cutánicas rojas, aportadas durante la sedimentación. El fenomeno ha afectado incluso depositos del Andaluciese (Arrecife).
- 10.- Dada la escasez de muestreo no podemos indicar en las terrazas altas conclusiones validas sobre el area fuente. En ellas encontramos Saponitas, Cloritas, Illitas, Caolinitas y C-Sap. La instalación de un régimen subtropical humedo origina la transformación siguiente :
- $$C \rightarrow C-V \rightarrow Sap.$$
- La Illita es heredada y abierta. Las arcillas de la Tercera Terraza se muestran muy variables, y dada la amplitud de las posibles areas fuentes y las reducidas dimensiones del área estudiado no se ven zonaciones mineralogicas claras. En el sector central es notable la presencia de Clorita a menudo aislada o en formas C-M.

\* se restringe a áreas...

El aumento de láminas de Vermiculita y la consiguiente disminución de montmorillonita en la vertical de algunos perfiles es un hecho poco aclarado. Podemos sugerir una disminución con el tiempo, del grado de meteorización que afectó a la región (variaciones climáticas?); o bien pudo tratarse de un aumento de agradaciones durante el transporte.

Parece existir predominio de herencia general en minerales aislados (illita, caolinita, y posiblemente montmorillonita). Las interestratificaciones indican procesos degradativos previos a la sedimentación. (Lógicamente afectarán a medios insaturados, de naturaleza edáfica).

Son raros los minerales fibrosos, ligados seguramente a pequeñas salinas (pequeños meandros).

En terrazas altas del Guadajoz son visibles transiciones fans-flood plain arcillosos afectados por una edafización repetida (paleosuelos); La mineralogía de arcillas difiere del cauce del Guadalquivir: Clorita, C-M, K, M, V, y M-V, con altos % en illitas. El predominio de una herencia desde arcillas Tortonienses (y areniscas) es bien patente.

- 11.- Los depositos recientes del Cuaternario, desarrollados durante una etapa climáticamente estable muestran gran variedad mineralógica de arenas y arcillas como consecuencia de la diversificación de áreas fuente. Entre las arcillas existe un predominio de minerales de herencia sin agradaciones o neoformaciones importantes. Apenas es visible una zonación espacio temporal. Los valores medios de las arcillas son: 4ª terraza del Guadalquivir: 50% en M-V, 45% en illita, 5% en Caolinita, estando presentes: Clorita, Montmorillonita y otras, en la 5ª terraza: disminución de la illita (40%), y aumento de Caolinita y Clorita. Se mantienen los % --

medios de M-V y Montmorillonita.

En el cauce del Guadajoz, cuya fracción arena --- abunda en espículas de ópalo, no encontramos acusadas diferencias, siendo frecuentes la Clorita, Illita y Caolinita; Las interestratificaciones de Montmorillonita-vermiculita dan valores medios muy similares, -- siendo patente una herencia general dado el escaso -- trayecto durante el transporte.

Otros sedimentos aluviales ( que por razones de comodidad suelen mencionarse como "sedimentos s.p."), nos muestran una mineralogía que depende de su ubicación. y son similares a areas fuente muy proximas, - - (por ej: suele haber Montmorillonita heredada).

En el cauce del Guadalquivir ha existido una degradación de micas:

Biotita → C → V (suelos de la Meseta)

V → (M-V) → M (durante el transporte)

Además hay Illita, Caolinita, Clorita, Saponita, M-V e I-M, entre otros.

Entre las arenas del cauce del Guadalquivir procedentes de Sierra Morena, son frecuentes las biotitas decoloradas ("mica dorada"), que han sufrido una cloritización : Biot. → Clorita.

- 12.- El estudio micromorfológico de los sedimentos nos indica la importancia de la iluviación procedente de horizontes edáficos (paleosuelos).

Los depositos Andalucienses, y determinados niveles de Terrazas muestran numerosos cutanes de arcilla roja. La iluviación se ha desarrollado en varias etapas.

- 13.- Durante la sedimentación Andaluciense (medios subdálticos) y en algunas Terrazas Cuaternarias se han originado importantes formaciones de bolas armadas - (armored mud ball) recubiertas por encostramientos de

óxidos de Fe. Su mecanismo exigió episodios continentales bajo clima cálido oxidante antes de su fosilización (FIG.69). Estas estructuras aparecen en Guadalcazar (arenas), Cuesta del Espino (conglomerados), etc.

Está en fase de estudio un análisis de los parámetros morfométricos, y la estructura interna de las botas.

### SUELOS.

- 14.- Los suelos desarrollados en esta región responden a factores climáticos (suelos rojos Mediterraneos) o -- más comunmente a factores litológicos. La existencia de una zonación de perfiles en la transversal de Córdoba (FIG.77) ponen en evidancia el paralelismo como la litología (roca madre).

Las relaciones genéticas litología-suelo resaltan en cartografías de pequeña escala (mapas 1 y 2).

- 15.- Los suelos pardos y rendziniiformes, desarrollados especialmente sobre niveles detríticos del Neogeno -- (Oligoceno-Mioceno inferior y medio, y a veces areniscas Andalucienses, o margas Tortonienses), muestran -- la importancia de procesos degradativos en los minerales de la arcilla:

I → M-V, etc.

- 16.- Los vertisoles y suelos vérticos, muy arcillosos, se desarrollan sobre margas y arcillas azules del -- Tortoniense, y están ampliamente repartidos en la -- Campiña de Córdoba. La importante remoción, las estructuras cuneiformes y el espectacular desarrollo de grietas, (características ligadas a la naturaleza expansible de las arcillas), pueden influir en deslizamientos de ladera y la intensa erosión. En lámina delgada son visibles pedorrelictos de naturaleza alóctona.



Las arcillas son esencialmente montmorilloníticas, de alta expansionabilidad: Ms ( o "Montmorillonita - de suelos"), originadas mediante degradaciones importantes:

M → Ms. También contienen Illita y Caolinita (de herencia). Ocasionalmente se ha dado la degradación -- de cloritas → saponitas, bajo un ambiente oxidante, y lavado de iones  $Mg^{++}$ : C → C<sub>hinchable</sub> → C-Sap → Sap.

17.- Los suelos rojos, del sector estudiado suelen ser rrelictos, o paleosuelos, como consecuencia de su gé-- nesis bajo antiguos climas tropicales húmedos, y se caracterizan por la aparición de una importante ilu-- viación de arcillas acumuladas en el horizonte rojo B<sub>t</sub>; y detenida por el efecto de pantalla del ión calcio en horizontes carbonatados (B<sub>Ca</sub>). Se deben clasificar como Alfisoles-paleoxeralf, etc.

Las arcillas presentan un desarrollo de illitas, - más o menos degradadas, y Caolinita, acompañadas de - I-Sap y C-M. Solamente en Terrazas altas aparecen -- I-M.

Las transformaciones más importantes están liga-- das al proceso de iluviación, con destrucción de la Montmorillonita por hidrólisis y por formación de -- Caolinita según: M → Halloy → K.

A su vez interestratificaciones de C-M pueden proceder de una degradación de Clorita.

Los horizontes B<sub>t</sub> muestran en lámina delgada nume-- rosos aspectos que corroboran la iluviación pedogenéti-- ca: plasma rojo, sépico, cutanes skelsepicos y vosépi-- cos etc. En algún perfil se han observado -- fenomenos de epigenésis ligados a estos suelos.

Los horizontes A pueden considerarse en parte como resultado de una edafización actual de antiguos hori-- zontes B<sub>t</sub>.

A P E N D I C E S

## TERMINOLOGIA

En la descripción de las láminas delgadas sobre aspectos micromorfológicos, tanto de sedimentos como de suelos, se seguirá el siguiente orden:

### 1º TEXTURA BASAL

Porfírica, se corresponde a la porfiroeskélica  
Aglomerática, se corresponde a la aglomeroplásmica  
Intersticial, corresponde a la intertética  
Granular, corresponde a la clamidomórfica

### 2º TEXTURAS PLÁSMICAS

Homogénea, sin separaciones plásmicas  
Con separaciones y concentraciones plásmicas; las - -  
orientaciones a que pueden dar lugar son las siguientes:

Asépica  
Sépica : skelsépica  
          vosépica  
          insépica  
          mosépica  
          omnisépica  
          otras orientaciones

### 3º PLASMA

Coloración, homogeneidad  
Aspectos típicos:

cutanes (composición y origen)  
agregados  
caliches  
edaforrelictos  
nódulos  
glébulas, papulas y otros

Materia orgánica

### 4º ESQUELETO MINERAL

### 5º HUECOS

### 6º PORCENTAJES CUANTITATIVOS ENTRE PLASMA, MINERALES y HUECOS

### 7º OBSERVACIONES O CONCLUSIONES

NOTA: en el caso de encontrar microfauna, se incluye entre el esqueleto mineral.



Muestra	N	Mg	Mg/EG	550	DMSO	SO <sub>4</sub> /EG	P	L	T	Muestra	N	Mg	Mg/EG	550	DMSO	SO <sub>4</sub> /EG	P	L	T
084-4	+	+	+							108-4	+	+	+						
085-1	+		+	+						108-5	+	+	+						
085-3	+		+							109-1	+	+	+			+			
085-4	+		+							109-2	+	+	+						
085-6	+		+							109-3	+	+	+						
085-7	+		+							110	+	+	+	+		+			
087-1	+		+							110'	+	+	+						
087-2	+		+	+						114-2	+	+	++						
090	+	+	+							115-1	+	+	+	+					
093	+	+	+							115-2	+	+	+	+					
094-1	+	+	+	+						115-3	+	+	+	+		+			
094-2	+	+	+							115-4	+	+	+	+	+				
094-3	+	+	+			+				115-5	+	+	+		+				
094-4	+	+	+							115-6	+	+	+	+					
095-1	+	+	+	+						116-1	+	+	+	+					
095-2	+	+	+							116-2	+	+	+						
095-3	+	+	+	+						117-a	+	+	+	+					
097-1	+	+	+							117-b	+	+	+						
099-2	+	+	+	+						118-0	+	+	+	+					
099-3	+	+	+							118-1		+	+						
101	+	+	+		+	+	+			118-2	+	+	+						
102	+	+	+	+	+					118-3	+	+	+				+		
103-2	+	+	+	+	+					119-0	+	+	+	+					
104	+	+	+		+		+			119-1	+	+	+						*
105	+	+	+							119-2	+	+	+						
106-2	+	+	+	+						119-3	+	+	+						
106-4	+	+	+	+						123-1	+	+	+						
107-2	+	+	+	+						123-3	+	+	+	+					
107-3	+	+	+	+			+			125-1	+	+	++	+	+				
108-2	+	+	+							125-2	+	+	+		+				
108-3	+	+	+	+						126-1	+	+	+	+					

\*: ClH



PODER REFLECTANTE DE INTERESTRATIFICACIONES I-M y  $M_{12}$ -V

En el capítulo II, se sintetizan los poderes de reflexión de varios minerales de la arcilla, para el análisis cuantitativo según diversas fuentes.

Suelen aceptarse las cifras de láminas o minerales aislados. Hemos intentado establecer un índice de reflexión nuevo, para interestratificaciones  $(I-M)_x$  y  $(M_{12}-V)$ , muy frecuentes en las arcillas de la Depresión.

Se escogieron para ello muestras típicas con un % en impurezas mínimo, en especial en caolinita. Se utilizó el metodo Standart de mezclas con adiciones sucesivas (preparadas artificialmente) de la interestratificación con caolinita, (patrón, API nº9); una vez efectuades los diagramas de Difracción en agregado orientado y el polvo, se expresa la relación de áreas de los espaciados (001) A interestratific. en función del % real de la interestratificación en la mezcla (FIG. 78). Despejando el poder reflectante en la fórmula de KLUG-ALEXANDER (1948) ver 2-5.3, pág. 122, se obtienen los siguientes valores (respecto a  $P_k = 1^*$ ).

$(I-M)_x$  : banda (001), N y EG : P = 0.6 y 2.2 - 2.6

$(M_{12}-V)$ : " (001), EG, : P = 0,45 1.4 ( 0,9)

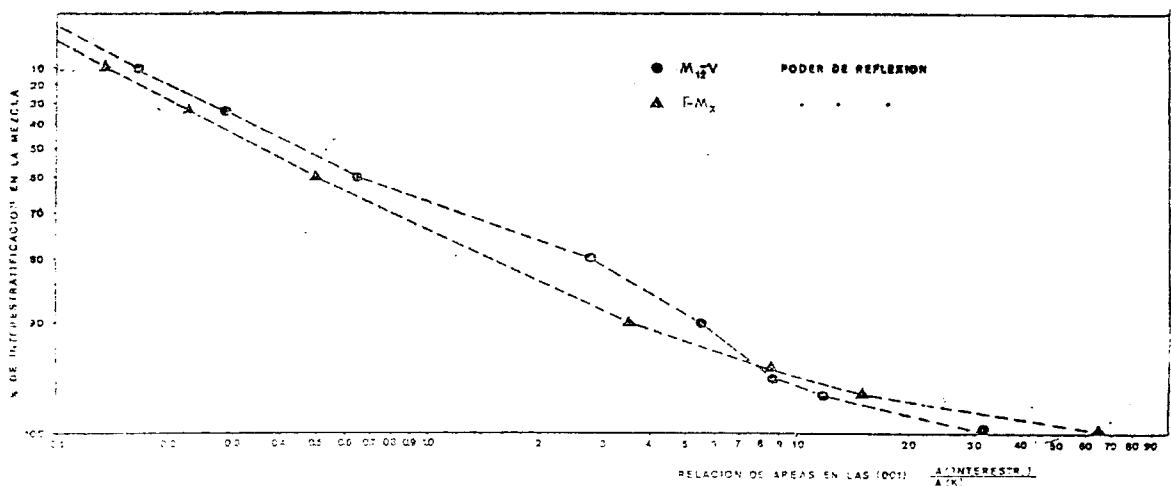


FIG. 78

\* :  $P_k$  = poder reflectante de la (001) en la caolinita.

