



estudio  
previo  
de  
terrenos



# **Itinerario Guadalajara - Tarragona**

**TRAMO : CAMINREAL - ALCAÑIZ**

**NOTAS PREVIAS A LA LECTURA DE LOS  
“ESTUDIOS PREVIOS DE TERRENO”  
DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS, EN FORMATO DIGITAL**

La publicación que está consultando corresponde a la colección de *Estudios Previos de Terreno* (EPT) de la Dirección General de Carreteras, editados entre 1965 y 1998.

Los documentos que la integran presentan formatos diferentes pero una idea común: servir de base preliminar a los estudios y proyectos de esta Dirección General. En ese sentido y para una información más detallada se recomienda la lectura del documento *“Estudios previos de terreno de la Dirección General de Carreteras”* (Jesús Martín Contreras, et al, 2000)

Buena parte de los volúmenes que integran esta colección se encuentran agotados o resultan difícilmente disponibles, presentándose ahora por primera vez en soporte informático. El criterio seguido ha sido el de presentar las publicaciones tal y cómo fueron editadas, respetando su formato original, sin adiciones o enmiendas.

En consecuencia y a la vista, tanto del tiempo transcurrido como de los cambios de formato que ha sido necesario acometer, deben efectuarse las siguientes observaciones:

- La escala de los planos, cortes, croquis, etc., puede haberse alterado ligeramente respecto del original, por lo que únicamente resulta fiable cuando ésta se presenta de forma gráfica, junto a los mismos.
- La cartografía y nomenclatura corresponde obviamente a la fecha de edición de cada volumen, por lo que puede haberse visto modificada en los últimos años (nuevas infraestructuras, crecimiento de núcleos de población ...)
- El apartado relativo a sismicidad, cuando existe, se encuentra formalmente derogado por las sucesivas disposiciones sobre el particular. El resto de contenidos relativos a este aspecto pudiera, en consecuencia, haber sufrido importantes modificaciones.
- La bibliografía y cartografía geológica oficial (fundamentalmente del IGME) ha sido en numerosas ocasiones actualizada o completada desde la fecha de edición del correspondiente EPT.
- La información sobre yacimientos y canteras puede haber sufrido importantes modificaciones, derivadas del normal transcurso del tiempo en las mencionadas explotaciones. Pese a ello se ha optado por seguir manteniéndola, pues puede servir como orientación o guía.
- Por último, el documento entero debe entenderse e interpretarse a la luz del estado de la normativa, bibliografía, cartografía..., disponible en su momento. Sólo en este contexto puede resultar de utilidad y con ese fin se ofrece.

## FE DE ERRATAS

<b>Página</b>	<b>Línea</b>	<b>Dice</b>	<b>Debe decir</b>
3	13	consideramos	consideremos
14	8	orogenía	orogenia
15	Fig. 6	limolítas	limolitas
19	44	versoso	verdoso
35	27	son hasta 20-25	son de hasta 20-25
41	4	Dispersas	Dispersos
43	8 y 9	fracturados	fracturado
45	6	(Carniolas)	(carniolas)
52	6	amarillento en	amarillento, en
57	3	tectonizado llegándose	tectonizado, llegándose
62	19	presentan	presentar
63	4	150 m	15 cm
63	7	ocre	ocres
66	5	potencia	potencia como
67	27	Utrilla	Utrillas
68	22	ocupa los	ocupa, los
69	23	ocupados	ocupadas
79	17	poligénicas aunque	poligénicas, aunque
79	34	maximo	máximo
83	9	y hasta	y de hasta
100	32	podrian	podrían

M.O.P.U.  
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS  
SERVICIO DE TECNOLOGIA DE CARRETERAS  
SECCION DE GEOTECNIA Y PROSPECCIONES

ESTUDIO PREVIO DE TERRENOS  
ITINERARIO GUADALAJARA – TARRAGONA  
TRAMO: CAMINREAL – ALCAÑIZ

Estudio 77/3

Fecha de ejecución: Diciembre 1977

## INDICE

	Pág.
1. INTRODUCCION . . . . .	1
2. CARACTERISTICAS GENERALES DE TRAMO . . . . .	3
2.1. CLIMATOLOGIA . . . . .	3
2.2. TOPOGRAFIA . . . . .	3
2.3. GEOMORFOLOGIA . . . . .	5
2.4. ESTRATIGRAFIA . . . . .	5
2.5. TECTONICA . . . . .	6
2.6. SISMICIDAD . . . . .	6
3. ESTUDIO DE ZONAS . . . . .	9
3.0. ZONAS DE ESTUDIO . . . . .	9
3.1. ZONA 1: SERIE DE PEÑARROYAS . . . . .	11
3.1.1. Geomorfología . . . . .	11
3.1.2. Tectónica . . . . .	11
3.1.3. Columna estratigráfica . . . . .	14
3.1.4. Grupos litológicos . . . . .	16
3.1.5. Grupos geotécnicos . . . . .	22
3.1.6. Resumen de problemas de comportamiento que presenta la Zona . . . . .	22
3.2. ZONA 2: ALINEACION MONTAÑOSA DE PORTALRUBIO—EJULVE—CE- ROLLERA . . . . .	23
3.2.1. Geomorfología . . . . .	23
3.2.2. Tectónica . . . . .	28
3.2.3. Columna estratigráfica . . . . .	28
3.2.4. Grupos litológicos . . . . .	31
3.2.5. Grupos geotécnicos . . . . .	67
3.2.6. Resumen de problemas de comportamiento que presenta la Zona . . . . .	68
3.3. ZONA 3: CUENCAS TERCIARIAS DE CALANDA—VIVEL DEL RIO MARTIN . . . . .	69
3.3.1. Geomorfología . . . . .	69
3.3.2. Tectónica . . . . .	69
3.3.3. Columna estratigráfica . . . . .	72
3.3.4. Grupos litológicos . . . . .	74
3.3.5. Grupos geotécnicos . . . . .	91
3.3.6. Resumen de problemas de comportamiento que presenta la Zona . . . . .	92
4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO . . . . .	93
4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRAFICOS . . . . .	93
4.2. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOMORFOLOGICOS . . . . .	93
4.3. RESUMEN DE PROBLEMAS DE COMPORTAMIENTO . . . . .	94
4.4. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS . . . . .	100
5. INFORMACION SOBRE YACIMIENTOS . . . . .	101
5.1. ALCANCE DEL ESTUDIO . . . . .	101
5.2. YACIMIENTOS ROCOSOS . . . . .	101
5.3. YACIMIENTOS GRANULARES . . . . .	101
5.4. MATERIALES PARA TERRAPLENES . . . . .	103
5.5. YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON MAS DETALLE . . . . .	103
5.6. CUADRO RESUMEN DE YACIMIENTOS . . . . .	103
6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA . . . . .	109

## 1. INTRODUCCION

El Tramo Caminreal—Alcañiz (Itinerario Guadalajara—Tarragona) comprende los siguientes cuadrantes de las Hojas del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.

Hoja	Cuadrante
492	2 y 3
493	2 y 3
494	1, 2, 3 y 4
495	3 y 4
517	1 y 4
518	1 y 4
519	4

Este estudio previo de terrenos ha sido realizado por GEOTEHIC, Ingenieros Consultores, en colaboración con la Sección de Geotecnia y Prospecciones de la Dirección General de Carreteras del M.O.P.U.

Se ha elaborado originalmente sobre fotoplanos a escala 1:25.000 de los cuales se ha obtenido, mediante reducción, el mapa litológico—estructural que se adjunta, a escala 1:50.000. A partir de él, por nuevas reducciones se han trazado los esquemas geológico, geotécnico, morfológico y de suelos y formaciones de pequeño espesor, todos ellos a escala 1:200.000.

La presente memoria comprende una primera parte de carácter general en la que se exponen las relaciones entre las distintas Zonas y grupos que componen el Tramo, así como la geomorfología del mismo, y una segunda parte que constituye el estudio específico de cada Zona y de los materiales que la componen, seguido todo ello de unas conclusiones geotécnicas generales.

En su conjunto, el presente estudio ha supuesto el levantamiento del plano geológico del Tramo a escala 1:25.000 mediante fotogeología y geología de campo simultaneadas, previa recopilación y análisis de los datos de interés publicados sobre la región. El estudio geológico se ha completado con una revisión desde el punto de vista geotécnico de todas las formaciones características. A continuación se ha realizado el estudio petrográfico y la identificación geotécnica de las muestras recogidas en la fase de campo. De esta forma se han intentado caracterizar, de modo suficientemente preciso la litología y geotecnia de las formaciones y materiales a considerar en posibles obras de carreteras y autopistas.

Las propiedades geotécnicas de suelos y rocas se han estimado en muchos casos a partir de la experiencia y la observación directa, ya que en este tipo de estudios previos no se ha considerado oportuno realizar determinaciones más completas de laboratorio.

La simbología adaptada en la cartografía corresponde a la inserta en el Pliego de Prescripciones Técnicas para el Estudio Previo de Terrenos (Dirección General de Carreteras, Mayo 1976) y en el Cuadro de Símbolos Estratigráficos para el Mapa litológico—estructural (Marzo—1973).

A continuación se indica el personal técnico que ha elaborado y supervisado el presente estudio:

DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS  
SERVICIO DE TECNOLOGIA DE CARRETERAS  
SECCION DE GEOTECNIA Y PROSPECCIONES

D. Antonio Alcaide Pérez, Dr. Ingeniero de Caminos  
D. José Antonio Hinojosa Cabrera, Dr. Ingeniero de Caminos  
Dña. Concepción Bonet Muñoz, Dr. en Ciencias Geológicas

GEOTEHIC, S.A.

D. Severino Fernández Blanco, Ing. de Caminos  
D. Domingo Pliego Dones, Lic. en Ciencias Geológicas  
D. Ricardo Puyol Castillo, Lic. en Ciencias Geológicas  
D. José Abril Hurtado, Lic. en Ciencias Geológicas

## 2. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO

### 2.1. CLIMATOLOGIA

El Tramo en estudio presenta unos caracteres climatológicos muy uniformes en toda su extensión. Se trata de una región de clima seco, con una precipitación media anual de 416,1 l/m<sup>2</sup> repartidos en 100 días de lluvia al año, aunque con una notable influencia de las precipitaciones en régimen tormentoso en otoño y en primavera (se han llegado a medir 72 l/m<sup>2</sup> en 24 h).

El balance hídrico se encuentra bastante desequilibrado ya que frente a un exceso acumulado de Noviembre a Marzo de 49,1 l/m<sup>2</sup>, el déficit total entre Marzo y Noviembre es de 331,4 l/m<sup>2</sup>. Este hecho influirá muy acusadamente en la variación de los niveles freáticos superficiales, (Fig. 1).

Los días de helada son 88 de promedio anual para el área estudiada, aunque hay que registrar una gran variación en este número según la cota del punto que consideramos, pues hay variaciones de cota de los 1.613 m del Alto de Majalino a los 360 m de Castelserás.

Los coeficientes de días trabajables para los distintos tipos de obra son los siguientes:

Hormigón . . . . .	0,701
Explanaciones . . . . .	0,657
Aridos . . . . .	0,955
Riegos . . . . .	0,368
Mezclas bituminosas . . . . .	0,527

### 2.2. TOPOGRAFIA

El Tramo en estudio se encuentra enclavado, casi en su totalidad en el Sistema Ibérico, aunque el extremo más oriental puede considerarse como perteneciente a la Depresión del Ebro.

Se pueden distinguir, dentro del Tramo, tres áreas con topografía claramente diferenciada y que de Oeste a Este son las siguientes:

- Depresión de Vivel del Río Martín, que está constituida por una extensa planicie en la que se excavan los valles de los ríos Pancrudo y Martín y de sus afluentes; estos valles presentan por lo general laderas bastante tendidas y dejan entre ellos una serie de mesas prácticamente horizontales y que oscilan entre los 1.200 y 1.300 m de cota, en tanto que el talweg de los valles discurre entre los 1.000 y 1.100 m de cota.
- Alineaciones montañosas de Portalrubio–Montalbán–Ejulve–Cerollera; presenta, este área, unas líneas de cumbres en dirección E–O o SE–NO, en la que las mayores altitudes se localizan al sur del Tramo, en San Just (1.522 m) y Majalino (1.613 m). Estas altitudes disminuyen rápidamente hacia el Este, alcanzándose, en el extremo oriental del Tramo, cotas entre 800 y 900 m.

En este área las laderas presentan pendientes medias próximas a los 45°, aunque en ocasiones se encuentran escarpes subverticales (más frecuentes en la mitad sur del Tramo) o laderas muy tendidas y fondos de valle relativamente planos que son más frecuentes hacia el norte y al este del Tramo.