B I B L I O G R A F I A



## BIBLIOGRAFIA

- ABDEL-KADER. F.H. and ABDEL-HAMID. N.E. (1974). Comparative Micromorphology of some soil types of Lower Egypt. Geoderma, vol. 12, pp. 245-262.
- A.G.I.P. MINERARIA (1958). "Investigación sísmica a reflexión efectuada por cuenta de la Empresa Nacional Adaro en el valle del Guadalquivir". Inédito. sp.
- AGUILAR, J. y DELGADO R., M. (1970). Posibles interpretaciones de las estructuras de orientación en suelos. Anal. Edaf. Agrab. T.XXIX, pp. 839-863.
- AGUILAR, R.J., DELGADO R., M. y ALONSO P., J. (1971). Compuestos de hierro existentes en algunos suelos andaluces. Anals. Ed. Agr. T.XXX, 1-2, p. 109-123.
- AGUILAR, J., DELGADO, M., y GUARDIOLA, J.L. (1973). Estudio experimental sobre el origen de las formas de orientación de la fracción fina de suelos. Anales Edaf. y Agrobiol. T.XXXII-nº 1-2, p. 71-74.
- AGUILAR, J., FERNANDEZ, J., GARCIA, A. y INIGUEZ, J. (1973) Estudio edáfico de la zona de Cabo de Gata-I y II. Anales Ed. Agr. T.XXXII, 3-4., pp. 299-340.
- AGUILAR, R., J., MONGE, U., A. y SIERRA, R. de la F.C (1974) Estudio edafológico de los relieves próximos a la vega de Motril. Anals. Edaf. Agrob. T.XXXIII-nº 9-10, pp. 827-847.
- ALEIXANDRE, T. y PINILLA, A. (1968). Algunas modificaciones en las Técnicas Aplicadas al Estudio mineralógico de Fracciones Gruesas o Arenas. Anál de Edaf. y Agrob. T-XXVII-nº 7-8, pp. 300.
- ALEIXANDRE, T. y PINILLA, A. (1968). Mineralogía de unos suelos mediterráneos de las provincias de Almería, Murcia y Alicante. Anal. Ed. Agr. T.XXVII, nº 9-10, pp. 625-662.

- ALFONSO CONDADO, L.L. (1969). Micropedología de Alguns - dos Mais Representativos Solos de Angola. Lisboa, 1969.
- ALIAS, L.J. y PEREZ PUJALTE. (1968). "Vertisoles de la provincia de Granada". Anales de Edaf. y Agrob.- T.XXVII, nº 11-12, pp. 885-901.
- ALIAS, L.J. y PEREZ PUJALTE. (1969). "Suelos Rojos Mediterráneos de la provincia de Granada". Macromorfología, características analíticas generales y estudio químico. An. Edaf. Agr. T.XXVIII nº 5-6, pp. 367-387.
- ALIAS, L.J. y PEREZ PUJALTE. (1969). " Suelos Rojos Mediterráneos de la provincia de Granada". Mineralogía de arcillas. An. Edaf. Agr. T.XXVIII, nº 11-12, pp. 761-779.
- ALIAS, L.J. y PEREZ PUJALTE. (1969). "Suelos Rojos Mediterráneos de la provincia de Granada". Minerales pesados de la fracción arena fina. An. -- Edaf. Agr. T.XXVIII, nº 11-12, pp. 811-821.
- ALLEN, J.R.L. (1964). "Sedimentation in the modern delta of the River Niger, West Africa", en VAN -- STRAATEN, L.M.J.U. ed.:Deltaic and Shallow Marine Deposits. p. 26-34. Elsevier, New York -- (1964).
- ALLEN, J.R.L. (1965). A Review of the Origin and characteristics of Recent Alluvial Sediments. pp. 89--191. Sedimentology, 5.
- ALLEN, J.R.L. (1968). Current Ripples. (Their relation to Patterns of Water and Sediment motion). North-Holland Publis. Amsterdam.
- ALLEN, J.R.L. (1969). Erosional current marks of weakly cohesive mud beds. Journ.Sedimentary Petrol., vol. 39, nº 2. p. 607-623.
- ALONSO J.J. y MARFIL, L. (1970). "Morfología de las Cloritas Triásicas". Reunión Hispano-Belga de minerales de la Arcilla. Madrid 1970.

- ALONSO, J.J. y VIRGILI, C. (1959). Un nivel de arcillitas de la base del Trias, estudio en el microscopio electrónico. An. Edaf. Fis. Veg., vol.18. p. 1-9.
- ALTEMÜLLER, H.J. (1964). Die anwendung des phasenkontrast verfahrens bei der untersuchung von boden- -- dünn Schliffen. In soil micromorphology. Ed. A. JONGERIUS. p. 371-390.
- ALVAREZ, C., GALVAN, J.R., ALONSO, J.J. y BURRIEL, F.- - (1969). Estudio espectroquímico de elementos-traza en yesos de la Cubeta del Tajo. Bol. -- Geol. Min.T.LXXX, f, v., pp. 501-515.
- ARPS, C.E.S. (1969/1970). Zircón in granites, gneisses and Metasediments from western Galicia (N.W.- Spain). Bol. Geol. min. T.LXXXI, II-III. pp.- 144-146. Com. de la III Reunión Geólogos del- NO de la Península Ibérica. Galicia 1969.
- ASCASO, A. (1967). Die Mikromorphometrie bei der Unters- chung von Sedimenten. In KÜBIENA, ed. "Die Mi- kromorphometrische Bodenanalyse". Ferdinand - Enke. Stuttgart, p. 68-78.
- AUGER, F. (1972). Cristallisation exceptionnelle de Kaoli- nite dans le LIAS INFÉRIEUR de VENDEE (Fran- -- ce). Kaolin Symp., Intern. clay conf. Madrid- 1972, p. 65-70.
- AYLON, R. M<sup>a</sup>. (1974). Análisis Cuantitativo por D.R-X. de algunos minerales accesorios de la arcilla se- gún el método del standar interno. Tesis Doc- toral. Univ. Complut., secc. Geológicas, Ma- -- drid.
- BAILEY, S.W. (1972/73). Recent advances in the crystal -- structure and crystal chemistry of layer sili- cates. I.C.C. Madrid. (Chairman's Introduc- -- tion). pp. 3-12.
- BALDWIN, M. (1928). Gray-brown podzolic soils of the eas- tern Unites States. Trans. Int. Congr. Soil - Sci., I st, 4, p. 276-282.

- BANDAT, HORST F. VON (Ph.D). (1962). Aerogeology. Gulf. -  
Publ. Comp. Houston. 350 p.
- BAÑOS MORENO, C. (1975). "Estudio y correlación de propie-  
dades químicas, físicas y micromorfológicas -  
de suelos de terrazas del Guadalquivir". Te--  
sis Doct. U. Sevilla. 283 p.. (ined.).
- BARAHONA, E y LINARES, J. (1970). "Changes in clay mine--  
ral composition in Sediments from Southern --  
Spain". Reunión Hispano-Belga de minerales de  
la arcilla. pp. 215-222. Madrid, 1970.
- BARAHONA, E. (1976). Comunicación personal sobre clasifi-  
cación de suelos, sistemática y procesos de -  
iluviación.
- BARDEN, L,y MC.GOWN, A. (1972-73). The influence of sedi-  
mentary electrolyte concentration on the mi--  
crostructure of some postglacial clay. I.C.C.  
Madrid 1972/73. pp. 763-769.
- BARRATT, B.C. (1968/69). A revised classification and no-  
menclature of microscopic soil materials with  
particular reference to organic components. -  
Geoderma, 2, p. 257-271.
- BARREL, J. (1908). Relations between climate and terres- -  
trial deposits. Journ. Geol. 16: 159-190, 255  
-295, 363-384.
- BARSHAD, I. (1964). "Chemistry of soil Development" en --  
Chemistry of the soil, edited by F. BEAR. Van  
Nostrand Reinhold comp. 515 p.
- BATES, T.F. (1959). Morphology and crystal chemistry of --  
1:1 layer lattice silicates. Amer. Min.- Vol.  
44, p. 78.
- BATES, T.F. (1960.b). Rock weathering and clay formation-  
in Hawaii. Mineral Industries. Pennsylvania --  
State Univ. 29, p.1.
- BATHURST, ROBIN. G.C. (1975). Carbonate Sediments and - -  
their diagenesis. Second enlarged edition. De-  
velopments in sedimentology, 12, Elsevier Sci  
Publ. comp. Amsterdam 1975. 658 p.

- BAUSCH, W.M. (1972). Clay Mineral Provinces in European - Malm. I.C.C. Preprints-Vol.I. Madrid 1972, - p. 325-326. (abstract).
- BEAR, F.E. (1965). Chemistry of the soil. Reinhold, 2<sup>a</sup> ed. New York. 1965.
- BEGON, J.C. y JAMAGNE, M. (1973). Sur la genése des sols-limoneux hydromorphes en France. In "Pseudogley und gley". Ed. E. SCHLICHTING. U. Schwertmann Verlag Chemie Germany.
- BELL, H.S. (1940). Armored mud balls: their origin, properties, and role in sedimentation. Journ - - Geol. 48: 1-31.
- BENAYAS, J. y GUERRA, A. (1969). "Contribución al estudio micromorfológico de suelos rojos mediterráneos de España". In Proc. III Int. Work-Meet. on Soil Micromorphology. Wroclan. Poland.
- BENAYAS, J. (1971). El estudio de los suelos naturales en España. Sem. Micromorfología del suelo. Sevilla. I.E.B.V. (C.S.I.C.) p. 1-9. Lab. micromorf. suelos, D<sup>to</sup> suelos. Madrid (com. interna)
- BENAYAS, J. (1971). Micromorfometría. Semin. micromorfología del suelo. Sevilla, 1971, (com. int.) p. 1-15. Lab. Micr. D<sup>to</sup> suelos. I.E.B.V. (C.S.I.C.) Madrid.
- BENAYAS, J. (1971). Comunicaciones personales sobre la Micromorfología y Micromorfometría de suelos. - Curso Micromorfología, Madrid 1971.
- BERGER. W.H. (1974). "Deep-Sea Sedimentation" in BURK and DRAKE editors, of: "The geology of continental margins" Springer-Verlay. pp. 213-241.
- BERGOUGNIOUX, F.M. (1947). Sur la genese des argiles siderolithiques. C.R. Soc. Geol. Fr. 17: 167-168.
- BERMUDEZ POLONIO, J. (1967). Teoría y práctica de la espectroscopía de Rayos-X. Col. Exedra. Ed. Alhambra, S.A. 267 p.. Madrid, Buenos Aires, México.

- BERMUDEZ POLONIO, J. (1974): Difraccion de Rayos-X en --  
polvos policristalinos. Cámaras de polvo. Par-  
te I. Vol. 8, nº 3. Jul/Sept. 1974 PHILIPS. --  
pp. 21-28.
- BEUTELSPACHER, H. y FIEDLER, E. (1964). Einfluss der Vor-  
behandlung des bodens auf die ergebnisse der  
tonmineralanalyse. 8 th Intern. Congr. Soil/  
Science. Bucarest. 3, 1143-1156.
- BISDOM, E.B.A. (1967). Micromorphology of a Weathered gra-  
nite near the Ria de Arosa (NW Spain). Geolo-  
gisch Mineralogist Institute to Leiden (Ho-  
land).
- BLISSENBACH, E. (1954). "Geology of alluvial fans in semi-  
-arid regions". Geol. Soc. Am. Bull. 65, pp.-  
175-190.
- BLOKHUIS, W.A., PAPE, Th. and SLAGER, S. (1968/69). Mor-  
-phology and distribution of pedogenic carbona-  
te in some Vertisols of the Sudan. Geoderma, 2  
p. 173-200.
- BLOKHUIS, W.A., SLAGER, S. y VAN SCHAGEN, R.H. (1969). -  
Plasmic fabrics of two Sudan Vertisols. Geo-  
-derma, 4, p. 127-137. Pub. 1970.
- BLOOMFIELD, C. (1963). Mobilization phenomena in soils. -  
Rep. Rothamsted-Exp. Sta., p. 226-239.
- BLUMENTHAL, M. (1927 a). "Versuch einer tektonischen glie-  
-derung der Betischen Cordilleren von central-  
und Sud west-Andalusien". Ecl. Geol. Helve- -  
-tia 20, T.XX. p. 487-552.
- BLUMENTHAL, M. (1931). "Géologie des chaînes pénibétiques  
et subbétiques entre Antequera et Loja, et -  
-les zones limitrophes (Andalousie)" Bull. Soc.  
Geol. de France (5), I, núm. 1, p. 23-94.
- BLUMENTHAL, M. (1949). "Las Unidades Estructurales de las  
cordilleras Béticas. Con notas de E. Alastrue"  
Bol. I.G.M.E., T.LXII.
- BOERSMA, J.R. (1970). "Distinguishing features of wave-ri-  
-pple cross-stratification and morphology" Doc-  
-toral Thesis, University of Utrecht. 65 p. --

- BONIFAS, M. (1959). Contribution à l'étude géochimique de l'altération lateritique. Mem. Carte Geol. Alsace et Lorraine. Univ. Strasbourgo. 17. - 159 p.
- BORST, R.L. y KELLER, W.D. (1969). Scanning Electron Micrographs of API Reference clay minerals and other selected samples. I.C.C. Tokyo. pp. 871-902.
- BORST, R.L. (1972). Authigenic kaolinite crystals with microfossils of the Danian Limestone, North-Sea. Kaolin symp. I.C.C Madrid (1972). pp.41-48.
- BOTTNER, P. et LOSSAINT, P. (1967). Etat de nos connaissances sur les sols rouges du Bassin Méditerranéen. Sc. du Soil. I, p. 49.
- BOULAINÉ, J. (1966). Sur les facteurs climatiques de la genèse des sols rouges. Conf. de Suelos Méditerranéens, Madrid (1966). pp. 281.
- BOUMA, A.H., BROUWER, A. eds. (1964). "Turbidites". Developments in Sedimentology., vol. 3, 364 p. Elsevier: Amsterdam.
- BOUMA, A.H., (1969). Methods for the study of sedimentary structures. Wiley-Interscience John-Wiley & Sons, New-York, London, Sydney, Toronto. XVI. 458 p.
- BOUMA, A.H. (1969). Microstructure and stability of two sandy loam soils with different soil management. Agricultural Research Reports. 724, p. 110.
- BRADLEY, W.F. (1945). Diagnostic criteria for clay minerals Amer. Miner. 30: p. 704-713.
- BRADLEY, W.F. (1950). The alternating layer sequence of Rectorite. Amer. Miner. 35: 590-595.
- BRAMAO, L., CADY, I.G., HENDRICKS, S.B., y SWERDLOW, M. (1952). Characterization of kaolin minerals. Soil Scien. 73,p.273-287

- BREZINA, J. (1969). Granulometer-A sediment analyzer directly writing grain size distribution curves. *Journ.Sedim. Petrol.* vol. 39, n<sup>o</sup> 4, p. 1627--1631.
- BREWER, R. (1956 a). A petrographic study of two soils in relation to their origin and classification. *J. Soil, Sci.*, 7, p. 268-279.
- BREWER, R. (1956 b). Optically oriented clay in thin sections of soils. *Trans. Int. Congr. Soil Sci.*, 6 th, Paris, B, p. 21-25.
- BREWER, R. y HALDANE, A.D. (1957). Preliminary experiments in the development of clay orientation in soils. *Soil Sci.*, 84, p. 301-309.
- BREWER, R. (1961). The petrographic approach to the study of soils. *Trans. Int. Congr. Soil Sci.*, 7 th, Madison (Wisconsin), 1, p.1-13.
- BREWER, R. (1964). Classification of plasmic fabrics of soil materials. in "Soil micromorphology" Ed. A. JONGERIUS. p. 95-107.
- BREWER, R. (1964). Fabric and mineral analysis of soils. John Wiley & Sons, Inc. New York. 470 p.
- BREWER, R. (1968). Clay illuviation as a factor in particle-size differentiation in soil profiles. *Trans. Int. Congr. Soil Sci.*, 9 th, Adelaida, 4. p. 489-499.
- BREWER, R., y SLEEMAN, J.R. (1969). "The arrangement of constituents in Quaternary soils" *Soil Sci.*, 107, 435-441.
- BREWER, R., y WALKER, P.H. (1969). Weathering on soil development on a sequence of river terraces. *Aust. J. Soil Res.*, 20, 293-305.
- BREWER, R. (1972). The basis of interpretation of soil micromorphological Data. *Geoderma*, 8: pp. 81--94.
- BRINDLEY, G.W. y ROBINSON, K. (1946-a) Structure of kaolinite. *Min. Mag.* 27: 242-253.



- BRINDLEY, G.W. y ROBINSON, K. (1946 b). Randomnes in the structures of kaolinitic clay minerals. Trns. Faraday. Soc. 42 B: 198-205.
- BRINDLEY, G.W., OUGHTON, B.M. y ROBINSON, K. (1950). Polymorphism of the chlorites. I. Ordered structures. Acta Gerist. 3: 408-416.
- BRINDLEY, G.W. y MAC EWAN, D. (1953). Structural aspects of the mineralogy of clays ceramics. A. Symposium Bristis ceramic. Soc. 1953. 15-59.
- BRINDLEY, G.W. y GILLERY, F.H. (1956). X-Ray identification of chlorite species. Amer. Min. 49: 161-196.
- BRINDLEY, G.W. y NAKAHIRA, . (1958a) Structure of kaolinite. Min. Mag. 31: 781-786.
- BRINDLEY, G.W. (1961). Quantitative analysis of clay mixtures in the X-Ray Identification and crystal structures of clay minerals. G. Brown ed. Mineralogical Society. of: LONDON.
- BRINDLEY, G.W. (1967). Clay mineral nomenclature. Intern. Ser. Monogr. Earth Sci. G. B., 27, p. 437-440.
- BRINDLEY, G.W. et PEDRO, G. (1970). Rapport du Comité International de Nomenclature. A.I.P.E.A. Tokyo 1963. Bull. Gr. Franc. Argilles, 22, p. 1-4.
- BRINDLEY, G.W. et PEDRO, G. (1973). Rapport du Comité International de Nomenclature. A.I.P.E.A. Madrid 1972. Bull. Gr. Franc. Argilles. 25, p. 37-41.
- BRINDLEY, G.W. and PHAM THI HANG. (1972). The hidrous Magnesium-Nickel Silicate minerals (so-called GARNIERITES). I.C.C. Madrid. (1972). Vol. I. Preprints. p. 41-50.
- BRINKMAN, R., JONGMANS, A.G., MIEDEMA, R. y MAASKANT, P. (1973). Clay decomposition in Seasonally Wet, Acid Soils: Micromorphological, chemical and mineralogical Evidence from individual Argillans. Geoderma, 10(1973): pp. 259-270.

- BROWN, B.E. y JACKSON, M.L. (1958). Clay mineral distribution in soils of Northern Wisconsin Natl. - - Acad. Sci. Publ. 566: p. 213-226.
- BROWN, G. (1961). The X-Ray identification and crystal - structures of clay minerals. Mineralogical Society (Clay minerals group). LONDON 1961. - - 544 p.
- BUERGER, MARTIN J. (1960-1967). Crystal-Structure Analysis John-Wiley-London (1967).
- BUERGER, MAC GILLAPRY, HENRY, LONSDALE, RIECK, (1968). In--ternational Tables for X-Ray Crystallography. The international Union of Crÿstallography by The KYNOCH PRESS. Birgimigan (England). Vol. I, II, and III.
- BURK y DRAKE (edits) .(1974) The geology of continental - margins. Sringler Verlag.
- BURKE, K, and FREEETH, S.J. (1969). A rapid method for -- the determination of shape, sphericity, and - size of gravel fragments. Journ.Sedim. Petrol. Vol. 39, 2, p. 797-798.
- BURNHAM, C.P. (1970). The micromorphology of Argilaceous-Sediments , in "Micromorphological techniques and applications. Techn. monogr. nª 2. Agri--cultural Research Council Harpenden. England-(1970).
- CABALLERO, A. (1972). Estudio mineralógico y genético de la fracción fina del Trias Español. Tesis doctoral. Universidad de Madrid.
- CABALLERO, A. y LOPEZ AGUAYO, F.(1972). Ambientes genéticos de los minerales de la arcilla en cuencas sedimentarias triásicas y Wealdenses Españoo--las. VI Reunión Nac. Grupo Español de Sedimentología. GRANADA.
- CABALLERO, M.A. y MARTIN VIVALDI, J.L. (1972). Distribu--tion of clay minerals in the Spanish Triassic sedimentary Basins. Intern. Clay Conf. Madrid p. 259-268.

- CABALLERO, A. y MARTIN VIVALDI, J.L. (1975). Estudio mineralógico y genético de la fracción fina del Trias Español. Mem. I.G.M.E., T.87, 279 p.
- CABALLERO, M.A. y RUIZ CRUZ, M<sup>a</sup> D. (1975). Estudio mineralógico de sedimentos triásicos en el sector occidental de la cordillera Ibérica. B.G.M. - Tomo 86. Fasc. 1. pp. 72-81.
- CAILLERE, S., HENIN, S, y POBEGUIN, T. (1962). Presence d'un nouveau type de chlorite dans les "bauxites" de Saint-Paul-de-Fenouillet, Pyrennees Orientales. C.R.Acad. Science. Fr. 254: 1657-1659.
- CAILLERE, S.y HENIN, S. (1963). Minéralogie des argiles.- Masson et Cie., edit. Paris. 355 p..
- CAILLEUX, A. (1942). Tes actions éoliens périglaciares en Europe. Mém. Soc. Géol. France 46, pp. 1-176.
- CAILLEUX, A. (1943) . "Distinction des sables marins et fluviatiles". 13, pp. 125-138. Bull. Soc. - - Géol. France.
- CAILLEUX, A. (1945). "Distinction des galets marins et fluviatiles". Bull. Soc. Géol. France. 15, : 375-404.
- CAILLEUX, A. (1947). Granulométrie des formations à galets. Sess. Extraord. Soc. Belg. Soc. Géol. - 1947, p. 91-114.
- CAILLEUX, A. y SCHNEIDER, H.E., (1968). L'usage des sables vue an microscope électronique à balayage. Sci. Progr. 3.395. p. 92-94.
- CALDERON, S. (1893). "Movimientos pliocénicos y postpliocénicos en el Valle del Guadalquivir". An. -- Soc. Esp. Hist. Nat., Serie 2, T.XXII.
- CALDERON, S. (1910). Los minerales de España. Junta Ampl. Est. e Invest. Cien. Madrid.
- CALVET, R. (1973). Hydratation de la montmorillonite et diffusion des cations compensateurs. (I). - - Annales Agronom. Vol. 24. 1. pp. 77-133.

- CANTOS FIGUEROLA, J. (1945). "Investigaciones sísmicas en la Cuenca del Viar (Sevilla)" Rev. Geog., T.-IV, pp. 480-489.
- CAPDEVILA, R, MATTE, P. y PAREDES, I, (1971). "La nature du Precambrien et ses relations avec le Paléozoïque dans la Sierra Morena Central. (Sud. de l'Espagne)" C.R. Acad. SC. Paris, 237.
- CARANDELL, J. (1925). "Las terrazas cuaternarias del Guadalquivir". Rev. Ibérica. n<sup>o</sup> 604, 28-XI-1925.
- CARBONEL, T.F.A. (1926) "La línea tectónica del Guadalquivir" XIV Congres. Geol. Intern. Madrid 1926.
- CARBONEL, T.F.A. (1926) "Notas explicativas de la geología de las inmediaciones de Córdoba". Bol. R. Acad. Cienc. Córdoba. año V, n<sup>o</sup> 16, 1926.
- CARBONEL, T.F.A. (1926) "Nota sobre los depósitos de foraminíferos terciarios de Córdoba" Bol. I.G.M.E. T.XLVII, VII 3<sup>a</sup> ser. 1926.
- CARBONEL, T.F.A. (1926). "Aplicación del estudio petrográfico de algunos materiales de la provincia de Córdoba a la interpretación de la línea tectónica del Guadalquivir". B.I.G., T.XLVII, VII, 3<sup>a</sup> ser.
- CARBONEL, T.F.A. (1927) "Contribución al estudio de la geología y de la tectónica andaluza". Bol. I.G.M.E., T.49, pp. 81-2115.
- CARBONEL, T.F.A. (1927). "Terrazas cuaternarias del Guadalquivir. Sección Cuesta del Espino, Guadalcazar, Almodóvar del Rio, (prov. de Córdoba)" - Rev. Min. 1927.
- CARROLL, DOROTHY, (1969). Chlorite in Central North Pacific Ocean Sediments. I.C.C. Jap. pp. 335-338.
- CARVER, ROBERT E. (edited) (1971). Procedures in sedimentary petrology. Wiley-Interscience. John Wiley-New York.

- CASTELLO MONTORI, R. y RAMIREZ COPEIRO, J. (1975). Hoja - geológica n<sup>o</sup> 922, Santa María de Trassierra - (Córdoba), E. 1:50.000. I.G.M.E.
- C.E.B.A.C. e I.N.E.A. (C.S.I.C.) (1963). Estudio Agrobiológico de la provincia de Cádiz. I.N.E.A. del CSIC. Cortijo de Cuarto (Sevilla). Public. -- Patr. Reac. Prov. 1963.
- C.E.B.A.C. e I.N.E.A. (C.S.I.C.) (1975). Estudio Agrobiológico de la provincia de Sevilla.
- CERNESCU, N.C. (1934). Facteurs de climat et zones de sol en Roumanie. Inst. Geol. al Romaniei. Stad. - Techn. Si econ. Ser. C., n<sup>o</sup> 2.
- CHASSIN, P. (1973). Etude de l'hydratation de la Montmorillonite Calcique en présence d'Ethylène-Glycol. Ann. Agron., 24 (4), pp. 425-436.
- CHESWORTH, W, (1973). The parent rock effect in the genesis of soil. Geoderma. Vol. 10, n<sup>o</sup> 3, pp. 215-225.
- CHILINGAR, G.V., BISSELL, H.J. y FAIRBRIDGE, R.W. (1967). Carbonate rocks. Elsevier Publishing Co. Amsterdam. 1967.
- CHILINGAR, G.V. RIEKE, H.H., GHOSE, S.K., FAHHAD, S.A., y CHILINGAR, G.V. (1969). Some data on Compressibility of various clays. I.C.C. Japón. pp. 817-828.
- CHRETIEN, J. (and LAVIELLE. G.) (1971). Essai de Caractérisation des sables en tant que esquelette minéral du sol. Ann. Agronom. Vol. 22. n<sup>o</sup> 6. -- pp. 615-654.
- CHUKHROV, F.V., ZVYAGIN, B.B., ERMILOVA, L.P., GORSHKOV - A.I. y RUDNITSKAYA, E.S. (1969). The relation between Chrysocolla, Medmontite and Copper-Halloysite. I.C.C. Japón. Vol. 1. pp. 141-150.
- CLEMENTE, L., PANEQUE, G. (1974), "Propiedades, génesis y Clasificación de suelos de terrazas del Valle del Guadalquivir III": Anal. Edaf. y Agr. - - XXXIII, pp. 241-258.

- COLE, W.F. (1969). Interstratified minerals of Australia.- I.C.C. Japón. pp. 215-223.
- COLEMAN, J.M. (1969). "Brahmaputra River: Chanel process and sedimentation". Sediment. Geol. 3, pp. 129-239.
- COLEMAN, N.T. (1962). Decomposition of clay and the fate of aluminium. Econ. Geol., 57, 1207.
- CONINCK, F. DE y LARVELLE, J. (1964). Soil development in sandy materials of the Belgian Campine. In -- soil micromorphology- ed. A. JOGERIUS. p. 169-188.
- CONYBEARE, C.E.B. y CROOK, K.A.W. (1968). Manual of sedimentary structures. p. 327. Bureau of mineral resources, geology and geophysics, Canberra - A.C.T., Bull. No. 102.
- CORREIA SIMÕES LIMA, L.M. Univers. Coimbra (1971). Distribuição dos minerais argilosos na plataforma -- continental entre os cabos Espichel e Raso. - 1er C.H.I.L.H.G.E. Sec. 6, (Port), p- 6-5 , p. 253-272.
- CRUZ, M., JACOBS, H. y FRIPIAT, J.J. (1972/73). (The nature of the cohesion Energy in kaolin minerals). The nature of the interlayer bonding in Kaolin minerals. I.C.C. Madrid (1972/73), proc.- p. 35-46.
- CRUZ-SAN JULIAN, J. (1972). Posición tectónica del Trias de Antequera en la transversal de Ronda. Cuad. Geol. 3-2 y 3: p. 165-179.
- CULLITY, B.D. (1967). Elements of X-Ray Diffraction. Addison-Wesley Public. Comp.
- DABRIO, C.J., GARCIA-YEBRA, R., GONZALEZ-DONOSO, J.M. y VERA, J.A. (1972). Turbiditas asociadas a evaporitas (Mioceno, La Malá, Depresión de Granada). Cuad. Geol., 3. 2-3: p. 139-164.
- DANA, J.D. (1944-1962). The System of mineralogy, 7 th. - ed., 3 vols., Wiley, New York.