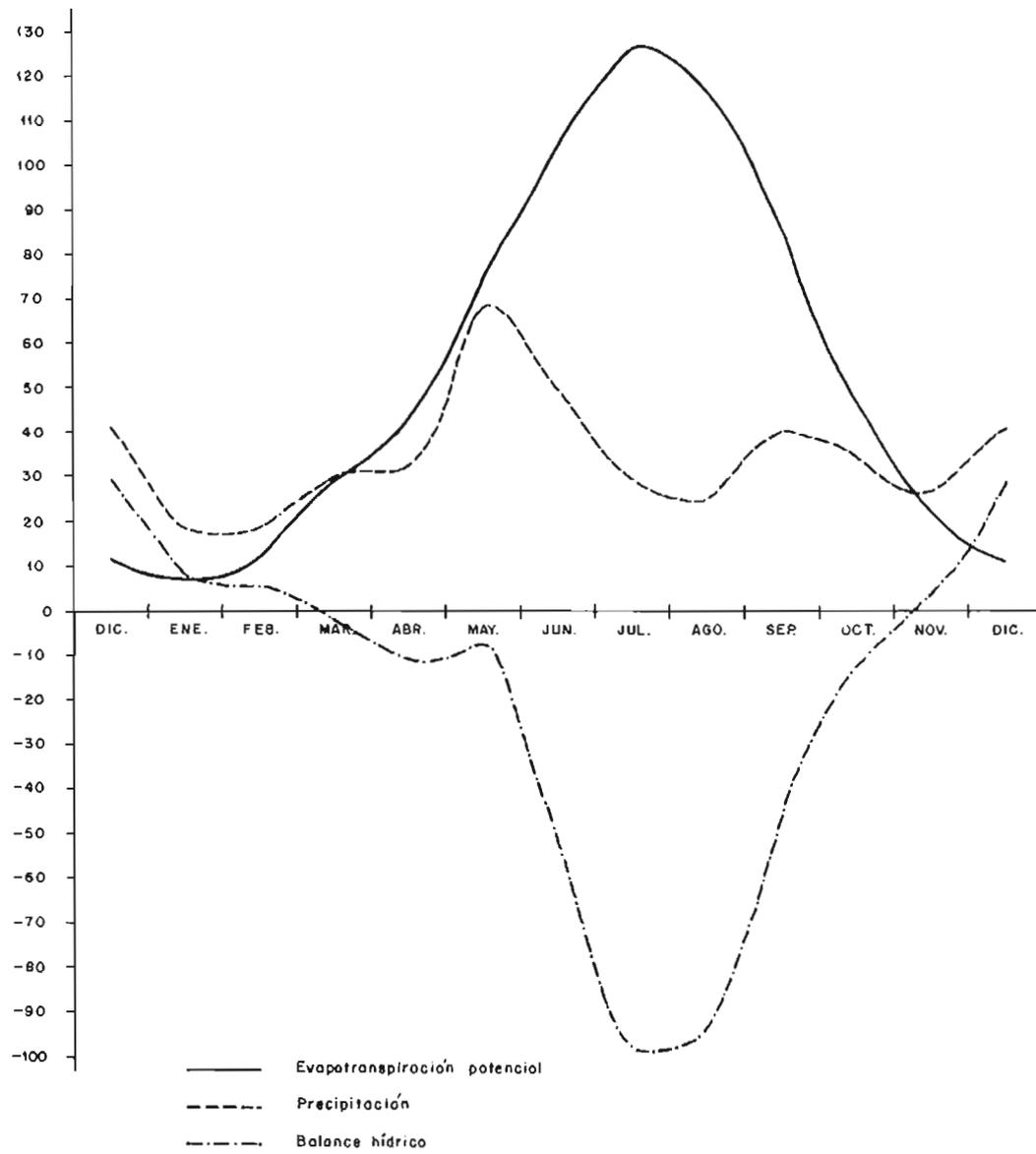


Fig-1 Balance hídrico de la región estudiada

- c) Por último en el extremo nororiental del Tramo se extiende una amplia depresión por la que discurren el río Guadalope y sus afluentes los ríos Bergante y Guadalupe y que constituye la parte meridional de la comarca natural del "Desierto de Calanda".

En este área se da un paisaje de suaves lomas que, generalmente, presentan laderas muy tendidas que no suelen superar los 200 m de altura sobre el fondo de los valles.

### 2.3. GEOMORFOLOGIA

La incidencia que puede tener la geología del Tramo en la topografía del mismo, está claramente diferenciada en cada una de las áreas que hemos diferenciado en el capítulo de topografía.

La topografía de la depresión de Vivel del Río Martín viene muy directamente influenciada por el control litológico; así, por regla general, la culminación de las mesas está formada por materiales calcáreos de mayor dureza que las facies margosas y/o detríticas que suelen ocupar los fondos y laderas de los valles. Este mismo hecho se pone de manifiesto en la depresión de Calanda, aunque en este caso, la culminación de las lomas suele estar ocupada por conglomerados (con ligeras cementaciones calcáreas) que presentan una mayor resistencia a la erosión que las areniscas y/o limolitas acompañantes.

En el resto del Tramo, la variedad litológica del sustrato unida a la compleja tectónica (generalmente de fracturación) son los dos condicionantes principales del encajamiento de la red hidrográfica, que es el agente erosivo que va a condicionar primordialmente el relieve.

### 2.4. ESTRATIGRAFIA

La columna estratigráfica general del Tramo consta de materiales paleozoicos, mesozoicos, terciarios y cuaternarios.

El Paleozoico está únicamente representado por materiales de la facies Culm, del Carbonífero inferior, (grupo 150).

El Triásico está representado por los tres niveles típicos de facies germánica: Buntsandstein con areniscas, limolitas y conglomerados rojos (grupo 211); Muschelkalk constituido esencialmente por calizas y dolomías con algún nivel margoso (grupo 212) y Keuper formado por arcillas margosas y/o yesíferas (grupo 213).

El Lías viene representado por facies calcáreo-margosas, ocasionalmente dolomíticas, generalmente con tectonización intensa, (grupos 221a, 221b y 221c).

El Dogger, igual que el Lías, está constituido por materiales calcáreos y/o margosos con un plegamiento suave y fracturación escasa, (grupos 222a y 222b).

El Cretácico inferior está representado por margas y areniscas de la facies Wealdense, (grupo 231a); calizas y margas de edad Aptense, (grupo 231b), y arenas, areniscas y arcillas de facies Utrillas, (grupo 231c).

El Cretácico superior está constituido por un tramo esencialmente calcáreo con ocasionales episodios margo-calcáreos, (grupos 232a y 232b).

El Paleógeno está constituido por dos diferentes episodios, uno en facies detrítica, (grupos 312b, 312c, 313a, 313b), y otro en facies margosas (grupos 312a y 312d).

El Neógeno está constituido por materiales postorogénicos que reposan discordantemente sobre el Paleógeno y/o los diferentes niveles mesozoicos. Está formado por una serie de episodios detríticos (conglomerados, areniscas, arenas, limos y arcillas), (grupos 321a, 321d y 321e), sobre los que se disponen, con grandes cambios laterales de facies, unos episodios de precipitación química (calizas, margas y yesos), (grupos 321b, 321c, 321f, 321g y 321h).

Los afloramientos de materiales cuaternarios están distribuidos muy irregularmente, aunque son más extensos y potentes en los extremos oriental y occidental del Tramo; se trata fundamentalmente de depósitos coluviales y aluviales, aunque en algunos puntos se

han podido cartografiar eluviales y pequeños conos de deyección.

## 2.5. TECTONICA

Dentro del Tramo afloran materiales paleozoicos, mesozoicos, terciarios y cuaternarios que están constituidos por un amplio grupo de rocas que van desde grauwackas o pizarras a calizas y arcillas, y que han sido afectados por diferentes fases de plegamiento.

El Tramo, en conjunto, se sitúa en el Sistema Ibérico donde se integran dos niveles estructurales superpuestos: 1) Un zócalo individualizado a partir de las estructuras hercínicas; 2) Una cobertera que englobaría el conjunto de los materiales mesozoicos y paleógenos.

El zócalo no ha reaccionado homogéneamente en el momento de producirse las deformaciones alpinas (durante el Terciario), este zócalo como un conjunto rígido se ha fraccionado según fallas de desgarre y cobijaduras, produciendo un conjunto de movimientos de bloques, que ocasionalmente quedan emergidos y que suelen presentar en sus flancos noreste y este una importante dislocación de carácter cabalgante.

La cobertera no constituye un nivel estructural homogéneo, pues se pueden distinguir en ella diferentes niveles.

El Triásico inferior es una formación que flanquea y recubre discordantemente los macizos paleozoicos; por encima se dispone un nivel plástico (Triásico superior) que constituye un nivel de despegue y deslizamiento del revestimiento suprayacente constituido por el resto del Mesozoico y el Paleógeno, en los que la heterogeneidad litológica y su mayor competencia hacen que sean una unidad con deformaciones independientes de las existentes en el zócalo, y donde se manifiestan típicas estructuras de cobertera (pliegues falla, pliegues cilíndricos) que se caracterizan esencialmente por la gran disarmonía que presentan con las estructuras del zócalo.

Así, tenemos en este sector del Sistema Ibérico un plegamiento de características intermedias entre el propiamente típico del Sistema Ibérico y pliegues de estilo Pirenaico. Según esta interferencia de estilos nos encontramos con los siguientes tipos de pliegues: 1) Pliegues de fondo o de gran radio interesando al zócalo (Macizo de Peñarroyas); 2) Pliegues de revestimiento que afectan a la cobertera, y 3) Pliegues de cobertera caracterizados por el anteriormente citado despegue disarmónico, que puede evolucionar hacia una tectónica gravitacional o de deslizamiento y plegamiento por gravedad (anticlinal de Escucha).

Estructuralmente el Tramo puede considerarse como parte de la terminación del Sistema Ibérico oriental frente a la depresión terciaria del Ebro. Se integra en un sistema de cabalgamientos y pliegues que presentan esencialmente vergencia norte y que están inducidos por un potente efecto de zócalo con interferencia de las direcciones Ibérica y Catalana (anticlinal de Los Olmos).

## 2.6. SISMICIDAD

De acuerdo con la división en zonas de la P.D.S. -1 (1974), el Tramo estudiado corresponde a una región de sismicidad baja, grados III y IV (Fig. 2).

Los valores característicos del suelo con los que se pueden contar para estos grados son los siguientes.

	Grupo III	Grupo IV
Velocidad (cm/s)	0,4	0,7
Aceleración (mm/s <sup>2</sup> )	4,7	9,4
Desplazamiento (cm)	0,3	0,6

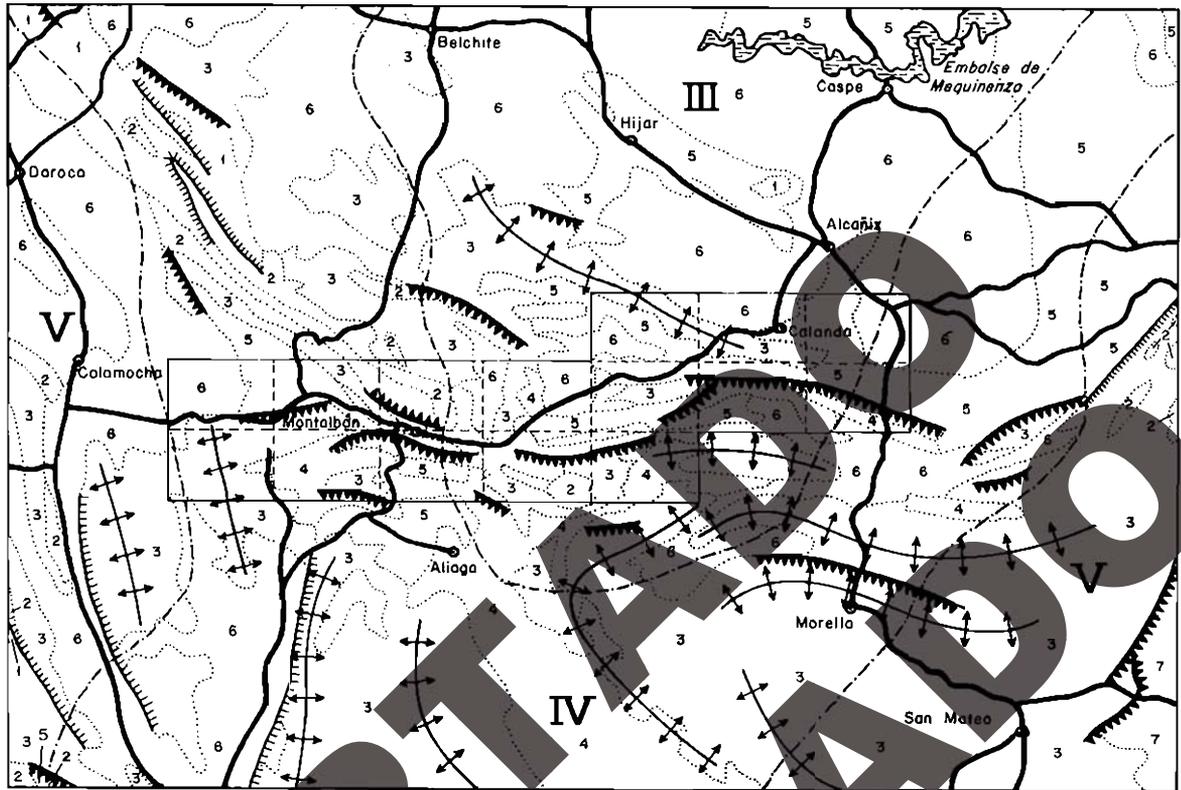
Para un período  $T = 0,5$  el coeficiente sísmico  $c$  correspondiente es  $c = 0,01$ .

En los cálculos de estabilidad no es necesario considerar la componente vertical de la

acción sísmica, y en cuanto a la componente horizontal, aun en los casos más desfavorables, la poca entidad que van a tener las posibles incidencias permiten el no considerarlas.

**APARTADO  
DEROGADO**

## ESQUEMA REGIONAL DE SISMICIDAD



### LEYENDA

- 1 Cámbrico, Silúrico, Devónico
- 2 Triás medio y superior
- 3 Lías-Jurásico
- 4 Cretácico
- 5 Paleógeno continental
- 6 Neógeno continental
- 7 Neógeno marino
- Límite de cuadrante
- Límite de tramo
- ↑↑↑↑ Anticlinal
- ||||| Falta
- ▲▲▲▲ Cabalgamiento
- ..... Contacto entre formaciones
- Carreteras
- Poblaciones
- III --- Isosista máxima en coincidencia con las estructuras
- III Grado de sismicidad



Escala 1:1.000.000

Fig-2 Esquema regional de sismicidad

### 3. ESTUDIO DE ZONAS

#### 3.0. ZONAS DE ESTUDIO

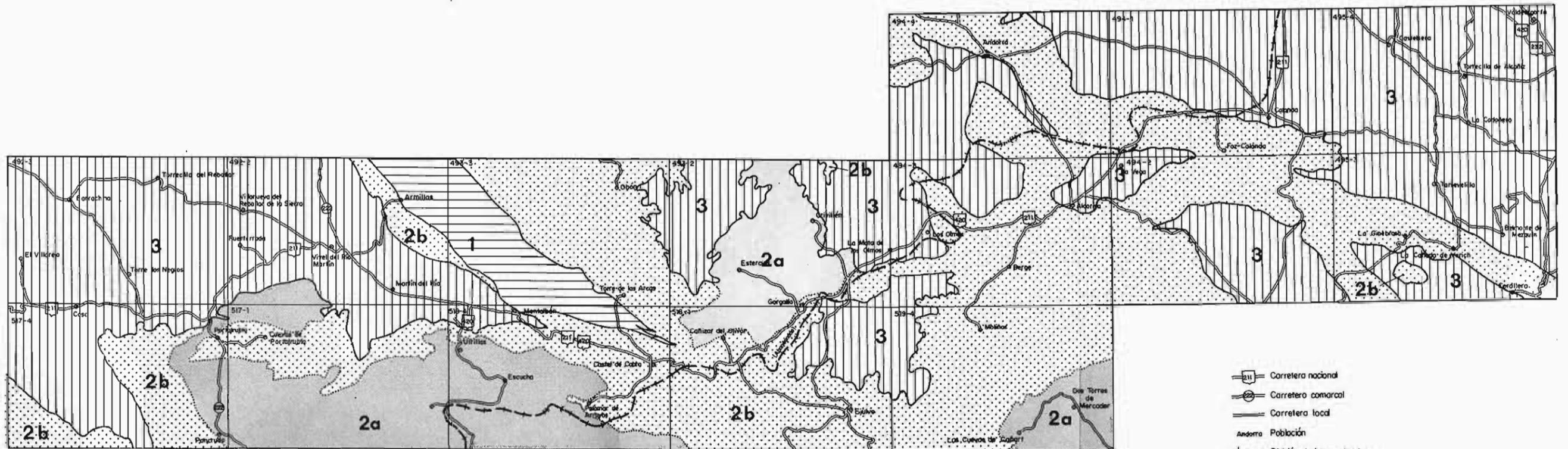
Para una mejor sistematización de este estudio se han diferenciado las zonas relacionadas a continuación y que se muestran en la Fig. 3.