- DANIELS, GAMBLE y CADY (1971). The relation Between geomorphology and soil morphology and genesis.- Advances in Agronomy. Vol. 23-1971, pp. 51--89.
- DAVIS (1972). Principes of oceanography. Addison.
- DEER, HOWIE and ZUSSMAN (1967). Rock forming minerals. - Tomes I, II, III, IV, and V, William Clowes and Sons. London.
- DEKEYSER, W.C and HOEBEKE, F. (1955). Les minéraux mica-cés argilleux et leur détermination. IRSIA, Gand. 14, 162 p.
- DELAS, J. (1971). Evolution des propriétés d'un sol sableux sous l'influence d'apports massifs et répétés de matières organiques de différents origines. Ann. Agronom. Vol. 22, 3, pp. - - 585.
- DELGADO R, M. (1953 y 1956). Yacimientos de serpentina en Andalucía I y II, Anal Edaf. Vol 12, p. 19 y Vol. 12, p. 325.
- DELGADO R, M. (1973-74). Curso sobre "Edafología y -- Fertilidad: El suelo y sus constituyentes; -- tipos de suelos y macronutrientes". En el XI Curso Internacional de Edafología y Biología Vegetal. E. Exp. Zaidin. Granada 1974.
- DIJKERMAN, J.C. (1974). Pedology as a Science: The role of Data, Models and theories in the study of natural soil systems. Geoderma, 11(1974): -- pp. 73-93.
- DJALMA GUIMARÃES (1971). Considerações sobre a gênese -- dos ortopiroxênios. 1<sup>er</sup> C.H.I.L.A.G.E. Sec.- 6, (B-6-2 = B-4-3), p. 399-412.
- DOKUCHAIEV, V.V. (1886). "Materials for the evaluation of the Lands of the Nizhny-Novgorod Govern-- ment". Collected works, 4, Acad. Sci. Moscow 1950.
- DONOVAN edit. (1968). Geology of shelf sea. Oliver and - Boyd.

- DORRONSORO, C. (1969). Estudio mineralógico del Trias - Germánico Andaluz. Tesis licenciatura. No public. (Inédito) . 268 p.
- DORRONSORO, C. (1971). Empleo del microcopio petrográfico para la observación y microfotografía de objetos tridimensionales. Anales Edaf. y Agrob. - T.XXX, nº 9-10. Madrid 1971. pp. 1005-1012.
- DRAIN, M., LHENAFF, R. y VANNEY, J.P. (1971). Le bas Guadalquivir. Introduction géographique. Publié-avec le concours du C.N.R.S. Publications de la Casa Velázquez, Serie "Recherches en Sciences Sociales". Fasc. I. ed. E. de Boccard. Paris.
- DRITS, V.A. (1969). Some general remarks on structure of trioctahedral micas. I.C.C. Tokyo(Japón). pp. 51-59.
- DRITS, V.A., MURAVYOV, V.I. and SHUTOV, V.D. (1970). "New aspects of the optical study of layer silicates". Sedimen. 15, p. 179-197.
- DUCHAUFOUR, P. (1970). Précis de Pédologie. (3<sup>ème</sup> ed.).- p. 481. Masson (edit) el Cie. Paris 1970.
- DUNOYER DE SEGONZAC, GILBERT. (1969). Les minéraux argilleux dans la diagenèse: Passage au métamorphisme. Memoires du service de la Carte géologique D'Alsace et de Lorraine. nº 29. p. 320. Strasbourg Université 1969.
- DUNOYER DE SEGONZAC, GILBERT (1970). The transformation of clay minerals during diagenesis and low-grade metamorphism : a review. Sedimentology, 15, p. 281-346.
- DUPLAIX, S. (1958). "Determination microscopique des minéraux des sables" Lib. Polyt. Ch. Bèrauger. Paris.
- DURAND, R. DUTIL, P. (1971). Premiers résultats sur l'alteration expérimentale de roches calcaires et dolomitiques. Ann. Agronom. (1971). Vol. 22,-3. pp. 397-424.



- EDIL, T.B. y KRIZER, R.J. (1972/73). Effects of lattice - disorder on the quantitative determination of kaolinite by X-Ray Diffraction. I.C.C. Madrid pp. 827-835.
- ENOS, P. (1969). Anatomy of a flysch. Journ. Sedimentary-Petrology, Vol. 39, n<sup>o</sup> 2. p. 680-723.
- EROSHCHEV-SHAK, V.A. (1970). Mixed-layer biotite-chlorite formed in the course of local epigenesis in - the weathering of a biotite gneiss. Sedimentology, 15, p. 115-121.
- ESQUEVIN, J. (1969). Influence de la composition chimique de illites sur leur cristallinité. Bull. Centre. Rech. Pau, S.N.P.A. 3, p. 147-154.
- ESWARAN, H. and SYS, C. (1972/73). Clay mineralogy of - - soils on ultrabasic rocks from Sabah, Borneo. I.C.C. Madrid. pp. 215-226.
- EWING, M. ERICSON, D.B. y HEEZEN, B.C. (1958). Sediments- and topography of the gulf of Mexico. Bull. - Am. Assoc. Petrol. Geologist, 42, pp. 995- -- -1063.
- FABRIES, J. (1963). "Les formations cristallines et metamorphiques du Nord-Est. de la province de Seville (Espagne)" Theses presentées a la Faculté des sciences de L'Université de Nancy.
- FALLOT, P. (1948). Les Cordilleres Bétiques. Rev. Est. -- Geol. n<sup>o</sup> 8. Madrid.
- F.A.O. (1960). Clave para la descripción de perfiles de - suelos.
- FAVROT, J.C., LEGROS, J-P. y DU PUS, M. (1973). Contribution a l'étude des sols de la nappe detritique Bourbonnaise. Ann. Agronom. Vol. 24, n<sup>o</sup> 1. pp. 33-62.
- FEBREL MOLINERO, T, y SAENZ SANTAMARIA, J. (1964). "El Devoniano del Sur del Batolito de los Pedroches en las provincias de Córdoba y Badajoz" Not.- y com. I.G.M.E., n<sup>o</sup> 73, pp. 51-60.

- FEDOROFF, N. (1968). Genese et morphologie de sols à horizon B textural en France Atlantique. Lab. de Geol. Pédol. ENSA de GRIGNON (1968). Bol. Ass. Fran. pour Est. du sol.
- FEDOROFF, N. (1970). Les depots de particules migrant en suspension a travers les sols. Lab. Geol. Pédol. ENSA, Grignon, 20 p.
- FEDOROFF, N. (1974). Les transports de particules solides dans les sols sur les granites. Trans. of the 10 th. Int. Congress of soil Sci., Moscow, VI, (I), 219-225.
- FELGUEROSO, C y COMA, J. (1964). "Estudio geológico de la zona sur de la provincia de Córdoba. Bol. I.-G.M.E., T. 75, pp. 115-205.
- FERNANDEZ TAPIA, M<sup>a</sup> T. (1972). Estudio mineralógico de los suelos de la huerta de Murcia. (Tesis - - Doct.). U. Murcia.
- FIES, J.C. (1971). Recherched'une interpretation textural de la porosité des soils. Ann. Agronom. (1971) vol. 22, n<sup>o</sup> 6, pp. 655-685.
- "FINA IBERICA"-I.G.M.E. (1974). Hoja n<sup>o</sup>907, Villacarrillo (Jaén).
- FITZPATRICK, E.A. (1971). Pedology. A systematic approach to soil science. Oliver & Boyd. 306 p.
- FONTBOTE, J.M. (1965). "Las cordilleras Béticas". En Mapa geológico de España y Portugal, E. 1:250.000. Ed. Paraninfo y I.G.M.E. Madrid 1965.
- FONTBOTE + I.G.M.E. (1971). Mapa geológico de España. E.-1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Hoja de Córdoba n<sup>o</sup> 76. Memoria de J.M. -- FONTBOTE.
- FOLK, R.L., y WARD, W., (1957). Brazos River bar: A study in the significance of grain size parameters. Journ. Sediment. Petrol. 27, p. 3-26.

- FOLK, R.L. (1966). A review of grain-size parameters. *Sedimentology* 6, p. 73-93.
- FOLK, R.L. (1968). "Bimodal supermature sandstones: Product of the desert floor". Intern. Geol. Congress, 23 rd session 8, pp. 9-32.
- FORCE, L.M. (1969). "Calcium carbonate size distribution on the West Florida Shelf and experimental studies on the microarchitectural control of skeletal breakdown. *Journ. Sedim. Petrol.* - - Vol. 39, n<sup>o</sup> 3. p. 902-934.
- FOSTER, M.D. (1960). Interpretation of the composition of trioctahedral micas. U.S. Geol. Survey. *Prof. Paper*, 354 B, 49 p.
- FOUCAULT, A. (1971). "Etude géologique des environs des sources du Guadalquivir". Thèse Univ. Paris, - 633 p.
- FRANK-KAMENETSKY, V.A. (1958). The investigation of clay by X-Rays. In the investigation and utilisation of clays. Lvov Univ. p. 713-726.
- FRANK-KAMENETSKY, V.A., KOTOV, N., GOILO, E. y KLOTCHKOVA, G. (1972/73). Some aspects of structural transformations of clay minerals under hydrothermal conditions. I.C.C. Madrid (1972/73). - pp. 303-312.
- FRANKLIN, J.A. (1969). Rock impregnation trials using monomers, epoxide, and unsaturated polyester resins. *Journ. Sedim. Petrol.* vol. 39, n<sup>o</sup> 3. p. 1251-1253.
- FRICKE, W. (1962). "Die geologie des Grenzgebietes zwischen nordöstliches Sierra Morena und Extremadura". *Zeitsch deutsch Geol. Ges.* Band, 103-- -136-138.
- FRIPIAT, J.J. (1972/73). Propriétés des surface des Argilles. Chairman's Introduction. I.C.C. Madrid. - pp. 499-507.
- GALAN HUERTOS, E. (1972). Caolines españoles. Geología, mineralogía y génesis. Tesis Doctoral. Univ. de Granada (1972).

- GALAN HUERTOS, E. y MARTIN VIVALDI, J.L. (1972/73). Genetic classification of the spanish kaolin deposits and their typology. I.C.C. Madrid. pp. 737-748.
- GALEHOUSE, J.S. (1969). Counting grain mounts: Number per centage VS. Number frequency. Notes. Journ. Sedim. Petrol. Vol. 39. n<sup>o</sup> 2, p. 812-815.
- GARCIA-DUEÑAS, V., FONTBOTE, J.M. e I.G.M.E. (1972). Mapa geológico de España. E. 1:200.000. (Síntesis de la cartografía existente): Hoja de Jaén n<sup>o</sup> 77.
- GARCIA-CERVIGON BELLON. (1973). Estudio mineralógico y geoquímico de los productos de alteración de rocas ígneas del NW de la provincia de Murcia (España). Tomo I, y II. Tesis Doctoral. Univ. Granada.
- GARCIA-ROSSELL, L. y ROMAN, M.L. (1970). Nota sobre la microfacies de las unidades alóctonas en un sector del Valle del Guadalquivir. Cuad. de Geol. Univ. Granada, vol. 1, pp. 51-55,
- GARCIA-ROSSELL, L. (1972). "Estudio geológico de la transversal Ubeda-Huelma y sectores adyacentes. -- Cordilleras Béticas (prov. de Jaén)". Tesis - Univ. Granada, 2 vols. 549 p.
- GARRELS, R.M. y CHRIST, C.L. (1965). Solutions, minerals, and equilibria, New York: Harper & Row. 450 - p.
- GAVALA LABORDE, J., RUBIO, E., MILANS DEL BOSCH, J., y -- CARBONELL T-F, A. (1931). "Hoja n<sup>o</sup> 943 (Posadas). Mapa geol. Nac. E.: 1:50.000" I.G.M.E.
- GIBBS, RONALD J. (1965). "Error due to segregation in - quantitative clay mineral X-Ray Diffraction - mounting techniques". The Am. Mineralogist. - vol. 50, p. 741-751.
- GIESEKING, JOHN E. (1975). Soil components. Vol. 2. Inorganic components. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1975.
- GLINKA, K.D. (1927). Los grandes grupos de suelos del mundo y su desarrollo. (Trad del alemán, o del - translated ingles). ≈235 p.

- GONZALEZ GARCIA, F. y PEREZ RODRIGUEZ, J.L. (1970) "Constitución y propiedades fisicoquímicas de las arcillas de Suelos del Valle del Guadalquivir." I: "Tierras negras andaluzas, (vertisue los), Rendzinas y suelos pardos-calizos vérticos (Suelos margosos béticos)." T.XXIX, n<sup>o</sup> 11-12, pp. 791-820.
- GONZALEZ GARCIA, F. y PEREZ RODRIGUEZ, J.L. (1970). "Constitución y propiedades fisicoquímicas de las arcillas de suelos del Valle del Guadalquivir" II: "Suelos rojos mediterráneos." T.XXIX. n<sup>o</sup> 11-12, pp. 821-838.
- GONZALEZ GARCIA, F. y PEREZ RODRIGUEZ, J.L. (1971). "Constitución y propiedades fisicoquímicas de las arcillas de suelos del Valle del Guadalquivir. III: "Suelos poco evolucionados (suelos de Vega), suelos salinos y suelos pardos hidromorfos con pseudogley". T.XXX, n<sup>o</sup> 1-2, pp. 57-74.
- GONZALEZ GARCIA, S. (1974). Curso sobre "Edafología y fertilidad: La fracción fina del suelo, su origen, constitución y propiedades fisicoquímicas". En el XI Curso Internacional de Edafología y Biología Vegetal. Est. experimental del Zaidín. Granada 1974.
- GONZALEZ MARTINEZ, J. FENOLL HACH-ALI, P. y MARTIN VIVALDI, J.L. (1970). Estudio mineralógico de niveles arcillosos del Trias Alpujarride. Bol. Geol. Min. T.LXXXI-VI (1970), pp. 620-629.
- GORBUNOV, N.I. (1961). Movement of colloidal and clay particles in soils. Soviet soil Sci., - - - 712-724.
- GRADUSOV, B.P. (1974). A tentative study of clay mineral distribution in soil of the World. (Moscow, U.S.S.R.) Geoderma, vol. 12, n<sup>o</sup> 1/2, pp. 49-56.
- GRAY, N.H. (1969). Grain size-frequency distributions -- from thin-section data. (Notes): Journ. Sediment. Petrol. vol. 39, n<sup>o</sup> 4, p. 1598-1599.
- GREEN, PATRICIA. (1974). Recognition of sedimentary characteristics in soils by size-shape analysis. Geoderma, vol. 11, n<sup>o</sup> 3 (1974). pp. 181-193.

- GREENLAND, D.J. y WILKINSON, G.K. (1969). Use of electron microscopy of carbon replicas and selective - dissolution analysis in the study of the surface morphology of clay particles from soils. I.C.C. Tokyo. pp. 861-870.
- GRIM, R.E. (1953). Clay mineralogy. McGraw-Hill, New-York, 384 p.
- GRIM, RALPH E. (1962). Applied clay mineralogy.. Intern. - Series in Earth sciences. McGraw-Hill B.C. -- Inc. New York 1962.
- GRIM, RALPH E. (1968). Clay mineralogy, 2<sup>a</sup> Ed. McGraw- - Hill Book Company, New York.
- GROSSE, G, BRAUCKMANN und PUFFE, D. (1964). Untersuchun-- gen an torf-dünnschnitten aus einem moorpro-- fil vom Teufelsmoor bei Bremen. In soil micro morphology, ed. JONGERIUS, A. p. 83-93.
- GROTH, J. (1911). "Sur le primaire de la Sierra Morena" C. R. Seances Acad. Sc., T. 151-1, pp. 231-232.
- GROTH, J. (1914). "La tectonique de la Sierra Morena" C.- R. Acad. Sc., T.158.
- GROTH, J. (1913-14). "Sur la bordure meridionale de la Me seta Iberique" Compt. Rendus. Acad. Sc. Paris 1913-14.
- GRUNER, J.W. (1934). The structures of vermiculites and - their collapse by dehydration. Amer. Min. - 19, pp. 557-575.
- GUENNELON, R. (1962). Clays of the mormoiron basin (vau-- cluse), and ancient pedological processes. -- Ann. Agronom. (1972). Vol. 26 S.F. n<sup>o</sup> 13, pp. 363-372. Paris.

- HAAS, W.F. (1929). "Formation of clay balls" Journ. Geol. Vol. 35, p. 150-157.
- HAILS, J.R. y HOYT, J.H. (1969). "The significance and limitations of statistical parameters for distinguishing ancient and modern sedimentary environments of the Lower Georgia Coastal plain" Journ. Sedim. Petrol. Vol.39 (1969). n<sup>o</sup> 2. p. 559-580.
- HANS KRUMM (1969). "A scheme of clay mineral stability in sediments, based on clay mineral distribution in Triassic sediments of Europe" I.C.C. Japón pp. 313-324.
- HEINRICH, E.W.M. (1960). " Petrografía microscópica" Ed.-Omega. S.A. 320 p.
- HENDRICKS, S.B. (1929). "X-Ray Diffraction from crystalline aggregates" Zeit. Krist. 71, p. 269-273.
- HENDRICKS, S.B. (1942). "Lattice structure of clay minerals and some properties of clays." J. Geol.-50, 276-290.
- HENIN, S. (1956). "Classification des minéraux argileux". Bull. Gr. Franc. Argiles, 8, 29-35.
- HERNANDO LUNA, R. (1970). "Bibliografía geológico-minera de la provincia de Córdoba. Mem. I.G.M.E. T.-74, p. 1-258.
- HOWARD, J.D. and LOHRENGEL, C.F, II, (1969). "Large non-tectonic deformational structures from Upper Cretaceous Rocks of Utah". Journ. Sediment. - Petrol. vol. 39, 3, p. 1032-1039.
- HUERTAS, F., LINARES, J, y MARTIN VIVALDI, J.L. (1974). - "Minerales fibrosos de la arcilla en cuencas sedimentarias españolas. II: cuencas del Guadalquivir, Ebro y Depresión de Granada. III: consideraciones genéticas." Est. Geol. vol. XXX, homenaje prof. M. Vivaldi. pp. 353-366.
- IGLESIA E.A, F.A. y MARTIN VIVALDI, J.L. (1972/73). "A contribution to the synthesis of kaolinite". I.-C.C. Madrid. pp. 173-185, (V.I: 227-240).

- I.G.M.E. (1955). "Investigaciones gravimétricas en Carmona (Sevilla)" Not. y Com. n<sup>o</sup> 35, pp. 99-120.
- I.G.M.E. (1970). "Memoria geológica del Norte de la provincia de Córdoba." División de minería. (Inédito).
- I.N.E.A. (C.S.I.C.) (1968). "Mapa de suelos de España" E. 1:1.000.000. (Dirijido por A. Guerra Delgado)
- INNES, R.P. and PLUTH, D.J. (1970). "Thin section preparation using an epoxy impregnation for petrographic and electron microprobe analysis". Soil - Sci. Soc. Amer. Proc. Vol. 34. (1970).
- JACKSON, M.L., TYLER, S.A., WILLIS, A.L. y BOURBEAU, G.A. (1948). "Weathering sequences of clay-size minerals in soils and sediments." I: Fundamental generalisation. J. Phys Colloid Chem. 52. p. 1237-1260.
- JACKSON, M.L., WHITTING, L.D., VAN DEN HEUVEL, R.C., KAUFMAN, A., and BROWN, B.E., (1954). "Some analysis of soil montmorin, vermiculite, mica, - chlorite and interstratified layer silicates" Clays Clay Min. Natl. Acad. Sci. Natl. Res. - Council Pub. 327. Wash. D.C., 218-240.
- JASMUND, K. (1955). "Die silicatischen tonminerale" Monograp. zu... S. Verlag chemie, Gmbh, Weinheim, 190 p.
- JENNY, H. (1941). "Factors of soil formation". McGraw-- Hill, New York, N.Y., 281 p.
- JINDRICH, V (1969). "Recent carbonate sedimentation by tidal channels in the lower Florida keys." Jour. Sedimen. Petrol. 39, n<sup>o</sup> 2, p. 531-553.
- JOHNSON, K, G. and FRIEDMAN, G.M. (1969). "The tully clastic correlatives (Upper Devonian) of New York State: A model for recognition of alluvial, - dune (?), tidal, nearshore (bar and lagoon), - and offshore sedimentary environments in a -- tectonic delta complex". Journ. Sedim. Petrol. vol. 39, n<sup>o</sup> 2. p. 451-485.
- JONGERIUS, A, editor. (1964). "Soil micromorphology" Elsevier. p. 540. Amsterdam 1964.



- JONES, T.A. (1969). "Skewness and kurtosis as criteria of normality in observed frequency distributions" Journ. Sedim. Petrol. vol. 39, n<sup>o</sup> 4, (notes): p. 1622-1627.
- JULIVERT y FONTBOTE, J.M., con RIBEIRO y CONDE. (I.G.M.E) (1972-1974). "Mapa tectónico de la península-Ibérica y Baleares". Memoria de Julivert, - - Fontbote, Ribeiro, y Conde del 1974. Mapa del 1972.
- KARPACHEVSKY, L.O. (1960). "Micromorphological study of leaching and podzolization of soil in a forest". Soviet Soil Sci., 1960, 493-500.
- KELLER, W.D. (1957). "Principles of chemical weathering". Lucas Bros Pub. Columbia, Mo, III.
- KELLER, W.D. (1964). "Processes of origin and alteration of clay minerals". Soil Clay mineralogy, A -- Sympos. Chapell Hill Univ. N. Carolina. Press 3-76.
- KERR, P.F. Ph.D. (1965). "Mineralogía óptica" Traducción de la 3<sup>a</sup> ed. ingl. McGraw-Hill, (1969); ed. - Castillo. Madrid.
- KLEIN, G de VRIES, (1962). "Sedimentary structures in the keuper marl (Upper Triassic)" Gel. Mag. 99. - p. 137-144.
- KLEIN, G. de VRIES, (1965). "Diverse origins of graded bedding." Geol. Soc. Am. Spec. Papers. 82, p. 1-112.
- KOCKEL, F. (1967). "Fazies und tectonik im Miozän am S. - Rand del Sierra Morena Zwischen K Lora del - Rio (Sevilla) und Posadas 8 (Córdoba)" Gel. - Rundts. B. 56, H. 3, pp. 784-791.
- KOMORNIK, A, ROHRLICH, V. and WISEMAN, G. (1970). "Overconsolidation by desiccation of coastal Late-Quaternary clays in Israel". Sediment. 14, p. 125-140.
- KONTA, J. (1972). "Secondary illite and primary Muscovite in kaolins form karlovy Vary Area, Czechoslovakia". Kaolin Sympos. I.C.C. Madrid 1972. - pp. 143-158.

- KOSSOVSKAYA, A.G. (1969). "Specific features of the alteration of clay minerals under different, facies-climatic conditions". I.C.C. Japon. pp. 339-347.
- KOSSOVSKAYA, A.G. y DRITS, V.A. (1970). "The variability of micaceous minerals in sedimentary rocks".- Sedimentology, 15, p. 83-101.
- KOSSOVSKAYA, A.G. y SHUTOV, V.D. (1970). "Main aspects of the epigenesis problem ". Sedim., 15, p. 11--40.
- KOSTOV IVAN (1957). "Mineralogy". Translation, 1968, Oliver and Boyd. (Translated for Rusiam). 587 p.
- KRAUS, I. y HORVA'TH, I. (1972). To the problem of "Fire-Clay mineral". Kaolin Symp. I.C.C. Madrid. - 1972. pp. 3-16.
- KRUMBEIN, W.C, y PETTIJOHN, F.J. (1938). "Manual of sedimentary petrology" New York: Appleton-Century-Crofts, Inc. 549 p.
- KRUMBEIN, W. C y SLOSS, L.L. (1951-1963) "Stratigraphi -- and sedimentation". Second Ed. (1963). Ed. W. H. FREEMAN AND COMPANY. "S.FCO" and London.- - 660. p.
- KRYNINE, P.D. (1948). "The megascopic study and classification of sedimentary rocks". J. Geol. 56, -- pp. 130-165.
- KÜBIENA, W.L. (1938). "Micropedology". Collegiate Press.- Amer. Iowa, 243 p.
- KÜBIENA, W.L. (1964). "The role and mission of micromorphology and microscopic biology in modern - - soil science". In soil micromorphology, Jonge ruis, A. edit. p. 1-13.
- KÜBIENA, W.L. (1967). "Die mickromorphometrische bodenanalyse". Ferdinand enke Verlag. Stuttgart.
- KUBLER, B. (1961). "Sur quelques interestratifies irreguliers mica-montmorillonite". Bull. Ser. Carte Geol. D'Als. et Lor. Tomo 14, fasc 4, p. 173.

- KUENEN, P.H. (1950). "Marine geology" John Wiley, Ney -- York (1950) & Sons. 568 p.
- KUKAL, Z. (1970). "Geology of recent sediments". Acad. - Praga, 490 p.
- KUZVART, M. y NEUZIL, J. (1972). "Génesis of kaolin -An-example of the deposits in Czechoslovakia".- Kaolin Symp. I.C.C. Madrid, pp. 81-110.
- LAGALY, G. and WEISS, A. (1969). "Determination of the layer charge in mica-type layer silicates. I.C.C. Japón. pp. 61-80.
- LAFEBER, D. (1964). "Soil fabric and soil mechanics". In-soil micromorphology. ed. A. Jongerius. p. -- 351-360.
- LEYMARIE, M.P. (1962). "Discussion de l'erreur commise sur l'évaluation de l'intensité d'une raie de Diffraction de rayons X". Bull. Gr. Franc. Argiles, 13, 29-37.
- LIÑAN, G.E. (1974). Las formaciones cámbricas del norte - de Córdoba". Acta Geol. Hisp. IX, nº 1, p. 15 -20.
- LIÑAN, E. y DABRIO, C.J. (1974). "Litoestratigrafía del - tramo inferior de la formación de Pedroche"-- (Cámbrico inferior). (Córdoba). Acta Geol. - - Hisp. IX, nº 1, p. 21-20.
- LIZAUE, ROLDAN, I, y PRIETO, I, (1956). Hoja nº 965 (Ecija). I.G.M.E. pp. 1-35.
- LIZUR, I de, PRIETO, C. I, (1950) Hoja nº 924. (Bujalance). I.G.M.E.
- LIZUR, I de, PRIETO, D.I (1952) Hoja nº 952 (Castro del-Río). I.G.M.E.