- 1) Serie de Peñarroyas
- 2) Alineaciones montañosas de Portalrubio—Ejulve—Cerollera.
- 3) Cuencas terciarias de Calanda— Vivel del Río Martín.

La Zona 1 es fundamentalmente distinta de las restantes pues está constituida por materiales muy homogéneos en cuanto a su litología aunque presentan varias fases de plegamiento que hacen presentar a la roca una gran variabilidad de rumbos y buzamientos.

La Zona 2 está constituida esencialmente por un conjunto de alternancias de margas, calizas y facies detríticas del Mesozoico y del Paleógeno, con una tectónica de fractura y de plegamiento muy acusada, y en la que se han individualizado dos subzonas atendiendo exclusivamente a su morfología.

La Zona 3 está constituida esencialmente por materiales margo—arenosos con episodios calcáreos o conglomeráticos que originan un paisaje de mesas horizontales entre las que se excavan, con diferentes pendientes, los valles de los ríos.



- Carretera nacional
- Carretera comarcal
- Carretera local
- Población
- División de los cuadrantes de las hojas a E. 1/50.000
- Ferrocarril abandonado
- Límite de zona
- Límite de subzona

Zona 1- Serie de Peñarroya  
 Zona 2- Alineaciones montañosas de Portarubla-Ejube-Cerollero  
 Zona 3- Cuencos terciarios de Calanda-Vivel del Río Martín



Fig- 3 Esquema de distribución de Zonas

### 3.1. ZONA 1: SERIE DE PEÑARROYAS

#### 3.1.1. Geomorfología

Comprende esta Zona una amplia banda de dirección NW—SE situada en la parte central del Tramo, ocupando aproximadamente el 10 por ciento de la superficie total del mismo; la línea de cumbres discurre aproximadamente por el eje de Zona, presentando las mayores altitudes en Aliaga (1.230 m) y Gargayas (1.134 m). Esta alineación montañosa queda cortada transversalmente por el río Martín, que se encaja profundamente en un valle cuyas laderas presentan pendientes del orden de 45° y alturas del orden de 300 m.



Foto 1.— Aspecto de las calizas del grupo 221a sobre la formación pizarrosa del grupo 150. En primer plano formaciones cuaternarias (A1, T1).

Desde el punto de vista geomorfológico se caracteriza la Zona por la gran uniformidad, en conjunto, del sustrato rocoso, pues aunque a escala de afloramiento puede observarse una gran variedad de litotipos (cuarcitas, grauwackas, pizarras) a gran escala se presentan en una alternancia tan compleja que la litofacies en conjunto se puede considerar homogénea. Esta homogeneidad del sustrato se refleja en la morfología muy claramente pues las formas topográficas son en general, redondeadas, sin escarpes bruscos y con una suavización progresiva de las pendientes en las áreas de mayor cota; este hecho parece indicar la presencia de un primitivo relieve existente antes de la deposición de los materiales postpaleozoicos, es decir que la zona debió estar, al menos en parte, emergida antes del Triásico.

#### 3.1.2. Tectónica

La tectónica de la Zona presenta una cierta complejidad habiéndose detectado en ella al menos cuatro fases de deformación aunque solamente dos de ellas aparecen con desarrollo de esquistosidad.

En el corte entre Montalbán y Peñarroyas, especialmente en las proximidades de esta segunda localidad, se ponen claramente de manifiesto las deformaciones anteriormente citadas.

La Fase 1, probablemente correspondiente a la Orogenia Hercínica, es la responsable de pliegues tumbados y/o acostados con vergencia norte y una esquistosidad de flujo acompañante; la dirección de los planos axiales de estos pliegues es aproximadamente



Foto 2.- Aspecto del grupo 221a sobre los materiales de facies Culm del grupo 150.

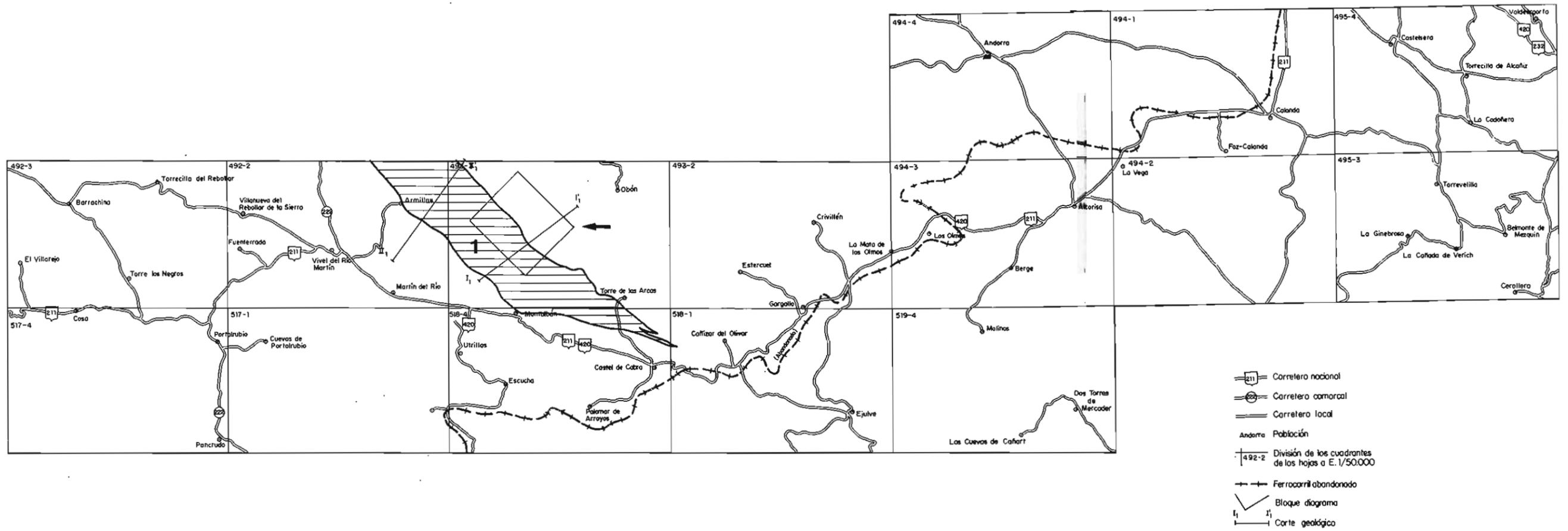
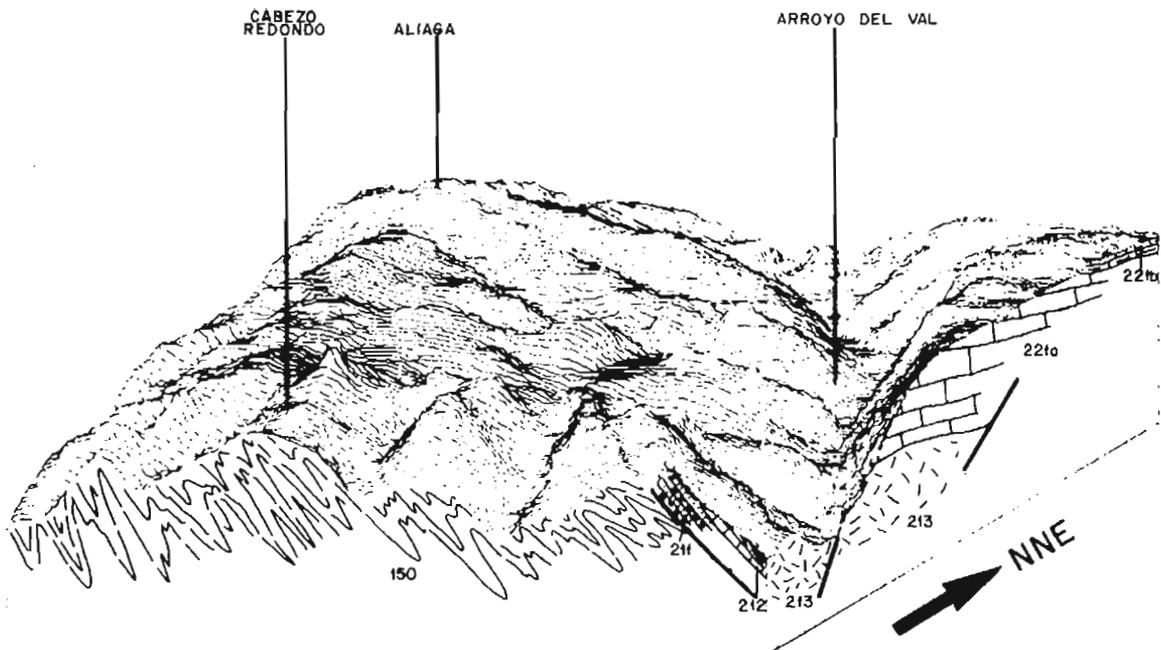


Fig.-4 Esquema de situación de la Zona 1 y sus cortes geológicos



ESCALA 1/50.000

- 150 — Complejo esquistoso grauwáckico de Peñarroyas
- 211 — Conglomerados, areniscas y limolitas de Torre de las Arcas
- 212 — Calizas dolomíticas y margas de Armillas
- 213 — Facies Keuper de Ejulve
- 221a — Calizas y dolomitas de Montalbón
- 221b — Calizas y margas de Loma de Obón

FIG. 5 BLOQUE DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA ZONA 1

N-120°-E que coincide con las direcciones estructurales de la Fase 1 hercínica en el Paleozoico de la Península Ibérica.

La Fase 2, probablemente también corresponda a la Orogenia Hercínica, origina pliegues de plano axial subvertical o ligeramente vergentes al Norte con una esquistosidad de fractura acompañante. La dirección de los planos axiales de estos pliegues es aproximadamente N-140°-E, N-160°-E; probablemente el macizo de Peñarroyas sea estructuralmente un gran anticlinal de esta Fase 2 hercínica.

La Fase 3, correspondiente a la Orogenia Alpina es la responsable de las grandes fracturas de cobijadura que aparecen en el extremo sureste del macizo Paleozoico, con dirección N-140°-E así como de algunos pliegues de tipo cilíndrico con plano axial N-140°-E que se observan en el flanco noreste del anticlinal paleozoico. Las direcciones estructurales de esta Fase corresponden a las observadas en el Sistema Ibérico.

La Fase 4, correspondiente también a la Orogenia Alpina es la responsable de pliegues de tipo cilíndrico con dirección N-60° a N-80°-E que se observan también en el flanco noreste del anticlinal paleozoico. La dirección estructural de estos pliegues coincide con la observada en la Cordillera Costero Catalana.

### 3.1.3. Columna estratigráfica

En la columna estratigráfica que se expone a continuación, viene reflejada la disposición cronológica de los distintos grupos de la Zona, así como su potencia relativa.

Grupo litológico	Grupo geotécnico	Litología	Potencia en metros	Edad
A1	P	Gravas poligénicas con escasa matriz arenosa.	2-6	Cuaternario
a2	P	Gravas poligénicas con matriz areno-limosa.	2-3	Cuaternario
C2	N	Gravas poligénicas con matriz areno-limosa.	2-10	Cuaternario
D2	N	Limos y arenas con gran proporción de gravas calcáreas.	2-6	Cuaternario
T1	M	Gravas poligénicas con matriz arenosa.	2-20	Cuaternario
ac2	P	Gravas poligénicas con matriz areno-limosa.	<2	Cuaternario
VC2	N	Gravas poligénicas con matriz areno-limosa.	2-10	Cuaternario
AV2	P	Gravas poligénicas con matriz areno-limosa.	2-8	Cuaternario
V2	P	Gravas poligénicas con matriz areno-limosa.	2-6	Cuaternario
150	D	Grauwackas gris verdosas, esquistos verdosos y cuarcitas	500	Carbonífero

### CORTE I<sub>1</sub>-I<sub>1</sub>'



- 313a Conglomerados areniscos, limolitas y arcillas de Vive del Río Martín.
- 221a Calizas y dolomías de Montalbón.
- 213 Facies Keuper de Ejuive.
- 150 Complejo esquistograuwáckico de Peñarroyas.
- 211 Conglomerados areniscos y limolitas de Torre de Los Arcos.
- 212 Calizas dolomíticas y margas de Armillas.
- A1 Aluvial del Río Martín.

Escala 1:50.000

### CORTE II<sub>1</sub>-II<sub>1</sub>'



- 313a Conglomerados areniscos, limolitas y arcillas de Vive del Río Martín.
- 232a Calizas y margas de Molinos.
- 231c Facies Utrillas.
- 221a Calizas y dolomías de Montalbón.
- 213 Facies Keuper de Ejuive.
- AC4 Aluvio coluvial de Balsa La Solada.
- 212 Calizas dolomíticas y margas de Armillas.
- 211 Conglomerados areniscos y limolitas de Torre de Los Arcos.
- C6 Coluviones de La Muela de Montalbón.
- 150 Complejo esquistograuwáckico de Peñarroyas.

Escala 1:50.000

Fig. 6.- Cortes geológicos de la Zona I

#### 3.1.4. Grupos litológicos

##### ALUVIAL DEL RIO MARTIN (A1)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por gravas de cantos poligénicos (aunque lo más frecuente es que sean calcáreos), subredondeados o subangulosos, de tamaño entre 5 y 20 cm, aparecen ocasionalmente con una matriz arenosa de color gris—pardo que difícilmente supera el 10 por ciento del total de la formación y que no confiere al conjunto trabazón alguna de los cantos. Se puede considerar caótica la estructura del conjunto sin que aparezca una formación clara de horizontes o concentraciones preferentes de cantos o de matriz. La potencia es muy variable, se puede estimar de 2 a 6 m (fotos 3 y 8).



Foto 3.— Aspecto del aluvial A1. Cuadrante 493-3.

**Comportamiento.**— Material de permeabilidad alta por percolación con buen drenaje superficial y profundo. Los taludes naturales son estables con inclinaciones de hasta 10° y alturas inferiores a 1,5 m; los taludes artificiales se excavan con 20°—30° presentando ligeros desprendimientos.

##### ALUVIAL DEL RIO DE ARMILLAS (A2)

**Litología y estructura.**— Formación constituida por gravas poligénicas con cantos subangulosos de grauwackas, cuarcita y pizarras, englobados en una matriz areno—limosa de color pardo que constituye aproximadamente el 50 por ciento del total de la formación. Los cantos oscilan de 5 a 15 cm por lo general. No se observan concentraciones preferentes de unos u otros términos de la formación, por lo que se puede considerar la estructura como caótica. La potencia total del grupo es de unos 2 m.

**Comportamiento.**— Materiales de permeabilidad media por percolación con buen drenaje superficial y algo más deficiente en profundidad. No es fácil que presenten ningún tipo de problemas debido a su escasa potencia. Presentan taludes naturales estables de 5—10° y 1 m de altura, mientras que los taludes artificiales se pueden excavar con 30°—40° y escasa degradación.

## COLUVIONES DE CABEZO REDONDO (C2)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por gravas poligénicas con cantos angulosos de grauwackas, cuarcitas y pizarras de 5 a 25 cm de diámetro máximo, englobadas en una matriz areno—limosa de color gris—pardo que constituye aproximadamente el 50 por ciento de la formación. No se observan concentraciones preferentes de unos u otros términos de la formación aunque en algunos puntos puede presentarse una cierta segregación de cantos tabulares (generalmente pizarras) en la parte superficial del grupo. La potencia varía de 2 a 10 m (foto 4).



Foto 4.— Aspecto del coluvial C2.

**Comportamiento.**— Materiales de permeabilidad media por percolación, con buen drenaje superficial y algo más deficiente en profundidad. Presentan por lo general poca erosionabilidad. Los taludes naturales son estables con pendientes de hasta 20° y alturas que difícilmente superan los 10 m; los taludes artificiales pueden excavarse con 40° presentando muy escasa degradación.

## TERRAZAS DEL RIO MARTIN (T1)

**Litología y estructura.**— Formación constituida por gravas poligénicas (aunque lo más frecuente es que sean calcáreas en su mayoría) redondeadas o subredondeadas, de hasta 15 cm de diámetro máximo y generalmente con trama cerrada; aparecen englobadas en una matriz arenosa de grano fino a medio que constituye el 30-40 por ciento del total de la formación. En algunos puntos se pueden observar dentro de la formación lentejones arenosos que por regla general no llegan a alcanzar 1 m de potencia. La potencia máxima del conjunto puede estimarse en 15 m (foto 5).

**Comportamiento.**— Son materiales de permeabilidad alta por percolación, con buen drenaje tanto superficial como profundo, presentan generalmente erosionabilidad alta. Los taludes naturales observados son subhorizontales y estables, y los desmontes se han tallado con 45°–50° y alturas de 1-2 m presentando siempre importantes degradaciones.



Foto 5.— Aspecto de la terraza T1.

#### CONOS DE DEYECCION DE PEÑARROYAS (D2)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por un conjunto caótico de limos y arenas gris—pardo con una importante proporción de gravas esencialmente calcáreas, subangulosas, grises o pardas que en algunas ocasiones pueden ocupar hasta el 60 por ciento del total de la formación; estas gravas se encuentran generalmente dispersas en la masa, constituyendo cuando mucho trama subcerrada; el tamaño de los cantos no suele superar los 10 cm y son frecuentes en ellos las formas tabulares o con caras concoideas. La potencia del conjunto difícilmente supera los 6 m.

**Comportamiento.**— Conjunto de permeabilidad media a baja por percolación, con buen drenaje superficial y algo más deficiente en profundidad; presentan erosionabilidad alta. Los taludes naturales estables observados alcanzan pendientes de  $15^\circ$  y alturas del orden de 10 m; los desmontes se han tallado a  $45^\circ$  con alturas de 2—3 m presentando en todo caso degradaciones importantes.

#### SUELOS ELUVIALES DE ALIAGA (V2)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por gravas poligénicas con cantos subangulosos de grauwackas, cuarcitas y pizarras, aunque son más frecuentes estos últimos; estas gravas forman aproximadamente el 50 por ciento del total de la formación y se encuentran dispersas (sin llegar a constituir trama subcerrada) en una matriz areno—limosa aunque con mayor proporción de la fracción limosa. La potencia de la formación no sobrepasa los 6 m.

**Comportamiento.**— Materiales de permeabilidad media a baja por percolación, con drenaje superficial aceptable y más deficiente en profundidad, presentan erosionabilidad elevada. Los taludes naturales observados son subhorizontales y los desmontes existentes se han tallado con pendientes de  $30^\circ$ — $40^\circ$  y alturas de 1—2 m, presentando en todo caso una degradación importante.

#### SUELOS ALUVIO—COLUVIALES DE LA ERMITA DEL PILAR (AC2)

**Litología y estructura.**— Formación constituida por gravas poligénicas con cantos

subangulosos de grauwackas, cuarcitas y pizarras, estos últimos más abundantes de hasta 10 cm de diámetro máximo y que forman aproximadamente el 50 por ciento del grupo (sin llegar a constituir trama subcerrada); se encuentran dispersos en una matriz areno-limosa de color gris-pardo. Se observa en algunos puntos una cierta segregación de cantos (esencialmente de pizarras) hacia el techo de la formación, y en ocasiones, un tránsito gradual hacia las formas alteradas del grupo 150. La potencia de la formación es siempre inferior a los 2 m.

**Comportamiento.**— Materiales de permeabilidad media-baja por percolación, con buen drenaje superficial aunque algo más deficiente en profundidad. No es fácil que presenten ningún tipo de problemas debido a su escasa potencia. Presentan taludes naturales estables próximos a los 10° y 1 m de altura, mientras que los desmontes se pueden excavar, con 30°-40° con alturas menores de 2 m presentando una apreciable degradación.

#### SUELOS ALUVIO-ELUVIALES DE LA FUENTE DE LA NOGUERA (AV2)

**Litología y estructura.**— Formación constituida por gravas poligénicas con cantos subangulosos de grauwackas, cuarcitas y pizarras (con predominio de estos últimos) de hasta 15 cm de diámetro máximo y que constituyen aproximadamente el 50 por ciento del grupo sin llegar a formar trama subcerrada; estas gravas se encuentran dispersas en una matriz areno-limosa de color gris-pardo en la que la fracción fina es más abundante hacia la base del grupo. No se observan concentraciones preferentes de cantos, mientras que sí es apreciable, en algunos puntos, un tránsito gradual hacia las formas alteradas del grupo 150. La potencia de la formación no suele alcanzar los 8 m.

**Comportamiento.**— Materiales de permeabilidad media a baja por percolación, con drenaje superficial aceptable y algo más deficiente en profundidad, presentan erosionabilidad elevada. Los taludes naturales observados no sobrepasan los 10° con alturas de 4-5 m; los desmontes existentes se han excavado con inclinaciones de 30-35° y alturas de 1-2 m, presentando degradaciones importantes.

#### SUELOS ELUVIO-COLUVIALES DE ALIAGA (VC2)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por gravas poligénicas, con cantos subangulosos de grauwackas, cuarcitas y pizarras de hasta 20 cm de diámetro máximo, y que constituyen aproximadamente el 50 por ciento del grupo (aunque en ningún caso llegan a formar trama subcerrada). Estas gravas están dispersas en una matriz areno-limosa, en la que la fracción limosa es casi siempre mayoritaria. Se observa, por lo general, una segregación de cantos hacia la superficie del grupo y un tránsito gradual hacia las formas alteradas del grupo 150. La potencia total de la formación no alcanza, por lo general, los 10 m de potencia.

**Comportamiento.**— Materiales de permeabilidad media a baja por percolación, con buen drenaje superficial y algo más deficiente en profundidad que presentan erosionabilidad elevada. Los taludes naturales observados no sobrepasan los 20° con alturas de 8-10 m, los desmontes existentes se han tallado con inclinaciones de 30-35° y alturas de 2-3 m presentando degradaciones importantes.

#### COMPLEJO ESQUISTO-GRAUWACKICO DE PEÑARROYAS (150)

**Litología.**— Grupo constituido por una alternancia irregular de: 1) grauwackas gris-versoso dispuestas en lechos y capas de hasta 1,8 m de potencia, con segregaciones de cuarzo en diques de hasta 10 cm de potencia; 2) esquistos y pizarras verdes o pardas, muy arenosas y con una foliación muy desarrollada, y 3) cuarcitas grises o azuladas, de grano fino, en lechos, con segregación de diques de cuarzo de hasta 5 cm. La potencia del conjunto puede estimarse en 500 m.



Foto 6.— Charnela de pliegue acostado en la formación 150. Cuadrante 493-3.

**Estructura.**— Aparece este grupo, dentro del Tramo, formando una estructura anticlinal de plano axial subvertical, con dirección N-140°-E que presenta los bordes sur y suroeste fuertemente tectonizados y cabalgando localmente a las formaciones mesozoicas. Dentro de las pizarras pueden observarse al menos dos fases de deformación que no afectan a los materiales mesozoicos suprayacentes y que confieren al grupo una gran variabilidad de rumbos y buzamientos.

**Comportamiento.**— La permeabilidad del grupo puede calificarse de media a baja por fisuración, siendo aceptable el drenaje superficial de las áreas ocupadas por él. En la parte superficial alterada cuyo alcance en profundidad es muy variable, y en las áreas de tectonización intensa puede considerarse como un grupo ripable. En los desmontes existentes, con alturas de 3-4 m e inclinaciones de 70° se observan problemas de desprendimientos de importancia muy variable; así mismo se pueden producir deslizamientos en algunas áreas en las que la pendiente topográfica pueda coincidir con la pendiente estructural. Se han observado taludes naturales estables de alturas superiores a los 40 m y con inclinaciones que difícilmente alcanzan los 45° (fotos 7 y 8). Es de señalar la plasticidad de los materiales procedentes de la alteración, a veces intensa, del grupo, que puede plantear problemas de estabilidad y de corrimientos. En las zonas marginales del grupo se han observado las laderas recubiertas de grandes bloques de arenisca y/o de conglomerados, del grupo 211, que están en situación generalmente inestable.



Foto 7.— Taludes artificiales cortados en el grupo 150. Cuadrante 493-3.



Foto 8.— Aspecto del aluvial A1. Pequeño talud artificial excavado en el grupo 150, bajo las casas. Cuadrante 494-3.

### 3.1.5. Grupos Geotécnicos

Dentro de la presente Zona los grupos litológicos anteriormente descritos se pueden agrupar, por afinidades de comportamiento, en los grupos geotécnicos que a continuación se citan:

- D: Materiales pizarrosos, que incluye únicamente al grupo 150.
- M: Formaciones asimilables a suelos no cohesivos, que incluye únicamente al grupo T1.
- N: Formaciones asimilables a suelos blandos en general; constituido por los siguientes grupos litológicos: C2, D2, y VC2.
- P: Suelos aluviales; constituidos por los grupos litológicos: A1, A2, AV2, V2 y AC2.

### 3.1.6. Resumen de problemas de comportamiento que presenta la Zona

Debido a la gran extensión superficial que presentan los materiales del grupo 150 (pizarras y grauwacas) son los que mayor incidencia van a tener en la Zona frente a la construcción de obras viales. Los principales problemas que se pueden presentar son: desprendimientos por erosión diferencial o deslizamientos a favor de cuestas estructurales.

En los materiales cuaternarios el principal problema es el de la plasticidad de algunos suelos eluviales en los que puede originar fenómenos de asiento o de estabilidad.

### 3.2. ZONA 2: ALINEACION MONTAÑOSA DE PORTALRUBIO—EJULVE—CEROLLERA

#### 3.2.1. Geomorfología

La presente Zona aparece delimitada por dos recintos morfológicos bien definidos aunque íntimamente relacionados entre sí que se han denominado respectivamente: formaciones detríticas de Utrillas—Estercuel (subzona a) y Sierra de San Just—La Ginebrosa, (subzona b).

**Subzona a.**— Está constituida esta subzona por un conjunto de amplios valles de fondo aproximadamente plano, cuya cota media oscila alrededor de 1.000 m y cuyas laderas relativamente abruptas (con pendientes de hasta 70°) oscilan entre los 50 y 300 m de altura sobre el fondo del valle, (foto 9). Aparecen, estos valles, surcados por cursos de agua de relativa continuidad aunque de caudal bastante limitado que discurren en dirección SO—NE o S—N y que son en su totalidad afluentes o subafluentes del río Martín, entre estos ríos cabe destacar los siguientes: Mena, Estercuel y Escuriza.



Foto 9.— Aspecto de la subzona 2a en las proximidades de Gargallo.

En los valles de Pancrudo y Estercuel su fondo y laderas están ocupados por materiales de facies Utrillas (grupo 231c), en tanto que la coronación de las laderas son materiales calcáreos del grupo 232a que presentan una mayor resistencia a la erosión y dan unas laderas cóncavas de curvatura muy uniforme. En el resto de los valles (Utrillas y Portalrubio), en el fondo, aparecen promontorios rocosos de materiales jurásicos y/o aptenses, así como materiales de la facies Weald que confieren una mayor variedad litológica y por tanto también morfológica a estos recintos, mientras que las laderas presentan la misma tendencia general de formas cóncavas que los valles de Pancrudo y Estercuel y están coronadas por materiales calcáreos del grupo 232 a.