- LODDING WILLIAN (1972). "Diagenesis of macro-kaolinite" .  
Kaolin Symp. I.C.C. Madrid 1972. pp. 49-64.
- LOMBARD, A. (1956). "Geologie sedimentaire, les series ma-  
rines". Liège, Belgien: H. Vaillant-Charmanne  
S.A. 722 p.
- LONSDALE (1948). "Crystals and X-Ray". Bell. London - -  
1948.
- LOPEZ AGUAYO, F. (1972). "Mineralogía de las arcillas de-  
las facies Wealdense española." Tesis Docto--  
ral-1972.
- LOPEZ AGUAYO, F y MARTIN VIVALDI, J.L. (1972/73). "The --  
Spanish Wealdian clay: its geológicoal inte- -  
rest and economical importance. I.C.C. Madrid  
pp. 749-761.
- LOPEZ ONTIVEROS, A. (1973). "Rasgos geomorfológicos de la  
Campaña de Córdoba". Estud. geograf. n<sup>o</sup> 30. -  
pp. 33-94.
- LOPEZ ONTIVEROS, A. (1974). "Emigración, propiedad y pai-  
saje agrario en la Campaña de Córdoba". Ed. -  
Ariel, col. Elcano, 1974.
- LOTZE, F. (1945). "Zur gliederung der Varisziden der Ibe-  
rischen Meseta". Geotekt. Forsch, n<sup>o</sup> 6, pp. -  
78-92.
- LOTZE, F. (1956 b). "Das Präkambrium Spaniens" N. Jb. f.-  
Geol. Paläont. Min., vol. 8, pp. 377-380.
- LOTZE, F. (1961). "Das Kambrium Spaniens". Akad. Wiss. --  
Lit. Mainz., Abh. Nath-Naturw. Kl, año 1961,-  
n<sup>o</sup> 6, pp. 283-498.
- LOUGHNAN, F.C. (1969). "Chemical weathering of the silica  
te minerals". Elsevier -New York 1969.
- LUCAS, J, CAMEZ, T. and MILLOT, G. (1959). "Determination-  
practique aux rayons X des minéraux argileux-  
simples et interstratifiés". Bull. Serv. Car-  
te Geol. Als. Low. 12, 21-33.

- LUCAS, J. (1962). "Remarques sur les minéraux argileux interstratifiés et leur genèse". Coll. Intern. C.N.R.S. 105 "Genèse et synthèse des Argiles" Paris 1961, 177-190.
- LUCAS, J. (1963). "La transformation des minéraux argileux dans la sédimentation. Etudes sur les argiles du Trias". Bull. Mém. Carte Geol. Als.-Lorr., 23, 202 p.
- LUCCHI, F. RICCI, (1970). "Sedimentografia" Atlante fotografico delle strutture primarie dei sedimenti. Bologna: Ed. Zanichelli. 288 p.
- MACEWAN, D.M.C., RUIZ-AMIL, A, and BROWN, G. (1961). "Interstratified clay minerals". Cap. 11. In G.-BROWN, Ed. 1961. pp. 393-445.
- MACEWAN, D.M.C. and RUIZ-AMIL, A. (1975). "Interstratified clay minerals" Cap. 8 in "Soil components, -- vol. 2, inorganic components". Edit. by Giese king, 1975. Springer-verlag. pp. 265-334.
- MACKENZIE, R.C. (1959). "The classification and nomenclature of clay minerals". Clay Min. Bull. 4, 52-66.
- MACKENZIE, R.C. (1967). "Nomenclature, structural properties and composition of clay minerals". Intern. Clay conf. 1966, 2,2.
- MACKENZIE, R.C. (1975). "The classification of soil silicates and oxides". Chapter 1, in soil components, vol 2, by J.E. GLESEKING, 1975, (Springer-verlag). Cap. 1, p. 1-25.
- MAGNE, J. y VIGUIER, C. (1970). "Stratigraphie du Néogène de la Bordure méridionale de la Sierra Morena entre Huelva et Carmona (Espagne du SW)". Bull. de la S.G.F., 7<sup>a</sup> serie, T.XII, pp. 200 a 209.
- MALLADA, L. (1884). "Reconocimiento geológico de la provincia de Jaén". Bol. Com. mapa geol. de España. T. XI, pp. 1-55. 1 mapa.
- MAMY, J. (1972). "Relations entre les états de l'eau adsorbée par les micas alterés et leurs propriétés diélectriques". I.C.C. Madrid. Preprints. Vol. I, pp. 187-196.

- MARSHALL, C.E. (1941). "A petrographic method for the study of soil formation processes". Soil. Sci. - Soc. Am. Proc. 5, p. 100-103.
- MARSHALL, C.E. (1964). "The physical chemistry and mineralogy of soil". Vol I: soil minerals. p. 388. - John Wiley-Sons. New York.
- MARTIN-POZAS, J.M. (1968). "Análisis cuantitativo de Filo silicatos de la arcilla por Difracción de Rayos-X". Tesis Doct. Univ. de Granada.
- MARTIN-VIVALDI, J.L. y MAC EWAN, D. (1960). "Corrensite - and swelling chlorite". Clay Min. Bull. vol.4 nº 4.
- MARTIN-VIVALDI, J.L. y RODRIGUEZ-GALLEGO, M. (1961). "Some problems in the identification of clay minerals in mixtures by X-Ray Diffraction. I. - Chlorite-Kaolinite mixtures". Repr. Clay Minerals Bulls. vol. 4, nº 26, p. 288-292.
- MARTIN-VIVALDI, J.L., RODRIGUEZ-GALLEGO, M. y MARTIN-POZAS, (1969). "Análisis cuantitativo de filossilicatos de la arcilla por Difracción de Rayos-X." II Influencia del catión de cambio sobre la intensidad (001) y el grado de orientación. Anal. R. Soc. Esp. Fis. Quim. B-Quim. T.LXV, 1 pp. 19-23.
- MARTIN-VIVALDI, J.L., POZZUOLI, A, MATTIAS, P. y GALAN-HUERTOS, E. (1972). "The swelling of layer minerals: I-Interaction with DMSO and NMFA."- I.C.C. Madrid 1972. Preprints. Vol II. pp.455-468.
- MARTINE LAGACHE, M<sup>ne</sup>, (1965). "Contribution à l'étude de l'altération des feldspaths, dans l'eau, entre 100 et 200°C, sous diverses pressions de CO<sub>2</sub>, et application à la synthèse des minéraux argileux". Bull. Soc. Franç. Minér. - Crist. LXXXVIII, p. 223-253. Vol. 88.
- MAUGUIN, CH. (1928). "Etude des micas au moyen des rayons -X." Bull. Soc. Fr. Min. Crist. 51, 285-332.
- MCGOWEN, J.H., y GARNER, L.E. (1970). "Physiographic features and stratification types of coarse-grained point bars: modern and ancient examples". Sedimentology, 14, p. 77-111.

- MCNAGUE , J.A. y STARNAUD, R.J. , (1969). "Pedotranslocation: Eluviation-illuviation in soils during the Quaternary". Soil Sci., 107, p. 428-434.
- MELKA, K. y KONTA, J. (1972/73). "X-Ray intensities of muscovite, kaolinite and quartz of various size fractions". I.C.C Madrid. pp. 817-825.
- MERING, J. (1949). "L'interférence des rayons X dans les systèmes a stratification desordonnée". Acta-Cryst. 2, 371-377.
- MERING, J. (1961). "Intervención à propos du problème de l'interstratification". Coll. Intern. C.N.R.-S. "Genèse et synthese des Argilleux", 184 p.
- MERING, J. (1963). "Gonflement, dispersion et hydratation des argiles". Bull. Gr. Franç. Argiles. 14, - 115-123.
- MERMUT, A. y PAPE, TH, (1971). "Micromorphology of two soils from Turkey, with special reference to in situ formation of clay cutans". Geoderma, 5 p. 271-281.
- MEYER, B. und KALK, E. (1964). "Verwitterungs-mikromorphologie der mineral-spezies in Mitteleuropäischen Holozän-Böden aus Pleistozänen und Holozänen Lockersedimenten". In soil Micromorphology, ed. A. JONGERIUS, p. 109-129.
- MIEDEMA, R. y SLAGER, S. (1972). "Micromorphological quantification of clay illuviation". J. Soil Sci. 23, 309-314.
- MILLOT, G. (1949). "Relations entre la constitution et la genèse des roches sedimentaires argileuses".-Thèse Fac. Sci., Nancy, et Géol. Appl. Prosp. Min. 2, 2, 3, 4, 1-352 p.
- MILLOT, G. (1961). "Silicifications et néoformations argileuses: problemes du genèse". Coll. Intern. C.N.R.S. Paris, 105, 167-173.
- MILLOT, G. (1964). "Géologie des argiles". Masson et Cie. edit. Paris. 499 p.

- MILLOT, G., LUCAS, J, and PAQUET, H. (1965). "Evolution géo chimique par dégradation et aggradation des minéraux argileux dans l'hydrosphère". Geol. -- Rundsch., 55, 1-20.
- MILLOT, G. (1967). "Les deux grandes voies de l'évolution des silicates à la surface de l'écorce terrestre". Rev. Questions Sci., Bruxelles, 138, -- 335-358.
- MILLOT, G. (1972/73). Data and tendencies of recent -- years in the field "Genesis and synthesis of clays and clay minerals". Chairman's Introduction. pp. 151-157. I.C.C Madrid.
- MITCHELL, B.D. (1961). "The influence of soil forming factors on clay genesis". Coll. Intern. C.N.R.S. Paris, 105, 139-147.
- MITSUO SATO (1969). "Interstratified structure with reichweite  $g = 2$  and its X-Ray Diffraction pattern". I.C.C. Japón. p. 207-214.
- MIZUTANI, S. (1970). "Silica minerals in the early stage of diagenesis". Sedim. 15, p. 419-436.
- MOITA, M.C, ISABEL, (1971). "Sedimentos de plataforma continental e vertente superior ao largo de Sines. 1<sup>er</sup> C.H.I.L.A.G.E., Sec. 6, (P-6-7), p. - 281-299.
- MONTEALEGRE, C.,L. (1972). "Técnicas de la micromorfología de suelos aplicadas al estudio de horizontes de diagnóstico". Semin. Edafología, E.T.-S.I.A.. Córdoba 1972 (publ. interna).
- MONTEIRO, J.H. y MOITA, ISABEL M.C. (1971). "Morfología e sedimentos da plataforma continental e vertente continental superior ao largo da Península de Setubal". 1<sup>er</sup> C.H.I.L.A.G.E., sec. 6, (P-6-8), p. 301-330).
- MORGAN, J.P. ed. (1970). "Deltaic sedimentation modern -- and ancient". Publish spec. n<sup>o</sup> 54, Soc. Econ. Paleont. and minerlog. of TULSA, Spec. Publis 15, 312 p.



- MOROZOVA, T.D. (1964). "The micromorphological method in Paleopedology and Paleogeography". In soil micromorphology. By A. JONGERIUS edit. p.325-331.
- MONTHERSILL, J.S. (1969). "A grain size analysis of longshore-bars and troughs, Lake Superior, Ontario". Journ. Sedim. Petrol. vol. 39, n<sup>o</sup> 4, p. 1317-1324.
- MÜCHER, H.J., CARBALLAS, T., GUITIAN OJEA, F., JONGERIUS, P.D., KROONENBERG, S.B. and VILLAR, M.C. (1972) "Micromorphological analysis of effects of alternating phases of landscape stability and instability on two soil profiles in Galicia, N. W. Spain". Geoderma, 8, p. 241-266.
- MÜLLER, G. (1971). "Sediments of Lake Constance. Sedimentology Congress. 1971, p. 237-252.
- MURAVYOV, V.I. (1970). "On the identification of montmorillonite minerals in the presence of amorphous materials". Sediment. 15, p. 199-203.
- NAGELSCHMIDT, G. (1937). "X-Ray investigation on clays".- Zeitschr. Krist., 97, p. 514-521.
- NATHAN YAACOV. (1969). "Dehydration of Palygorskites and sepiolites". I.C.C. Japon. pp. 91-98.
- NAVARRO GARCIA, A. (1973). "Génesis y tipos de suelos que se desarrollan sobre las rocas serpentínicas de la tierra de Carratraca (Málaga). Tesis 1973. Univ. Granada.
- NETTLETON, W.D., FLACH, K.W. y BRASHER, B.R. (1969). "Argillic horizons without clay-skins". Soil Sci. Soc. Am. Procc. 33, 121-125.
- NETTLETON, W.D. (1972). "Microfabric characteristics as applied to soil classification". In: Proc. of a Symposium on microfabric of soil and sedimentary deposits. Dept. of Land Resource Sci. University of Guelph, Ontario, Canadá, 201 p.
- NOBLE, F.R., WINDLE, W. and GOLLEY, C.R.L. (1972) "Identification of clay minerals by selected area electron diffraction". I.C.C. Madrid 72/73, p. 773-779 (780).

- NORIYUKI FUJII (1972). "Geneses of the flint clay deposits at the Iwate Mine, Northeast Japan. I.C.C. Madrid 1972. Kaolin symp., pp. 17-30.
- NORRISH, K. (1972/73). "Factors in the weathering of mica to vermiculite". I.C.C. Madrid. (Chairman's Introduction). pp. 417-432.
- NORRISH, K. (1972/73). "Forces between clay particles" I.-C.C. Madrid. (Chairman's Introduction). pp. 375-383.
- OBRADOR, A. (1970). "Estudio estratigráfico y sedimentológico de los materiales miocénicos de la Isla de Menorca". Tesis Doctoral inédita. Fac. - - Cienc. Univ. Barcelona 1970.
- OBRADOR, A. (1971). "Unidades morfológicas de la zona de playa. Aplicación a sedimentos no recientes". - 1er C.H.I.L.A.G.E. Sec. 6, E-6-10, p. 137-143. (Madrid-Lisboa 1971).
- OBRADOR, A. (1970). "Estudio estratigráfico y sedimentológico de los materiales miocénicos de la Isla de Menorca". Acta Geol. Hisp. Vol. nº 1, p. 19-23 (Barcelona 1970).
- OINUMA, K., SHIMODA, S. and SUDO, T. (1972-73). "Triangular diagrams in use of a survey of crystal Chemistry of Chlorites". I.C.C. Madrid 1972. pp. 123-130.
- OLMEDO, J.L. (1971). "Algunos aspectos de la distribución y formas del Hierro en los Suelos". Anales - - Edaf. y Agrobiol. T.XXX nº 5-6, mayo-junio 71. pp. 441-456.
- ORIOLE RIBA, ANDERIU, et Col.-I.G.M.E. (1970). "Mapa litológico de España Peninsular e Insular". Escala.- 1:400.000. I.G.M.E. y I.E.F.V. Madrid.
- OSMOND, D.A. and BULLOCK, P. edit. (1970). "Micromorphological techniques and applications". In Technical Monograph. nº 2. Agricultural Research - - Council. Harpenden-70. Rozans Staile Experimental Station Soil Survey Harpenden-England.