**Subzona b.**— Está constituida por un conjunto de sierras esencialmente calcáreas cuya línea de cumbre lleva aproximadamente dirección E—W con cotas máximas en la parte centro sur del Tramo (San Just, 1.522 m, Majalinos, 1.613 m) y que disminuyen rápidamente hacia el Oeste (1.494 m en el extremo suroeste del Tramo) y hacia el Este (890 m en La Ginebrosa). La morfología de la subzona está directamente influenciada por la litología y la estructura, y son fundamentalmente los materiales calcáreos los que van a marcar las alineaciones montañosas más importantes. La red fluvial está generalmente poco desarrollada pues únicamente aparece más desarrollado el valle del río Guadalopillo que se encaja en materiales de la facies Keuper dando un valle en artesa bastante amplio.

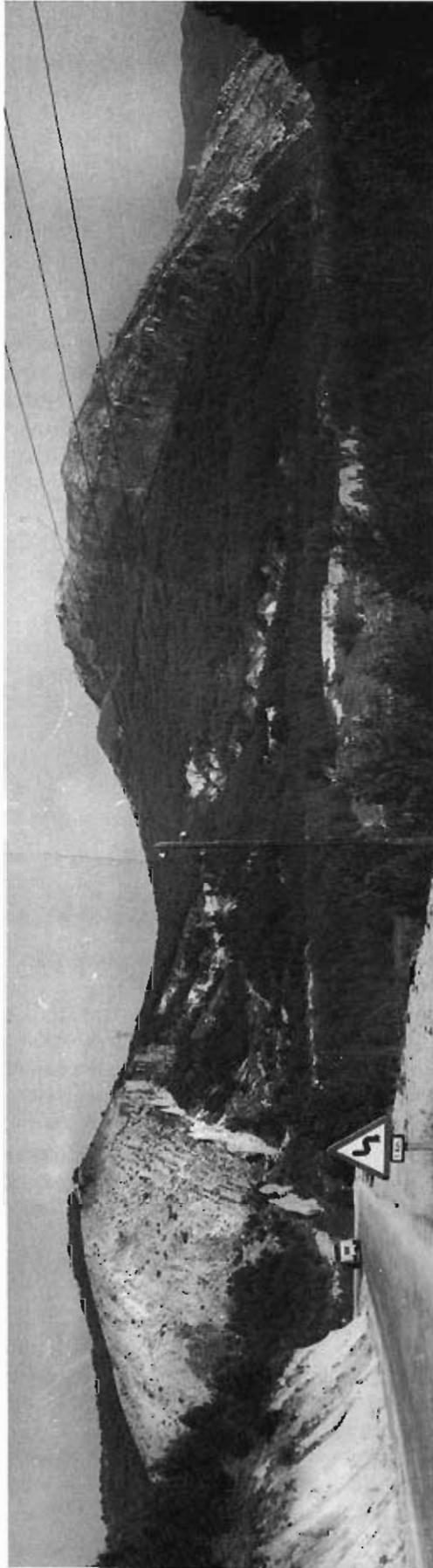
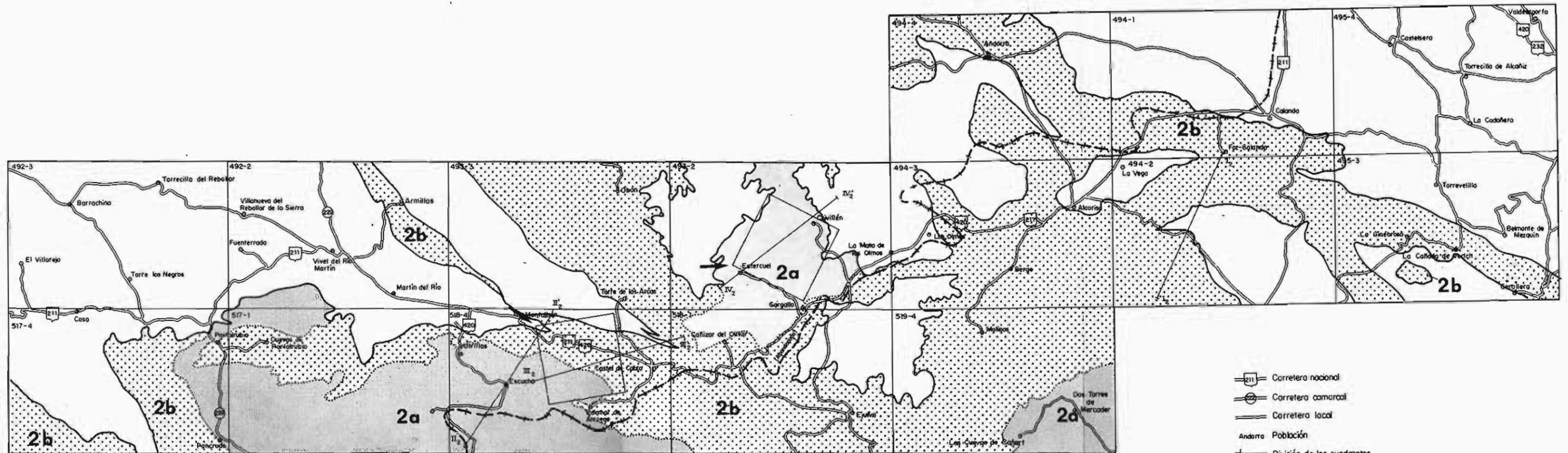


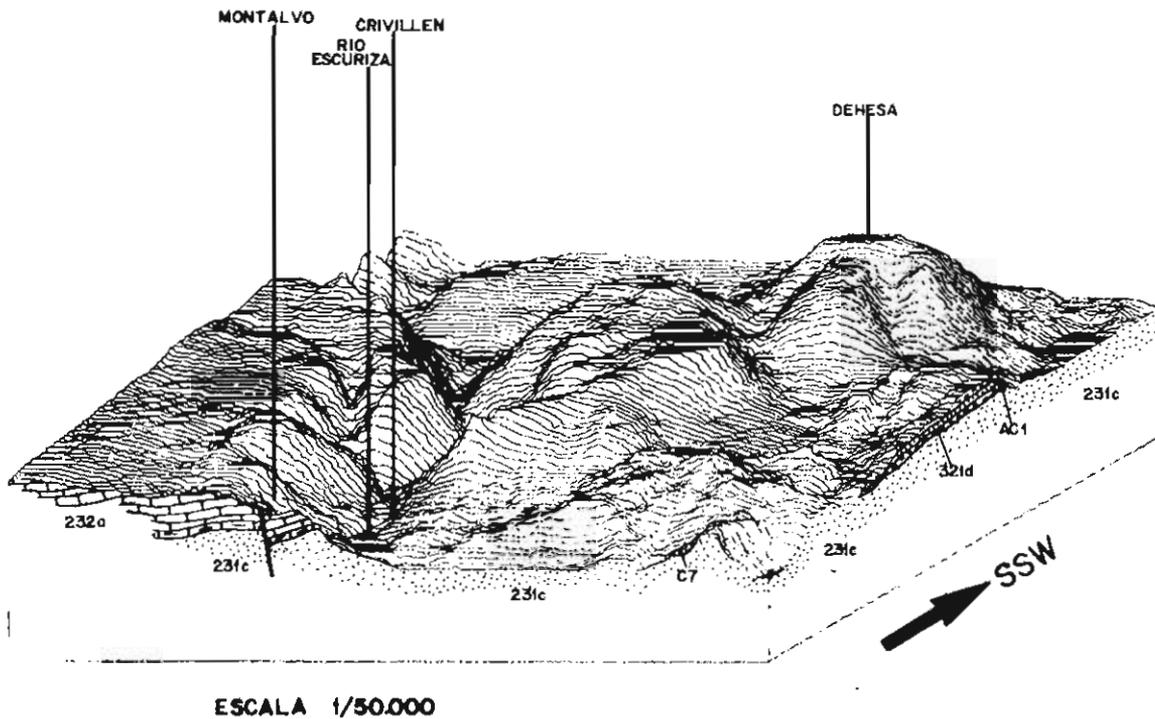
Foto 10.- Cabalgamientos y fracturas en la subzona 2b.



- 211 — Carretera nacional
- 420 — Carretera provincial
- — Carretera local
- Andorra Población
- 492-2 División de los cuadrantes de las hojas a E. 1/50.000
- + — Ferrocarril abandonado
- ∨ Bloque diagrama
- — Carte geológica



Fig-7 Esquema de situación de la Zona 2 y sus cortes geológicos



231c—Facies Utrillas

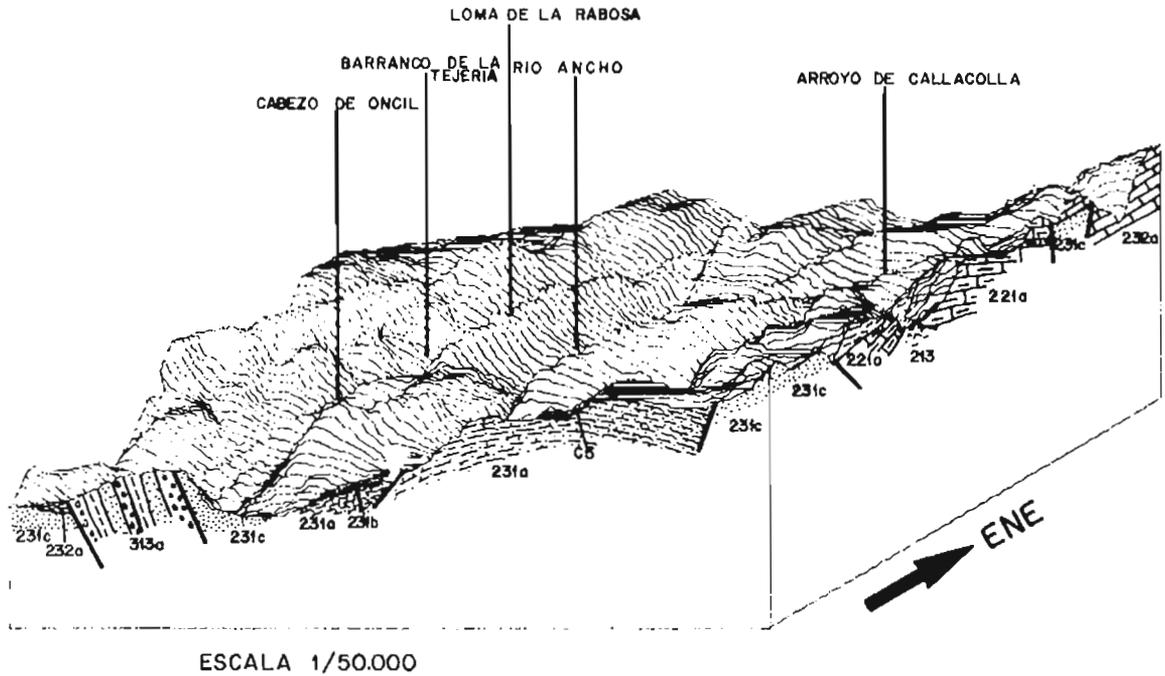
232a—Calizas y margas de Molinos

321d—Conglomerados, areniscas, limolitas y arcillas de Castelserás

C7 —Coluviones de Gargallo

AC1 —Aluvio-coluviales de Dos Torres de Mercader

FIG. 8 BLOQUE DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA ZONA 2o



- 213 —Facies Keuper de Ejulve
- 221a —Calizas y dolomías de Montalbán
- 231a —Facies Weald de Escucha
- 231b —Calizas arenosas y margas de Cuevas de Portalrubio
- 231c —Facies Utrillas
- 232a —Calizas y margas de Molinos
- 313a —Conglomerados, areniscas, limolitas y arcillas de Vival del Río Martín
- C5 —Coluviones de Godos

FIG. 9 BLOQUE DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA ZONA 2b



### 3.2.2. Tectónica

Los materiales que afloran en este dominio pertenecen al Mesozoico, Terciario y Cuaternario y están constituidos esencialmente por calizas, margas y algunos episodios detríticos más o menos compactos. Estos materiales han sido afectados al menos por dos fases de movimientos pertenecientes a la Orogenia Alpídica.

Existe una fase de movimientos que da un conjunto de estructuras típicas del Sistema Ibérico en dirección NO–SE y que producen un conjunto de fracturas (desgarres y cabalgamientos) de dirección aproximada N–140°–E que afectando al zócalo originan una fragmentación de la cobertera mesozoica en bloques casi perfectamente individualizados; acompañando a estas fracturas se producen una serie de pliegues cilíndricos que afectan incluso al zócalo y que tienen aproximadamente la misma dirección axial (N–140°–E).

Una segunda fase de movimientos, dando estructuras de dirección aproximada E–O, pertenece también a la Orogenia Alpina aunque por sus características estructurales puede considerarse como perteneciente a las Catalánides. Esta fase es la responsable de un conjunto de fracturas (generalmente cabalgamientos) que afectan más frecuentemente a la mitad oriental del Tramo y cuya dirección oscila de N–100°–E a N–110°–E, así mismo se puede considerar como responsable de pliegues de dirección aproximada E–O (anticlinal de Escucha).

Todos estos movimientos son más fácilmente observables en la subzona b; mientras que en la subzona a las estructuras son menos visibles por estar constituida fundamentalmente por materiales poco consistentes en los que es difícil observar la deformación (facies Weald y Utrillas).

### 3.2.3. Columna estratigráfica

En la columna que a continuación se establece vienen señalados los distintos grupos litológicos y geotécnicos definidos en la Zona.

Grupo litológico	Grupo geotécnico	Litología	Potencia en metros	Edad
A1	P	Gravas poligénicas con escasa matriz arenosa.	2–6	Cuaternario
A3	P	Gravas poligénicas con matriz arenosa.	2–20	Cuaternario
A4	P	Limos y arcillas con cantos de calizas y/o yesos.	2–7	Cuaternario
A5	P	Arcillas limosas y/o limos arcillosos con cantos de arenisca y/o calizas.	3–6	Cuaternario
A6	P	Gravas calcáreas y matriz limo–arcillosa.	2–10	Cuaternario
A7	P	Arenas limosas y limos arenosos con cantos dispersos de caliza y/o arenisca.	2–10	Cuaternario
C1	M	Gravas poligénicas con escasa matriz arenosa.	2–6	Cuaternario
C3	M	Gravas poligénicas con matriz arenosa.	2–20	Cuaternario
C4	N	Limos y arcillas con cantos de caliza y/o yesos.	2–7	Cuaternario
C5	N	Arcillas limosas y/o limos arcillosos con cantos de arenisca y/o caliza.	3–6	Cuaternario
C6	O	Gravas calcáreas y matriz limo–arcillosa.	2–10	Cuaternario
C7	N	Arenas limosas y limos arenosos con cantos dispersos de caliza y/o arenisca.	2–10	Cuaternario
C8	O	Gravas calcáreas de matriz areno–limosa.	8	Cuaternario
D1	M	Gravas poligénicas con matriz arenosa.	2–10	Cuaternario
D2	N	Limos y arenas con proporción de gravas calcáreas.	2–6	Cuaternario
T1	M	Gravas poligénicas con matriz arenosa.	2–20	Cuaternario
AC1	N	Gravas poligénicas con escasa matriz arenosa.	2–6	Cuaternario
AC3	M	Gravas poligénicas con matriz arenosa.	2–20	Cuaternario

Grupo litológico	Grupo geotécnico	Litología	Potencia en metros	Edad
AC4	N	Limos y arcillas con cantos de caliza y/o yesos.	2-7	Cuaternario
AC5	N	Arcillas limosas y/o limos arcillosos con cantos de arenisca y/o caliza.	3-6	Cuaternario
AC6	O	Gravas calcáreas y matriz limo-arcillosa.	2-10	Cuaternario
VC1	N	Gravas poligénicas con escasa matriz arenosa.	2-6	Cuaternario
VC4	N	Limos y arcillas con cantos de caliza y/o yesos.	2-5	Cuaternario
VC5	N	Arcillas limosas y/o limos arcillosos con cantos de arenisca y/o caliza.	3-6	Cuaternario
VC6	O	Gravas calcáreas y matriz limo-arcillosa.	2-10	Cuaternario
AV1	P	Gravas poligénicas con escasa matriz arenosa.	2-6	Cuaternario
AV3	P	Gravas poligénicas con matriz arenosa.	2-20	Cuaternario
AV4	P	Limos y arcillas con cantos de caliza y/o yesos.	2-7	Cuaternario
AV5	P	Arcillas limosas y/o limos arcillosos con cantos de areniscas y/o caliza.	3-6	Cuaternario
AV6	P	Gravas calcáreas y matriz limo-arcillosa.	2-10	Cuaternario
V1	P	Gravas poligénicas con escasa matriz arenosa.	2-6	Cuaternario
V4	P	Limos y arcillas con cantos de caliza y/o yesos.	2-7	Cuaternario
V5	P	Arcillas limosas y/o limos arcillosos con cantos de arenisca y/o caliza.	3-6	Cuaternario
V6	P	Gravas calcáreas y matriz limo-arcillosa.	2-10	Cuaternario
321d	G	Conglomerados de cantos calcáreos, areniscas de grano fino y limolitas con fracciones arcillosas.	500	Mioceno
321a	K	Conglomerados poligénicos, areniscas de grano medio y arcillas ocasionalmente yesíferas.	120	Mioceno
313a	I	Conglomerados poligénicos, areniscas de grano grueso y proporciones variables de arcillas.	250	Oligoceno
312d	J	Margas yesíferas blancas y yesos sacaroideos blancos.	40	Eoceno
312c	I	Conglomerados de cantos calcáreos; arenisca de grano grueso y arcillas arenosas.	400	Eoceno
312b	H	Conglomerados poligénicos lenticulares con niveles margo-arenosos.	70	Eoceno
312a	H	Margas blancas cohesivas con calizas blancas y grises.	80	Eoceno
232b	E	Calizas cristalinas blancas o grises y calizas dolomíticas.	100	Senoniense
232a	F	Calizas blancas o amarillentas y margas arenosas grises.	180	Cenomaniense-Turonense
231c	B	Arcillas, margas arenosas con lignitos y arenas y areniscas con cantos de cuarzo.	350	Albiense
231b	H	Calizas arenosas y margas detríticas verdosas.	50	Aptense
231a	C	Arcillas arenosas y areniscas ferruginosas rojas.	50	Barremiense
222b	H	Calizas micríticas y margas arenosas beige.	100	Malm
222a	E	Calizas espáticas y calizas dolomíticas blancas.	100	Dogger
221c	K	Margas amarillentas con intercalaciones de calizas margosas.	40	Toarciense
221b	H	Calizas micríticas, calizas nodulosas fosilíferas y margas calcáreas blancas.	80	Pliensbachiense
221a	F	Calizas dolomíticas y dolomías.	180	Retiense-Hettangiense
213	A	Arcillas margosas, arenosas y/o yesíferas.	100	Keuper
212	E	Calizas dolomíticas y dolomías y margas arcillosas.	120	Muschelkalk
211	E	Conglomerados cuarcíticos, areniscas micáceas y limolitas rojas.	200	Buntsandstein



#### 3.2.4. Grupos litológicos

##### ALUVIAL DEL RIO MARTIN (A1)

Grupo descrito en la Zona 1, apartado 3.1.4., por su mayor desarrollo en ella.

##### ALUVIAL DEL RIO BERGANTES (A3)

Grupo descrito en la Zona 3, apartado 3.3.4., por su mayor desarrollo en ella.

##### ALUVIAL DEL RIO PANCRUDO (A4)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por limos arcillosos de color gris—pardo, aunque ocasionalmente son rojizos, que incluyen cantos y bloques irregulares de caliza y/o caliza margosa dispersos en la masa y siempre claramente minoritarios; ocasionalmente se encuentran yesos dispersos en la masa. Los cantos, generalmente, aparecen sueltos o ligeramente trabados, pero sin llegar a constituir en ningún caso trama subcerrada. No se observan concentraciones preferentes de uno u otro componente de la serie ni segregaciones importantes de yesos o cantos. La potencia del conjunto no supera los 7 m.

**Comportamiento.**— Materiales de permeabilidad baja, con drenaje superficial aceptable pero deficiente en profundidad, es posible que se puedan producir encharcamientos en algunas áreas deprimidas, así como problemas derivados de la presencia de sulfatos diseminados en la masa. Los taludes naturales observados son generalmente subhorizontales; los desmontes existentes se excavan con pendientes de hasta 40° y alturas de 1–2 m presentando en ocasiones pequeños deslizamientos y en todo caso una degradación importante.

##### ALUVIAL DE CAÑIZAR DEL OLIVAR (A5)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por arcillas limosas y/o limos arcillosos de color gris verdoso o crema que incluyen cantos subredondeados de arenisca, caliza y caliza margosa dispersos en la masa y que constituyen aproximadamente un 20 por ciento del total de la formación; por lo general se encuentran sueltos o ligeramente trabados sin llegar a constituir, en ningún caso, trama subcerrada. No se han observado concentraciones preferentes de uno u otro componente de la formación; a escala cartográfica, aunque estas variaciones sí son muy frecuentes a escala de afloramiento. La potencia de la formación no suele sobrepasar los 6 m.

**Comportamiento.**— Materiales de permeabilidad baja, con drenaje superficial aceptable y muy deficiente en profundidad por lo que pueden producirse encharcamientos en algunas áreas deprimidas. Los taludes naturales observados apenas alcanzan los 10° de inclinación con alturas de 4–5 m, mientras que los desmontes se cortan a 50°–60° y 1–2 m de altura, presentando una intensa degradación y siendo posible en ellos los deslizamientos.

##### ALUVIAL DEL RIO DE COSA (A6)

Grupo descrito en la Zona 3, apartado 3.3.4., por su mayor importancia en ella.

##### ALUVIAL DEL BARRANCO DE VALDEPUERTAS (A7)

**Litología y estructura.**— Formación constituida por arenas limosas y/o limos arenosos de color ocre que puede incluir proporciones variables de arcillas blancas muy

plásticas. Dispersos en la masa hay cantos de caliza y/o arenisca con tamaños que oscilan generalmente de 5 a 15 cm de diámetro; estos cantos constituyen aproximadamente el 20 por ciento del total de la formación y se encuentran generalmente sueltos. No se observan, a escala cartográfica, concentraciones preferentes de unos u otros componentes de la formación, por lo que se puede considerar la estructura como caótica. La potencia total del grupo oscila de 2 a 7 m.

**Comportamiento.**— Materiales de permeabilidad baja a media, con drenaje superficial aceptable y más deficiente en profundidad. Los taludes naturales observados son prácticamente subhorizontales y sin presentar movimientos apreciables; los desmontes se han observado tallados a 35° con 1–2 m de altura y con una intensa degradación.

#### COLUVIALES DE CERRO AGUDO (C1)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por gravas, esencialmente calcáreas, subangulosas de color gris, que forman trama cerrada o subcerrada; el tamaño de los cantos difícilmente supera los 30 cm de diámetro máximo, predominando en ellos las formas tabulares o las formas prismáticas con caras concoideas. En algunos puntos existe una matriz esencialmente arenosa que no alcanza a constituir el 10 por ciento del total de la formación. La potencia total del grupo es de unos 5 m (foto 11).



Foto 11.— Aspecto superficial del coluvial C1, desarrollado sobre el grupo 231b. Cuadrante 493-3.

**Comportamiento.**— Materiales de permeabilidad alta por fisuración con buen drenaje tanto superficial como profundo. Los taludes naturales observados permanecen estables con inclinaciones de 15°, mientras que los desmontes excavados a 30°–35° con alturas de 1–2 m, presentan desprendimientos y una degradación muy intensa.

#### COLUVIONES DE VILLANUEVA DEL REBOLLAR DE LA SIERRA (C3)

Grupo descrito en la Zona 3, apartado 3.3.4., por su mayor desarrollo en ella.

#### COLUVIONES DE ALPEÑES (C4)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por limos arcillosos de color gris pardo, aunque ocasionalmente son rojizos que incluyen dispersos en la masa cantos y bloques

irregulares de caliza y/o caliza margosa de color gris; estos cantos son siempre minoritarios; en ocasiones se encuentran, así mismo, yesos dispersos en la masa. Los cantos generalmente aparecen sueltos o ligeramente trabados, pero sin llegar a constituir en ningún caso trama subcerrada. En algunos puntos se observan concentraciones preferentes de yesos y/o de cantos pero a escala de afloramiento, así mismo se aprecia una segregación de cantos hacia la parte basal de la formación. La potencia del conjunto es de 2–6 m.

**Comportamiento.**— Materiales de permeabilidad baja, con drenaje superficial aceptable, pero más deficiente en profundidad; cabe la posibilidad de que se produzcan encharcamientos en algunas áreas más deprimidas, así como problemas derivados de la presencia de sulfatos diseminados en la masa. Los taludes naturales observados presentan inclinaciones de  $10^{\circ}$ – $20^{\circ}$  y alturas de 10–15 m; los desmontes se han tallado a  $40^{\circ}$  con degradación intensa y deslizamientos muy frecuentes, (foto 12).



Foto 12.— Desprendimientos en el grupo C4.

#### COLUVIONES DE GODOS (C5)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por arcillas limosas y/o limos arcillosos de color gris–verdoso o crema, que incluyen cantos subredondeados de arenisca, caliza y caliza margosa dispersos en la masa y que constituyen aproximadamente un 20 por ciento del total de la formación (foto 13); estos cantos, por lo general, se encuentran sueltos o poco trabados y no llegan a constituir, en ningún caso, trama subcerrada. Se observan concentraciones preferentes de cantos en los términos basales de la formación, así como concentraciones preferentes de uno u otro componente de la formación a escala de afloramiento. La potencia del conjunto oscila de 3 a 6 m.

**Comportamiento.**— Son materiales de permeabilidad baja, con drenaje superficial aceptable y muy deficiente en profundidad, y con plasticidad generalmente alta. Se observan numerosos, aunque pequeños, deslizamientos en esta formación y se presentan numerosos problemas de estabilidad en los desmontes que superen los 3 m de altura. Los taludes naturales observados presentan pendientes de hasta  $30^{\circ}$  y alturas de 8–10 m; se han observado desmontes de 2–3 m, con pendientes de  $50^{\circ}$ – $60^{\circ}$ , con frecuentes movimientos y una intensa degradación.



Foto 13.— Aspecto superficial del coluvial C5.

#### COLUVIONES DE LA MUELA DE MONTALBAN (C6)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por gravas predominantemente calcáreas, con cantos angulosos o subangulosos empastados en una matriz limo—arcillosa de color ocre, que constituye aproximadamente el 50 por ciento de la formación. Los cantos, de hasta 8—10 cm de diámetro máximo, forman trama subcerrada o cerrada. Ocasionalmente aparecen niveles internos ligeramente cementados por carbonatos, y en algunos puntos presentan una ligera segregación de cantos gruesos que se acumulan, por gravedad, en la base de los coluviones. Existe una acusada variabilidad de la proporción de cantos y matriz, en toda la extensión del Tramo. La potencia del conjunto oscila de 2 a 10 m, (foto 14).



Foto 14.— Aspecto del coluvial C6.

**Comportamiento.**— Material frecuentemente explotado como zahorra al pie de los escarpes calizos, donde la trama de cantos es generalmente cerrada. Presenta una permeabilidad media (alta en algunos puntos) por percolación, con buen drenaje, tanto superficial como profundo. Presentan erosionabilidad baja pese a la débil trabazón de los cantos. Los taludes naturales permanecen estables con alturas de 10–15 m y con inclinaciones de 30°–40°, los desmontes existentes se excavan con inclinaciones de 70° y 3–4 m de altura con muy escasa degradación.

#### COLUVIONES DE GARGALLO (C7)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por arenas limosas y limos arenosos de color ocre, con proporciones variables de uno u otro componente, que puede incluir proporciones variables de arcillas versicolores plásticas. Dispersos en la masa, hay cantos de caliza y/o arenisca subredondeados o subangulosos con tamaños que oscilan de 5 a 20 cm de longitud y que constituyen aproximadamente un 20 por ciento del total de la formación, en la que se encuentran generalmente sueltos. A escala cartográfica no se observan concentraciones preferentes de uno u otro componente de la formación, aunque sí son bastante frecuentes a escala de afloramiento. La potencia total del grupo oscila de 2 a 10 m (foto 15).



Foto 15.— Aspecto de un nivel arenoso en el grupo C7.

**Comportamiento.**— Se trata de un grupo de permeabilidad baja a media, con drenaje superficial aceptable y algo más deficiente en profundidad, lo que puede originar encharcamientos en las áreas deprimidas. Los taludes naturales observados presentan inclinaciones de hasta 30° con alturas de 10–15 m; los desmontes se han excavado con inclinaciones de hasta 35° con una degradación relativamente rápida.