- OTERO PILA (1974). "Estudio micromorfológico de los principales tipos de suelos españoles". Tesis Licenciada. Fc. Farm. Univ. Granada. 115 p.
- PANEQUE, G. y BELLINFANTE, N. (1964). "Mediterranean - - brown forest soils of the Sierra Morena (Spain) their micromorphology and petrography". In -- soil micromorphology. Ed. A. Jongerius. p.189-199.
- PAQUET, H. (1969). "Evolution géochimique des minéraux -- dans les altérations et les sols des climats méditerranéens et tropicaux à saisons contrastées". Thèse Strasbourg, et Mem. Serv. Carte Géol. Als. et Lorr., Strasbourg.
- PAQUET, H. y MILLOT, G. (1972). "Geochemical evolution of clay minerals in the weathered products and soil of Mediterranean climates. I.C.C. Madrid 1973. pp. 199-206.
- PARFENOFF, A., POMEROL, P y TOURENQ, Q. (1970). "Les minéraux en grains. Méthodes d'étude et détermination". Masson et Cie. Paris. 578 p.
- PARFENOVA, I. and YARILOVA, A. (1960). "The problem of -- Lersivage and podzolization". Soviet Soil Sci. 1960, 913-925.
- PARGA, J.R. (1971). "Sobre el límite inferior del Cámbrico y la existencia de Eocámbrico en el macizo Hespérico". Bol. Geol. y Min. 82, pp. 234-238.
- PARGA, J.R. y VEGAS, R. (1972). "Precisiones sobre el Precámbrico y sus relaciones con el Paleozoico -- en la Sierra Morena Central". Est. Geol. vol. 28. pp. 167-172.
- PARRISH, W. and MACK, M. (1963). "Data for X-Ray analysis" 2ª Ed. vol. 1. Charts for solution of -- Bragg's Equation. Philips Technical Library.
- PASSEGA, R. (1964). "Grain size representation by CM patterns as a geological tool." Journ. Sedim. - Petrol. vol. 34. n° 4. Dic. 1964. pp. 830-847.

- PASSEGA, R. (1957). "Texture as characteristic of clastic deposition." Bull. Am. Assoc. Petrol. Geologists. 41, 1952-1984.
- PATON, T.R. (1974). "Origin and Terminology for Gilgai in Australia". Geoderma, vol. 11, n<sup>o</sup> 3, (1974).- pp. 221-242.
- PEDRO, G. (1965). "La classification des minéraux argileux". Ann. Agronom. 16, hors série 1, 108 p.
- PERCONIG, E. (1960-62). "Sur la constitution géologique de L'Andalousie occidentale, en particulier du bassin du Guadalquivir (Espagne méridionale)". In livre Mém. Professeur Paul Fallot, - T. 1. Soc. Géol. Fr. Mém. hors série, pp. 199- -208.
- PERCONIG, E. (1961). "La tectónica del Mioceno de la Cuenca del Guadalquivir (España Merdional)". 2<sup>a</sup> Reunión del Comité del Neógeno Mediterráneo (Sabadell y Madrid). Ins. Lucas Mallada. fasc. IX, pp. 271-273. C.S.I.C. (Madrid).
- PERCONIG, E. (1964). "La estratigrafía del Mioceno en Andalucía Occidental (España). El límite Oligoceno-Mioceno y la fase terminal marina del -- Mioceno". 2<sup>a</sup> Reunión del Comité del Neógeno - Mediterráneo (Sabadell-Madrid). Curs. y Conferenc. del I. Lucas Mallada, fasc. IX, p. 219- -228. C.S.I.C. (Madrid).
- PERCONIG, E. (1964). "Sull'esistenza del Mioceno Superiore in facies marina nella Spagna meridionale". Compte rendu de la 3<sup>a</sup> session du Comité du -- Néogène méditerranéen (Terne). pp. 288-302.
- PERCONIG, E. (1971). "Sobre la edad de la transgresión -- del Terciario Marino en el borde meridional - de la Meseta.". 1<sup>er</sup> C.H.I.L.A.G.E. T.I. sec.1 E-1-29, pp. 309-328. Madrid-Lisboa 1971.
- PERCONIG, E. (1973). "El Andaluciense". XIII Coloquio Europeo de Micropaleontología, pp. 201-223, ADA RO (Madrid).
- PERCONIG, E. y GRANADOS, L. (1973). 'Estratotipo del Andalu-ciense". XIII Coloquio Europeo de Micropa--leontología, pp. 225-246, ADAPO (Madrid).

- PEREJON, A. (1975 y 76). "Nuevas faunas de arqueociátidos del Cámbrico Inferior de Sierra Morena". 1 y 2. *Tecniterrae*, II, nº 8, p. 8-29. III, nº 9, p. 7-24.
- PEREZ MATEOS, J. (1965). "Análisis mineralógico de arenas" C.S.I.C. Madrid.
- PEREZ MATEOS, J. y FERNANDEZ-CALDAS, E. (1972). "Estudio de minerales primarios en suelos de Tenerife". *A. de Edaf. y Agrobiol.* T. XXXI, nº 11-12. p. 851-864.
- PETTIJOHN, F.J. (1957). "Sedimentary rocks". Second Edition. XVI, 718 p. Harper & Row, Publishers, - New York, Eranston, and London.
- PETTIJOHN, F.J. y POTTER, PAUL EDWIN (1964). "Atlas and glossary of primary sedimentary structures".- Springer-verlag. 1964. Berlin, Göttingen, Hei delberg-New York.
- PETTINJOHN, F.J., POTTER, P.E. and SIEVER, R. (1972 y 73) "Sand and Sandstones". pp. 618. Berlin-Hei delberg-New York. Springer 1 (Ed.).
- PINTO RICARDO, R. (1969). "Clasificação do solos on clasi ficaçoes pedologicas". "Genese e Evoluçao -- dos solos". *I.S. Agron. Pedol. e Conserv. do-Solo*.
- PITTY ALISTAIR F. (1971). "Introduction to Geomorphology" Methuen & Co Ltd. A. Univ. Paperback Original 526 p.
- PLAS, L. VAN DER, etc. (1974). "From mutable compounds to soil minerals." *Geoderma*, 12, p. 385-405.
- POWER, P.E. (1969). "Clay mineralogy and paleoclimatic - significance of some Red Regoliths and associa ted rocks in Western Colorado". *Journ. Sedim. Petrol.* vol. 39, nº 3, p. 876-890.
- POTTER, P.E. y PETTIJOHN, F.J. (1963). "Paleocurrents and basin analysis". Springer-verlag. Berlin. - -

- PROYECTO DEL GUADALQUIVIR. I.G.M.E.-FAO. (1970). (inédito)  
"Mapa hidrogeológico de la depresión del Guadalquivir."
- PUIG-DE-FABREGAS, C. (1972). "Caracterización de estructuras de mareas en el Eoceno medio de la Sierra de Guara (Huesca)". Pirineos, 104: pp. 5-13.
- PUIG-DE-FABREGAS, C (1974). "Les sédiments de marée du Bassin Eocene Sudpyrénéen. (Tidal Sediments in Eocene South-Pyrenean Basin)". Bull. Centre Rech. Pau-SNPA. 8, 1, pp. 305-325.
- QUAKERNAAT, J. (1968). "X-Ray analyses of clay minerals in some recent fluvial sediments along the coasts of Central Italy". (Tesis). Public. Het Fysic.-Geog. Lab. Univ. Amsterdam, n° 12, (1968), 105 p.
- RAAF, J.F.M. DE, y BOERSMA, J.R. (1971). "Tidal deposits and their sedimentary structures (seven examples from Western Europe)". Geol. Mijnbouw, 50, pp. 479-504.
- RAINWATER, E.H. (1966). "The geological importance of deltas". In: Shirley, M.Y., ed., "Deltas and their geologic framework". (1966). Houston Geol. Soc. pp. 1-15.
- RANGE, K.J., RANGE, A, y WEISS, A. (1969). "Fire-clay type kaolinite or fire-clay mineral?. Experimental classification of kaolinite-halloysite minerals". I.C.C. Japan. pp. 3-14.
- RAUSELL-COLOM, J.A., y SALVADOR-SALVADOR, P. (1970). "Fisiocoquímica de interacción de vermiculita con aminoácidos". Bol. Geol. Min. T.LXXXI-V (1970) pp. (498-531).
- REES VELLINGA, E. VAN, and DE RIDDER, N.A., (1973). "Notes on the Tertiary and Pleistocene geology of East Gelderland, The Netherlands". Institute for Land and Water Management Research. Wageningen. Bull. Tech. 85. 1973.

- REFEGA, A. (1971). "Comunicaciones personales sobre los suelos podsólicos y suelos lateríticos (estos últimos de las zonas de Angola).
- REINECK, H.E. (1967 a). "Layered sediments of tidal flats, beaches and shelf bottoms of the North Sea".- In: LAUFF, G.H. ed., "Estuaries". Am. Assoc.-Advanc. Sci. Publ. 83, p. 191-206.
- REINECK, H.E. y WUNDERLICH, F. (1968 b). "Classification and origin of flaser and lenticular bedding". Sedimentology, 11, 99-104.
- REINECK, H.E. (1972). "Tidal flats". In: RIGBY, J.K., HAMBLIN, W.K. eds.,: Recognition of ancient sedimentary environments. Soc. Econ. Paleontologists Mineralogists Spec. Publ. 17, p. 146- -159.
- REINECK, H.E. y SINGH, I.B (1973). "Depositional sedimentary environments". Springer-verlag. Berlin--Heidelberg-New York. 439 p.
- RICH, C.I. and KUNZE, G.W. (1964). "Soil clay mineralogy" (A Symposium). The University N. Carolina - - Press. Ch. H. 330p.
- RICHTER, K. (1959). "Bildungsbedingungen pleistozäner sedimente niedersachsens, aufgrund morphometrischer geschiede und geröllanalysen". Z. Deut.-Geol. Ges. 110, p. 400-435.
- RIETZ, T. DU, (1956). "The structure of chrysotile. Acta-Cryst. vol. 9. p. 862.
- RIETZ, T. DU, (1956). "IV Parachrysotile" Acta Cryst. Vol. 9, p. 865
- RIETZ, T. DU. y ZUSSMAN, J. (1956). "The characterization of serpentine minerals by X-Ray Diffraction". Min. Mag. vol 31. p. 107.
- RIMSAITE, J. (1972/73). "Genesis of chlorite, vermiculite, serpentine, talc, and secondary oxides in ultrabasic rocks." I.C.C. Madrid, p. 291-302.

- ROBERT, M. (1971). "Etude expérimentale de l'évolution -- des micas (Biotites)". I-Les aspects du processus de vermiculitization. Ann. Agronom. vol. 22, n° 6. pp. 43-94.
- ROBERT, M. (1971). "Etude expérimentale de l'évolution -- des micas (Biotites)". II-Les autres possibilités d'évolution des micas et leur place par rapport a la vermiculitization. Ann. Agronom. (1971). vol. 22, n° 2. pp. 155-181.
- ROBERT, M y PEDRO, G. (1972/73). "Etablissement d'un schéma de l'évolution expérimentale des micas - - trioctaédriques en fonction des conditions du milieu (pH concentration)." I.C.C. Madrid. pp. 433-448.
- ROBERT, M. y TESSIER, D. (1974). "Méthode de préparation des Argiles des sols pour des études minéralogiques". Ann. Agron. 25, (6), p. 859-882.
- RODRIGUEZ-GALLEGO, M, MARTIN VIVALDI, J.L. y MARTIN POZAS J.M. (1969). "Análisis cuantitativo de filosilicatos de la arcilla por Difracción de Rayos -X. I.- Anal. R. Soc. Esp. Fis. y Quim. serie B.65.
- RODRIGUEZ-GALLEGO, M. MARTIN VIVALDI, J.L. y MARTIN POZAS J.M. (1969). "Análisis cuantitativo de filosilicatos de la arcilla por Difracción de Rayos -X. II.- Anal. R. Soc. Esp. Fis. y Quim. serie B.65.
- RODRIGUEZ-GALLEGO, M., MARTIN VIVALDI, J.L. y MARTIN POZAS J.M. (1969). "Análisis cuantitativo de filosilicatos de la arcilla por Difracción de Rayos -X. III: Influencia de la sustitución isomórfica y de la cristalinidad. Anal. R. Soc. Esp. Fis. y Quim. serie B.65. p. 25-29.
- RODRIGUEZ-GALLEGO, M. y GARCIA CERVIGON, A. (1970). "Estudio cristalográfico y mineralógico de la Espárraguina de Jumilla (Murcia)". Cuad. Geol. -- vol. 1-1, p. 31-35.



- RODRIGUEZ-GALLEGO, M. y MARTIN POZAS, J.M. (1971). "Estudio del grado de orientación en los filosilicatos de la arcilla". Cuad. Geol. 2, p. 15-20
- RODRIGUEZ-GALLEGO, M. (1974). "Análisis mineralógico mediante Difracción de Rayos-X". Curso monográfico, Fac. Cienc. Univ. Granada.
- RODRIGUEZ-GALLEGO, M. (1975). Comunicaciones personales: el problema de la "vermiculitización" con catión  $Mg^{++}$ .
- RODRIGUEZ-GALLEGO, M. (1975/76). Comunicaciones personales sobre génesis de interestratificaciones de arcillas.
- RODRIGUEZ-GALLEGO, M. (1976). Comunicaciones personales.
- ROMASHKEVICH, A.I. (1972). "Microstructure and microaggregation of soils in relation to erosion and formation of deposits". Ann. Agronom. Vol. 26.
- RUELLAN, FRANCIS, (1967). "Photogrammetrie et interpretation de photographies stereoscopiques terrestres et aeriennes". Masson & Cie ed. Paris -- 1967. 119 p.
- RUTHERFOR, G.K. eds (1974). "Soil Microscopy". Limestone -- Press, Kingston, Ont, 857 p.
- SAAVEDRA, J.L. (1964). "Datos para la interpretación de la Estratigrafía del Terciario y Secundario de Andalucía". Not. y Com. (Bol.) I.G.M.E. -- 1964.
- SALYN, A.L. y DRITS, V.A. (1972/73). "On the method of X-Ray quantitative phase analysis of clays". -- I.C.C. Madrid. pp.797-806.
- SANZ DE GALDEANO, C. (1970). "Estructura del Subbético en la Transversal Charilla-Fuensanta de Martos-- (provincia de Jaén). Nota preliminar". Cuad.-- Geol. Univ. Granada, vol. 1, pp. 133-140.