#### COLUVIONES DE LA MUJELA DE MFRADER (C8)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por gravas, esencialmente calcáreas, y bloques (hasta 5 m<sup>3</sup>), de caliza y/o conglomerados de cantos calcáreos de gran tamaño englobados en una matriz areno-limosa de color ocre, que constituye aproximadamente el 30–40 por ciento del total de la formación. Los cantos de caliza son hasta 20–25 cm de diámetro máximo y forman trama cerrada o subcerrada; en algunos puntos se puede

observar una cierta segregación de cantos gruesos y de bloques que se acumulan en la parte inferior del grupo. Existe una acusada variabilidad de la proporción de cantos y de matriz en toda la extensión del Tramo. La potencia del conjunto difícilmente supera los 8 m, (foto 16).



Foto 16.— Aspecto parcial de los coluviones del grupo C8.

**Comportamiento.**— Estos materiales tienen una permeabilidad media (alta en algunos puntos) por percolación, con buen drenaje tanto superficial como profundo. Pueden presentarse problemas de ripado por la presencia de grandes bloques de caliza y/o conglomerado. Los taludes naturales observados presentan inclinaciones de hasta 70° con escasa degradación aunque con un cierto riesgo de desprendimientos.

#### CONOS DE DEYECCION DE MARTIN DEL RIO (D1)

Grupo descrito en la Zona 3, apartado 3.3.4., por su mejor representación en ella.

#### CONOS DE DEYECCION DE PEÑARROYAS (D2)

#### TERRAZAS DEL RIO MARTIN (T1)

Grupos descritos en la Zona 1, apartado 3.1.4. por su mejor representación en ella.

#### FLUVIALES DE CABEZO DEL MORAL (V1)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por arenas limosas y limos arenosos de color ocre, que pueden incluir proporciones variables de arcillas versicolores plásticas. Dispersos en la masa, aunque más frecuentemente a muro de la formación, se encuentran cantos subredondeados de arenisca de hasta 15 cm de diámetro máximo y que constituyen aproximadamente un 20 por ciento del total de la formación en la que se encuentran generalmente sueltos. Se observa una tendencia general a presentar elementos más gruesos hacia el muro de la formación pasando de una forma gradual hacia la roca madre. La potencia del grupo no sobrepasa los 5 m.

**Comportamiento.**— Materiales de permeabilidad media por percolación con drenaje deficiente tanto en superficie como en profundidad, lo que ocasiona que se produzcan

encharcamientos en áreas deprimidas. Pueden presentarse problemas locales de asiento por la baja densidad de los materiales y por la plasticidad de los términos con un elevado contenido en arcillas. Los taludes naturales observados presentan inclinaciones que no suelen sobrepasar los  $10^{\circ}$  con alturas de 6–8 m; los desmontes se han tallado con inclinaciones de  $20^{\circ}$ – $25^{\circ}$  y 1–2 m de altura presentando una intensa degradación y siendo posible en ellos deslizamientos aunque de escasa entidad.

#### ELUVIAL DE LAS SALINAS DE ARMILLAS (V4)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por limos arcillosos de color gris pardo, aunque ocasionalmente son rojizos, que incluyen, dispersos en la masa, yesos y cantos de caliza margosa de color gris. Los cantos generalmente aparecen sueltos sin llegar a constituir, en ningún caso, trama subcerrada. En algunos puntos se observan concentraciones preferentes de yesos que, en todo caso, estarán directamente relacionadas con una concentración del mismo tipo en la roca del sustrato. La potencia del conjunto generalmente no sobrepasa los 5 m.

**Comportamiento.**— Materiales de permeabilidad baja con deficiente drenaje tanto en superficie como en profundidad, lo que ocasiona que se produzcan encharcamientos en las áreas deprimidas. Se presentan algunos problemas de asiento por la plasticidad de los materiales del grupo, así como los derivados de la presencia de sulfatos diseminados en la masa. Los taludes naturales observados presentan inclinaciones de  $8^{\circ}$ – $10^{\circ}$  y alturas de 3–4 m; los desmontes pueden excavarse a  $30^{\circ}$  y alturas de 1–2 m pudiéndose prever una intensa degradación y algunos pequeños deslizamientos.

#### ELUVIALES DE PALOMAR DE ARROYOS (V5)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por arcillas limosas y/o limos arcillosos de color amarillento, con predominio local de uno u otro material, y que presentan cantos de arenisca, caliza y caliza margosa de hasta 8 cm de diámetro máximo y que constituyen aproximadamente el 20 por ciento del total de la formación; estos cantos por lo general se encuentran sueltos o poco trabados y están dispersos en la masa aunque son más frecuentes en superficie. La potencia de esta formación oscila de 3 a 6 m.

**Comportamiento.**— Materiales de permeabilidad media a baja, con drenaje superficial aceptable y más deficiente en profundidad lo que hace que puedan producirse pequeños encharcamientos en áreas deprimidas. Son fácilmente erosionables. Los taludes naturales observados presentan inclinaciones de hasta  $30^{\circ}$  y alturas de 4–6 m; los desmontes existentes se tallan con inclinaciones de  $50^{\circ}$  y alturas de 1–2 m, presentando en todo caso una intensa degradación.

#### ELUVIALES DE LA GINEBROSA (V6)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por gravas calcáreas subangulosas con cantos de hasta 8 cm de diámetro máximo, formando trama abierta, empastada en una matriz limo–arcillosa rojiza u ocre que constituye aproximadamente el 60 por ciento del total de la formación. Los cantos generalmente se presentan con mayor frecuencia en superficie. La potencia del conjunto oscila de 2–6 m.

**Comportamiento.**— Materiales de permeabilidad media a baja por percolación con buen drenaje superficial algo más deficiente en profundidad, lo que hace que puedan producirse encharcamientos en algunas áreas deprimidas; presentan erosionabilidad baja. Los taludes naturales observados permanecen estables con inclinaciones de  $10^{\circ}$ – $15^{\circ}$  y alturas medias; los desmontes se excavan con inclinaciones de  $50^{\circ}$ – $60^{\circ}$  y 3–4 m de altura con muy escasa degradación.

#### ALUVIO–COLUVIALES DE DOS TORRES DE MERCADER (AC1)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por arenas limosas y limos arenosos de color ocre, con proporciones variables de uno u otro componente, que pueden incluir proporciones diferentes de arcillas versicolores plásticas. Dispersos en la masa hay cantos de caliza y/o arenisca subredondeados o subangulosos con tamaños que oscilan de 5 a 20 cm de diámetro y que constituyen aproximadamente un 20 por ciento del total de la formación, en la que se encuentran generalmente sueltos. A escala cartográfica no se observan concentraciones preferentes de uno u otro componente de la formación, aunque sí son bastante frecuentes a escala de afloramiento. La potencia total del grupo rara vez supera los 8 m.

**Comportamiento.**— Se trata de un grupo de permeabilidad baja a media con buen drenaje superficial y algo deficiente en profundidad. Los taludes naturales observados presentan inclinaciones de hasta 20° con alturas de 8–10 m; los desmontes se han excavado con inclinaciones de hasta 35° con 1–2 m de altura presentando una degradación relativamente rápida.

#### ALUVIO–COLUVIALES DE LA CODOÑERA (AC3)

Grupo descrito en la Zona 3, apartado 3.3.4., por su mejor representación en ella.

#### ALUVIO–COLUVIALES DE Balsa LA SALADA (AC4)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por limos arcillosos de color gris pardo, aunque ocasionalmente son rojizos que incluyen, dispersos en su masa, cantos y bloques irregulares de caliza y/o caliza margosa de color gris; estos cantos son siempre minoritarios; en ocasiones se encuentran, también, yesos dispersos en la masa. Los cantos generalmente aparecen sueltos o ligeramente trabados, pero sin llegar a constituir en ningún caso trama subcerrada. En algunos puntos se observan concentraciones preferentes de yesos y/o cantos, pero a escala de afloramientos. La potencia de la formación no supera los 6 m.

**Comportamiento.**— Materiales de permeabilidad baja, con drenaje superficial aceptable y mucho más deficiente en profundidad, cabe la posibilidad de que se produzcan encharcamientos en algunas áreas deprimidas, y problemas derivados de la presencia de sulfatos diseminados en la masa. Los taludes naturales observados presentan inclinaciones del orden de 10° y alturas de 8–10 m; los desmontes se han cortado a 30°–40° y alturas de 1–2 m con intensa degradación y frecuentes deslizamientos.

#### ALUVIO–COLUVIALES DEL BARRANCO DE LA HOYA DE LA CAÑADA (AC5)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por arcillas limosas y/o limos arcillosos de color gris–verdoso o crema, que incluyen cantos subredondeados de arenisca, caliza y caliza margosa dispersos en la masa y que constituyen aproximadamente el 20 por ciento del total de la formación; estos cantos, por lo general, se encuentran sueltos o poco trabados y no llegan a constituir, en ningún caso, trama subcerrada, (foto 17). Se observan, ocasionalmente, concentraciones preferentes de cantos en algunos puntos de la formación. La potencia del conjunto oscila de 2 a 6 m.

**Comportamiento.**— Son materiales de permeabilidad baja, con drenaje superficial aceptable y muy deficiente en profundidad. Se observan algunos pequeños deslizamientos y se presentan numerosos problemas de estabilidad en los desmontes que superan los 3 m de altura. Los taludes naturales observados presentan pendientes de 15°–20° y alturas de 8–10 m; se han observado desmontes de 2–3 m de altura tallados a 40° que presentan frecuentes deslizamientos y una intensa degradación.



Foto 17.— Aspecto de los suelos del grupo AC5.

#### ALUVIO—COLUVIALES DE EL HORNILLO (AC6)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por gravas predominantemente calcáreas, con cantos subredondeados o subangulosos empastados en una matriz limo—arcillosa de color ocre, que constituye aproximadamente el 50 por ciento del total de la formación. Los cantos de caliza son de hasta 20 cm, de diámetro máximo y forman generalmente trama subcerrada. Ocasionalmente se puede observar una ligera segregación de cantos gruesos hacia los términos basales de la formación. La potencia del grupo difícilmente supera los 8 m.

**Comportamiento.**— Material de permeabilidad media (alta en algunos puntos) por percolación, con buen drenaje, tanto superficial como profundo en todos los afloramientos; presentan erosionabilidad baja pese a la débil trabazón de los cantos. Los taludes naturales permanecen estables con inclinaciones de 20° y alturas de 6—7 m; los desmontes se tallan con inclinaciones de 60°—70° y 3—4 m de altura, presentando una ligera degradación.

#### ALUVIO—ELUVIALES DEL ARROYO DE MENA (AV1)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por arenas limosas y limos arenosos de color ocre, que pueden incluir proporciones variables de arcillas versicolores plásticas. Dispersos en la masa, aunque más frecuentemente a muro de la formación, se encuentran cantos subredondeados de arenisca y caliza de hasta 15 cm de diámetro máximo y que constituyen aproximadamente un 20 por ciento del total de la formación, en la que se encuentran generalmente sueltos. Se observa una tendencia general de presentar los elementos más gruesos hacia el muro de la formación pasando de una forma gradual hacia la roca madre. La potencia del grupo no sobrepasa los 6 m.

**Comportamiento.**— Materiales de permeabilidad media por percolación, con drenaje superficial aceptable aunque algo más deficiente en profundidad, lo que puede originar que se produzcan encharcamientos en las áreas deprimidas. Los taludes naturales observados presentan inclinaciones que no suelen sobrepasar los 10° con alturas de 6—8 m; los desmontes se han excavado con inclinaciones de hasta 20° y 1—2 m de altura presentando

una intensa degradación y siendo posible que se produzcan deslizamientos aunque de escasa entidad.

#### ALUVIO–ELUVIAL DE ANDORRA (AV3)

Grupo descrito en la Zona 3, apartado 3.3.4. por su mejor representación en ella.

#### ALUVIO–ELUVIAL DE LA Balsa DE CORZAN (AV4)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por limos arcillosos de color gris–pardo, aunque ocasionalmente son rojizos, que incluyen cantos y bloques irregulares de caliza y/o caliza margosa dispersos en la masa y siempre claramente minoritarios; ocasionalmente se encuentran yesos dispersos en la masa. Los cantos, generalmente, aparecen sueltos o ligeramente trabados, pero sin llegar a constituir en ningún caso trama subcestrada. No se observan concentraciones preferentes de uno u otro componente de la serie, ni segregaciones importantes de yesos o cantos. La potencia del conjunto no supera los 5 m.

**Comportamiento.**— Materiales de permeabilidad baja, con drenaje superficial aceptable pero deficiente en profundidad, es posible que se puedan producir encharcamientos en algunas áreas deprimidas; pueden presentarse en algunos puntos problemas de asiento, así como los derivados de la presencia de sulfatos diseminados en la masa. Los taludes naturales observados, generalmente no superan los 10° de inclinación y 3 m de altura; los desmontes existentes están tallados con pendientes de hasta 40° y alturas de 1–2 m, presentando en ocasiones pequeños deslizamientos y en todo caso una importante degradación.

#### ALUVIO–ELUVIAL DEL ARROYO DEL ESTRECHO (AV5)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por arcillas limosas y/o limos arcillosos de color gris verdoso o crema que incluyen, dispersos en la masa, cantos subredondeados de arenisca, caliza y caliza margosa, y que constituyen aproximadamente un 20 por ciento del total de la formación, estos cantos por lo general se encuentran sueltos o poco trabados, siendo más frecuentes en superficie. La potencia de la formación no suele superar los 5 m.

**Comportamiento.**— Materiales de permeabilidad media a baja por percolación con buen drenaje superficial y más deficiente en profundidad lo que hace que puedan producirse pequeños encharcamientos en áreas deprimidas. Son fácilmente erosionables. Los taludes naturales observados presentan inclinaciones de hasta 15° y alturas de 3–4 m; los desmontes se tallan con inclinaciones de 35°–40° y alturas de 1–2 m presentando en todo caso una intensa degradación.

#### ALUVIO–ELUVIALES DE LA MAGDALENA (AV6)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por gravas calcáreas subangulosas con cantos de hasta 8 cm de diámetro máximo, formando trama abierta, empastadas en una matriz limo–arcillosa rojiza u ocre que constituye aproximadamente el 60 por ciento del total de la formación. Los cantos generalmente se presentan con mayor frecuencia en superficie. La potencia del conjunto oscila, generalmente, de 2 a 6 m.