- SANZ DE GALDEANO, C. (1973). "Geología de la Transversal de Jaén-Frailes. (Provincia de Jaén)". Tesis-Doctoral. Fac. Ciencias, Univ. Granada 1973.
- SARKISYAN, S.G. y KOTELNIKOV, D.D. (1972/73). "Genesis and thermodynamic stability of dioctahedral and trioctahedral mixedlayer minerals in sedimentary rocks. I.C.C. Madrid 1972. pp. 281-290.
- SCHNEIDER, H.E. y CAILLEUX, A. (1959). "Signification géomorphologique des formes des grains de sable des Etats-Unis." Z. Geomorphol. 3, p. 114-125
- SCHNEIDER, H.E. (1970). "Problems of quartz grain morphocopy". Sedimentology, 14, p. 325-335.
- SCHOEN, R., FOORD, E. y WAGNER, D. (1972/73). "Quantitative analysis of clays problems, Achievements and outlook". I.C.C. Madrid., pp. 787-796.
- SCHWAB, F.L. (1969). "Cyclic geosynclinal sedimentation: a petrographic evaluation". Journ. Sedim. Petrol. vol. 39, nº 4, p. 1325-1343.
- SHINN, E.A., LLOYD, R.M. and GINSBURG, R.N. (1969). "Anatomy of a modern carbonate Tidal-Flat, Andros Island, Bahamas". Journ. Sedim. Petrol. vol. 39, nº 3, p. 1202-1228.
- SHIRLEY, M.L. (1966). "Deltas" (Deltas in their geologic framework)". 251 p. Houston Geol. Soc., Publ. Inst. Geol. Houston.
- SHUTOV, V.D., ALEKSANDROVA, A.V. y LOSIEVSKAYA, S.A. (1970) "Genetic interpretation of the polymorphism of the kaolinite group in sedimentary rocks." Sedimentology, 15, p. 69-82.
- SIERRA RUIZ DE LA F., G., SARMENTERO, A. y AGUILAR, R.J. (1974). "Observaciones geológico-edáficas sobre el sector Almuñecar-Motril". Anales Edaf. Agr. T. XXXIII, nº 7-8, pp. 637-653.
- SIFFERT, B y WEY, R. (1972/73). "Contribution a la connaissance de la synthese des kaolins". I.C.C. Madrid. pp. 159-172.

- SIMON, W. (1953). "Datos para la historia de Sierra Morena, sin sedimentos variscos, la cuencia carbonífera de Villanueva". P. Ex. Geol. Esp. nº 7, 1, pp. 47-68.
- SMITH, J.V. y YODER, H.S. (1956). "Experimental and theoretical studies of the mica polymorphs." Min. Mag. 31, 209-235.
- SOLE-SABARIS, L. (1952). "Geografía física" en TERAN, M.: Geografía de España y Portugal. T. 1 (con la colaboración de N. LLOPIS LLADO), pp. 497.
- SOLE-SABARIS, L., GIGOUT, M. y SOLE, N. (1955). "Sur le Quaternaire méditerranéen de L'Andalousie" C. R. Soc. Geol. France. pp. 177-179.
- SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA (1970). "Glossary of soil science terms". Published by the Soil Sic. -- Soc. Am. Madison, Wisconsin, USA.
- STANLEY, D.J. y UNRUG, R. (1972). "Submarine channel deposits fluxoturbidites and other indicators of slope and base-of slope environments in modern and ancient basins." In RIGBY and HAMBLIN. ed. 1972. Soc. E. Pal. Min. Sp. Pub. 16 287-340.
- STAUB, RUDOLF, (1927). "Gedanken sur tektonik Spaniens- - (1926)". Versión esp.: "Ideas sobre la tectónica de España". Real Ac. Ci., Bel. Let. y No-Art. Córdoba 1927.
- STEPHEN, I. (1952). "A study of weathering with reference to the soils of the Malvern Hills, Part.I: -- Weathering of biotite and granite". Journ. -- Soil. Sci. 3, p. 20.
- STRAATEN, L.M.J.U. VAN. (1951). "Longitudinal ripple - - marks in mud and sand". J. Sediment. Petrol.- 21, p. 47-54.
- STRAATEN, L.M.J.U. VAN. (1954 a). "Composition and structure of recent marine sediments in the Netherlands". Leidse Geol. Mededel. 19, 1-110 p.
- STRAATEN, L.M.J.U. VAN. (1960). "Some recent advance in - the study of deltaic sedimentation". Liver- - pool Manchester Geol. J. 2, p. 411-442.

- STRAATEN, L.M.J.U. VAN, ed. (1964 b). "Deltaic and shallow marine deposits". Developments in sedimentology, vol. 1, p. 464. Amsterdam: Elsevier.
- STURM, E y LODDING, W. (1972/73). "Statistical randomizing of preferentially oriented clay mineral particles in X-Ray Diffractometry samples". I.C.C.-Madrid. pp. 807-816.
- SUDO, T. (1943). "Hydrous silicates". Bull. Chem. Soc. Japan 18: 281-329.
- SWITZER, G, AXELROD, J.M., LINDBERG, M.L. and ES LARSEN, - (1948). "Tables of spacings for Angle  $2\theta$ ,  $\text{CuK}\alpha$ ,  $\text{CuK}\alpha_1$ ,  $\text{CuK}\alpha_2$ ,  $\text{FeK}\alpha$ ,  $\text{FeK}\alpha_1$ ,  $\text{FeK}\alpha_2$ ". Circular - 29, Geol. Survey US. Dep. of Interior. Washington 1948.
- TANNER, W, F. (1969). "The particle size scale". Journ. Sedim. Petrol.: vol. 39, n<sup>o</sup> 2, notes: p. 809-812
- TARDY, Y., BOCQUIER, G., PAQUET, H. y MILLOT, G. (1973). - "Formation of clay from granite and its distribution in relation to climate and topography". Geoderma, 10 (1973): pp. 271-284.
- TATARINOV, P.M. (1955)1959. "Conditions de formation des gisements de minerais (métalliques et non métalliques)". Trad. Annales du Serv. d'Infrom. -- Géol. B.R.G.G.M. Publ. par B.R.G.G.M. et C.N.-R.S. Paris 1959. p. 215.
- TERMIER, H. et TERMIER, G. (1960). "Erosion et sédimentation". Masson & Cie, ed. Paris, p. 410.
- TEPIKIN, E.V., DRITS, V.A. y ALEXANDROVA, V.A. (1969). - - "Crystal structure of iron biotite and construction of structural models for trioctahedral micas". I.C.C. Japan. pp. 43-49.
- THOMAS, R.L. (1969). "A note on the relationship of grain-size, clay content, quartz, and organic carbon in some Lake Erie and Lake Ontario sediments." Journ. Sedim. Petrol. vol. 39. n<sup>o</sup> 2, p. 803- -809.

- THOREZ, J. y BOURGUIGNON, P. (1972). "Kaolin survey and - characterization in Belgium." I.C.C. Madrid.- Kaolin Symp. pp. 71-80.
- THOREZ, J. (1975). "Phyllosilicates and clay minerals". A laboratory handbook for their X-Ray Diffraction analysis. Ed. G. Lelotte, Belgique XIX - et p. 580.
- TORRENT. C.T. (1975). "Estudio de la génesis de los sue-- los de las Terrazas del Rio Esla en el tramo-- comprendido entre Benavente y Ardón". Tesis - Doctoral E.T.S.I.A. Univ. Politec. Madrid, -- 204 p.
- TORRENT, J. y FITZPATRICK, E.A. (1974). "Clay cutan and - matrix disruption in a soil from Central -- Spain". In Soil Microscopy, Trans. of the 4 - th. Int. Work Meeting on soil micromorphology, Kingston, Canadá.
- TRAVERIA, A. y FERNANDEZ, M. (1974). "Tablas de espacia-- dos reticulares  $d$ , y ángulos de Bragg  $2\theta$  para  $\text{CuK}\alpha$  ( $\lambda = 1,5417\text{\AA}$ )". Bol. Instrum. Anal. vol. 8 n<sup>o</sup> 3. (Jul/Sept. 1974). PHILIPS.
- TRÖGER, W.E. (1959). "Optische Bestimmung der gesteinsbil-- denden minerale". -Schweizerbart'sche Ver-- lags - Buchhandlung - Stuttgart-1959.
- U.S.D.A. (1938). "Soils and Men".
- U.S.D.A. (1951). "Soil Survey Manual". U.S. Dept. Agr. -- Handbook, n<sup>o</sup>18.
- U.S.D.A. y S.S.S. y S.C.S. (1960). "Soil Classification". A comprehensive system. 7 th approximation.
- U.S.D.A. (1967). "Soil Classification". A comp. syst. 7 - th. app. 265 p.
- VATAN, A (1967). "Manuel de Sedimentology".Ed. Technip. - Paris.
- VENIALE, F. y VAN DER MAREL, H.W. (1969). "Identification of some 1:1 regular interstratified trioctahedral clay minerals". I.C.C. Japan. pp. 233- -244.

- VENIALE, F., SOGGETTI, F., PIGORINI, B., DAL NEGRO, A, y ADAMI, A. (1972/73). "Clay mineralogy of bottom sediments in the Adriatic Sea. I.C.C. Madrid. pp. 249-258.
- VERA T., J.A (1970). "Estudio estratigráfico de la Depresión Guadix-Baza". Bol. Geol. Min. LXXXI-V -- (1970). pp. 429-462.
- VERA, J.A., VILLENA, J. y RIBA, O. (1970). "Sobre el origen de los cantos de arcilla armados (armored mud balls)". Cuad. Geol. I, p. 79-94
- VERA, J.A. (1975). Cursillo sobre: "La sedimentación detrítica y los ambientes sedimentarios". Dpto. Estratigrafía. Univ. Granada 1975.
- VERDENIUS, J.G. (1970). "Neogene stratigraphy of the western Guadalquivir Basin (Southern Spain)" - - Utrecht Micropal., Bull. 3.
- VIGUIER, C. (1969). "Precisiones acerca del Neógeno de Dos Hermanas (Sevilla)". Bol. Geol. Min. T.LXXX, - 6ª fasc. Nov-Dic. 1969. pp. 545-546.
- VINK, A.P.A. (1963). "Aerial photographs and soil sciences". UNESCO, Paris.
- VIRGILI, C (1958). "El triásico de los Catalanides". Bol. - I.G.M.E., vol. LXIX.
- VISHER, G.S. (1969). "Grain size distributions and depositional processes". Journ. Sediment. Petrol. - vol. 39, nº 3, p. 1074-1106.
- VOÏNOVITCH, I.A. et Col. (1971). "L'analyse minéralogique des sols argileux". Editions Eyrolles. Paris-1971.
- WADELL, H. (1935). "Volume, shape and roundness of quartz particles". J. Geol. 43, 250-280 pp.
- WALKER, G.F. (1957). "On the differentiation of vermiculites and saponites in clays". Clay Min. Bull. 3: 154-

- WAUGH, B. (1970). "Formation of quartz overgrowths in the Penrith Sandstone (Lower Permian) of Northwest-England as revealed by scanning Electron microscopy". *Sediment.* 14, p. 309-320.
- WEAVER, C.E. (1958). "A discussion on the origin of clay - minerals in sedimentary rocks". *Clays and clay Min.* 5 th. Nat. Conf., p. 159-173.
- WELLER, J.M. (1960). "Stratigraphie principles and practice" Harper and Bros. New York.
- WENTWORTH, C.K. (1936). "An analysis of the shapes of glacial cobbles". *J. Sediment. Petrol.* 6, p. 85--96.
- WHITTIG, L.D. (1965). "X-Ray Diffraction techniques for mineral identification and mineralogical composition". In "Methods of soil analysis". Am. Soc. of Agronomy. Madison U.S.A. pp. 671-696.
- WIEDER, M y YAALON, D.H. (1974). "Effect of matrix composition on carbonate nodule crystallization". *Geoderma*, II (1974): pp. 95-121.
- WIEDMAN, J. (1971). "Problemas de la clasificación estratigráfica y de la definición de los límites estratigráficos". 1er C.H.I.L.A.G.E. T. 2. - - sec. 1. p. 785-805. Madrid-Lisboa 1971.
- WIEWIORA, A. (1972). "X-Ray, Infrared and DTA studies of expanded kaolinite". (Abstract) pp. 172-174. - Kaolin Symp. I.C.C. Madrid 1972.
- WIEWIORA, A. (1972/73). "Mixed-Layer kaolinite-smectite -- from lower Silesia, Poland: Final report". I.-C.C. Madrid, pp. 75-88.
- WILLIAMS, H., TURNER, F.J. y GILBER, CH.M. (1954). "Petrography". An introduction to the study rocks in thin sections. Freeman & Comp. San Francisco.- 406 p.
- WILLIAMS, P.F. and RUST, B.R. (1969). "The sedimentology - of a braided river". *Journ. Sedim. Petrol.* vol.39 nº 2, 649-679.

- WOLFE, R.W. y GIESE, Jr., R.F. (1972/73). "A quantitative - study of one-layer polytypism in the kaolin minerals". I.C.C. Madrid. pp. 27-34.
- WUNDERLICH, F. (1970 b).-"Genesis and environment of the - "Nellenköpfchenschichten" (Lower Emsian, Rhein- nian Devon) at locus typicus in comparason - - with modern coastal environment of the German- Bay"- . Journ. Sediment. Petrol. 40. p. 102-130
- YAALON, DH (1971). "Paleopedology". ISSS and Israel Univer- sity Press, Jerusalem. 350 p. "Soil-forming -- Processes in Time and space".
- YANITSKII, A.L. (1958). "Formation of oolitic iron ores of - the disakovsk" Arabo-Turgai type. Soil Sci. -- Soc. Am. Proc. 2, p. 92-116.
- YODER, y EUGSTER, (1955). "Synthetic and natural muscovi- tes". Geochim. Cosmochim. Acta, 8, p. 225-282.
- ZIMMERMANN, K. (1964). "Über die stellung der mikromorpho- logie im rahmen der bodenkunde". In soil micro morphology. Ed. by A. JONGERIUS. p. 505-524.
- ZUYAGIN, B.B. y PINSKER, Z. G. (1949). "Structure of mont- morillonite". C.R.Acad. Sci. U.R.S.S., 68: 65- -67 y 505-508.