**Comportamiento.**— Materiales de permeabilidad media a baja por percolación con buen drenaje superficial aunque algo más deficiente en profundidad, lo que hace que puedan producirse encharcamientos en algunas áreas deprimidas; presentan erosionalidad baja y pueden presentarse problemas locales de asiento. Los taludes naturales observados permanecen estables con inclinaciones de 10–15°; los desmontes se cortan con inclinaciones de 50–60° y 3–4 m de altura presentando muy escasa degradación.

#### ELUVIO COLUVIAL DE PORTALRUBIO (VC1)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por arenas limosas y limos arenosos de color ocre, con proporciones variables de uno u otro componente que pueden incluir proporciones variables de arcillas plásticas. Dispersas en la masa hay cantos de caliza y/o arenisca subredondeados o subangulosos de tamaños que difícilmente superan los 15 cm de diámetro máximo y que constituyen aproximadamente el 20 por ciento del total de la formación, donde se encuentran generalmente sueltos. Se observa una tendencia general de concentración de los cantos hacia el muro de la formación. La potencia del conjunto rara vez supera los 8 m.

**Comportamiento.**— Materiales de permeabilidad media a baja por percolación con drenaje superficial aceptable y más deficiente en profundidad; pueden producirse encharcamientos en algunas áreas deprimidas así como locales problemas de asiento debido fundamentalmente a la baja densidad del conjunto. Los taludes naturales observados presentan inclinaciones de  $10^{\circ}$ – $20^{\circ}$  con alturas de hasta 6 m; los desmontes se cortan con inclinaciones de hasta  $25^{\circ}$ – $30^{\circ}$  y 1–2 m de altura presentando una intensa degradación y ocasionales deslizamientos de escasa entidad.

#### ELUVIO–COLUVIALES DE CORBATON(VC4)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por limos arcillosos de color gris pardo, aunque ocasionalmente pueden ser rojizos, que incluyen cantos y bloques irregulares de caliza y/o caliza margosa dispersos en la masa y siempre claramente minoritarios; estos cantos generalmente aparecen sueltos sin llegar a constituir en ningún caso trama subcerrada; no se observan concentraciones preferentes de unos u otros componentes. Ocasionalmente se encuentran yesos dispersos en la masa. La potencia del conjunto no sobrepasa los 5 m.

**Comportamiento.**— Materiales de permeabilidad baja con deficiente drenaje tanto en superficie como en profundidad por lo que cabe la posibilidad de que se produzcan encharcamientos en las áreas deprimidas, así como problemas derivados de la presencia de sulfatos diseminados en la masa. Los taludes naturales observados presentan inclinaciones de hasta  $15$ – $20^{\circ}$  con alturas de 8–10 m; los desmontes se tallan a  $40^{\circ}$  y 1 m de altura con degradación intensa y deslizamientos frecuentes aunque de escasa entidad.

#### ELUVIO–COLUVIALES DEL ARROYO DE VILLARRUBIO (VC5)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por arcillas limosas y/o limos arcillosos de color amarillento, con predominio local de uno u otro material, que presentan cantos de caliza y/o arenisca de hasta 8 cm de diámetro máximo y que constituyen aproximadamente el 20 por ciento del total de la formación; estos cantos por lo general se encuentran sueltos o poco trabados. Ocasionalmente se pueden observar segregaciones de cantos en la superficie de la formación. La potencia del conjunto rara vez supera los 6 m.

**Comportamiento.**— Materiales de permeabilidad baja a media, con drenaje superficial aceptable y algo más deficiente en profundidad lo que hace que puedan producirse pequeños encharcamientos en algunas áreas deprimidas. Son fácilmente erosionables y pueden darse problemas locales de asiento. Los taludes naturales observados presentan inclinaciones de hasta  $30^{\circ}$  y alturas de 4–5 m; los desmontes se han tallado con inclinaciones de  $40^{\circ}$ – $50^{\circ}$  y alturas de 1–2 m, presentando en todo caso una intensa degradación.

#### ELUVIO–COLUVIAL DEL VILLAREJO (VC6)

Grupo descrito en la Zona 3, apartado 3.3.4., por su mayor desarrollo en ella.

## ARENISCAS, LIMOLITAS Y CONGLOMERADOS DE TORRE DE LAS ARCAS (211)

**Litología.**— Grupo constituido por una alternancia irregular de: 1) Areniscas micáceas rojas o blancas, con frecuentes estructuras sinsedimentarias (ripple—marks, estratificaciones cruzadas... etc), dispuestas en capas de 0,5 a 1,5 m. 2) Limolitas rojas, en ocasiones micáceas, dispuestas en lechos y capas de hasta 2 m de potencia. 3) Conglomerados de cantos cuarcíticos, subredondeados o redondeados, de hasta 20 cm de diámetro máximo, con trama subcerrada, con matriz arenosa roja; se disponen en capas de hasta 12 m de potencia, (fotos 18 y 19).

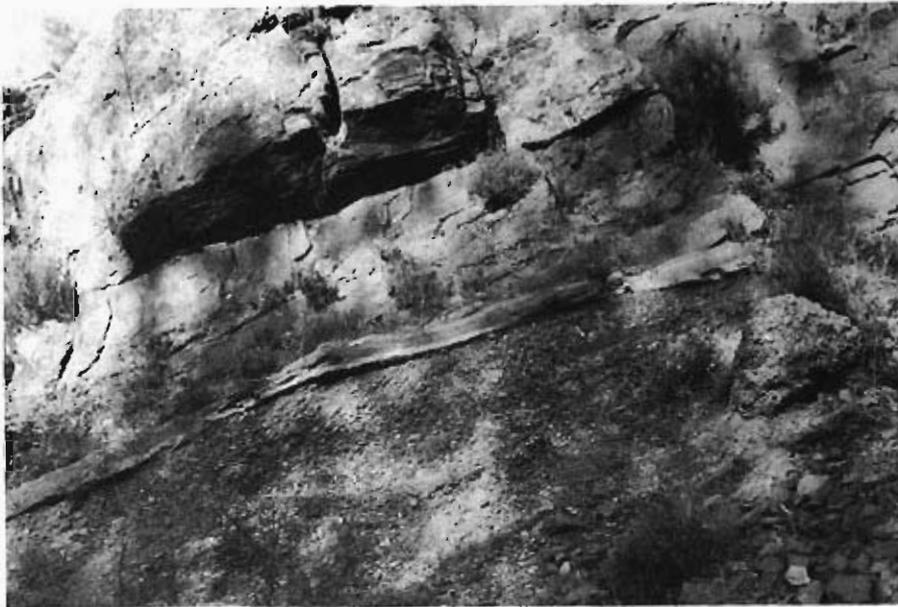


Foto 18.— Conglomerado basal del grupo 211.

**Estructura.**— Se dispone este grupo en ambos flancos de la antiforma de Peñarroyas situándose discordantemente sobre el sustrato paleozoico con buzamientos que en raras ocasiones alcanzan los 45° de inclinación, presentan fracturación escasa salvo las partes sur y sureste del afloramiento que están en una zona de fracturación acusada.

**Comportamiento.**— En los niveles de arenisca y de conglomerados la permeabilidad es media o baja por fisuración y percolación, mientras que las limolitas son prácticamente impermeables. Las áreas ocupadas por este grupo presentan, en general, buen drenaje superficial por escorrentía. El grupo, en conjunto, no es ripable, aunque pueden serlo los tramos limolíticos. Deben preverse problemas, no muy acusados, de desprendimientos por erosión diferencial en algunos desmontes. Los taludes naturales son, en general estables con alturas de 20 -40 m, (foto 19) y pendientes de hasta 50°, los desmontes se tallan subverticales aunque con problemas locales de desprendimientos.

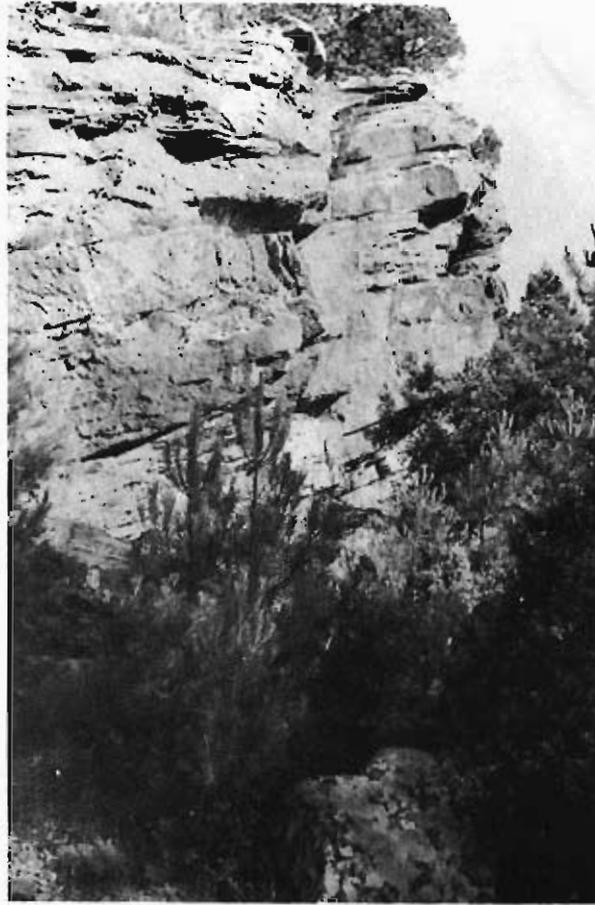


Foto 19.— Aspecto de las alternancias del grupo 211.

### CALIZAS DOLOMITICAS Y MARGAS DE ARMILLAS (212)

**Litología.**— Grupo constituido esencialmente por calizas dolomíticas y/o dolomías dispuestas en lechos y capas de hasta 0,8 m de potencia, de color pardo o gris azulado, duras y compactas, que presentan, fundamentalmente a techo y a muro, niveles de arcillas y margas rojas verdes o blancas, muy plásticas dispuestas en capas de hasta 1,5 m de potencia, (fotos 20 y 21). La potencia del conjunto se estima en 120 m.

**Estructura.**— Se dispone el grupo en ambos flancos de la antiforma de Peñarroyas concordantemente sobre los materiales del grupo 211, estando generalmente poco fracturados salvo en la parte suroriental del afloramiento. Aparece también en un pequeño afloramiento asociado a una fractura en el valle de la Zoma, donde en los niveles tableados de caliza se observa un intenso plegamiento asociado a la anteriormente mencionada fractura.

**Comportamiento.**— Los tramos calcáreos tienen permeabilidad de media a alta por fisuración, en tanto que en los tramos margosos la permeabilidad es muy baja; el drenaje superficial es bueno por escorrentía. El grupo, en general, no es ripable, pero en los tramos donde predominan los niveles margosos y/o los niveles calcáreos están muy fracturados y son de poco espesor (proximidades de la Zoma), el grupo es ripable (foto 22). Presentan problemas de desprendimiento en los desmontes, siendo, algunas áreas, potencialmente inestables y pudiéndose producir en ellas algún deslizamiento. Los taludes naturales son, generalmente, estables con alturas del orden de 20 m e inclinaciones de 30°—40°. Los desmontes observados, con problemas generalizados de desprendimientos,



Foto 20. – Calizas del grupo 212.



Foto 21. – Aspecto tableado de las calizas del grupo 212.

son subverticales y con alturas muy variadas.



Foto 22.— Repliegues asociados a una fracturación importante en los niveles más tableados del grupo 212.

### FACIES KEUPER DE EJULVE (213)

**Litología.**— Grupo formado por arcillas margosas versicolores, arenosas y/o yesíferas que presentan intercalaciones aisladas de yesos especulares o sacaroideos blancos, rojos o negros, dispuestos en filones de 5 a 15 cm. Ocasionalmente se encuentran flotando en la masa cantos o bloques dispersos de calizas dolomíticas grises y oquerosas (Carniolas) (foto 23). La potencia del conjunto es aproximadamente de 100 m.

**Estructura.**— Presenta este grupo estructura caótica, situándose, dentro del Tramo, en zonas de tectonización intensa o en algunos núcleos anticlinales. Así mismo se encuentra asociado a ambos flancos de la antiforma de Peñarroyas, presentándose bien desarrollado en el flanco nororiental y laminado por fracturas en el flanco suroccidental.

**Comportamiento.**— Grupo de permeabilidad baja o muy baja, presentándose, en las áreas ocupadas por él, problemas de drenaje superficial y produciéndose encharcamientos en las áreas deprimidas. El grupo es ripable salvo en las intercalaciones dolomíticas, que localmente pueden tener importancia y en algunas zonas donde la presencia de yesos sea notable. La plasticidad de las arcillas englobadas en el grupo puede calificarse como media, y la erosionabilidad del grupo es media, pudiendo llegar a ser alta en algunos puntos muy localizados. Se han observado taludes naturales estables de alturas medias (8–10 m) e inclinaciones próximas a los 30°. En las áreas donde el grupo aflora en contacto con las calizas del grupo 221a (que suelen aparecer de cobertera) presenta mayores inclinaciones, pero se observa que los taludes se erosionan mucho más fácil

mente. En muchos casos se desarrollan sobre esta formación cultivos en bancales, que en cierto modo estabilizan los taludes, siendo, en estos puntos donde las inclinaciones son menores (del orden de  $15^\circ$  y 40 m de altura).

Se han observado deslizamientos en el grupo, aunque de extensión más bien reducida (foto 24), a escala de afloramiento. En las áreas donde los yesos son más abundantes el grupo es más estable, habiéndose observado desmontes del orden de 4 m con inclinaciones próximas a los  $60^\circ$ ; no obstante, este grupo planteará problemas de estabilidad en los desmontes con pequeños desprendimientos y/o deslizamientos.



Foto 23.- Facies Keuper (213) en Montalbán.



Foto 24.- Movimiento en el grupo 213 en las proximidades de Ejúlve.

## CALIZAS Y DOLOMIAS DE MONTALBAN (221a)

**Litología.**— Calizas dolomíticas y dolomías oquerosas rosadas en la base y de color crema en los términos superiores, con textura brechoide y esporádicos asomos de facies Keuper de muy escasa entidad; generalmente presentan aspecto masivo, (fotos 1, 2, 25 y 26). En algunos puntos presentan algunas intercalaciones de calizas margosas que, generalmente, están laminadas por la intensa tectonización que presenta el grupo. La potencia de la formación puede estimarse en 180 m.



Foto 25.— Aspecto general de las calizas del grupo 221a.

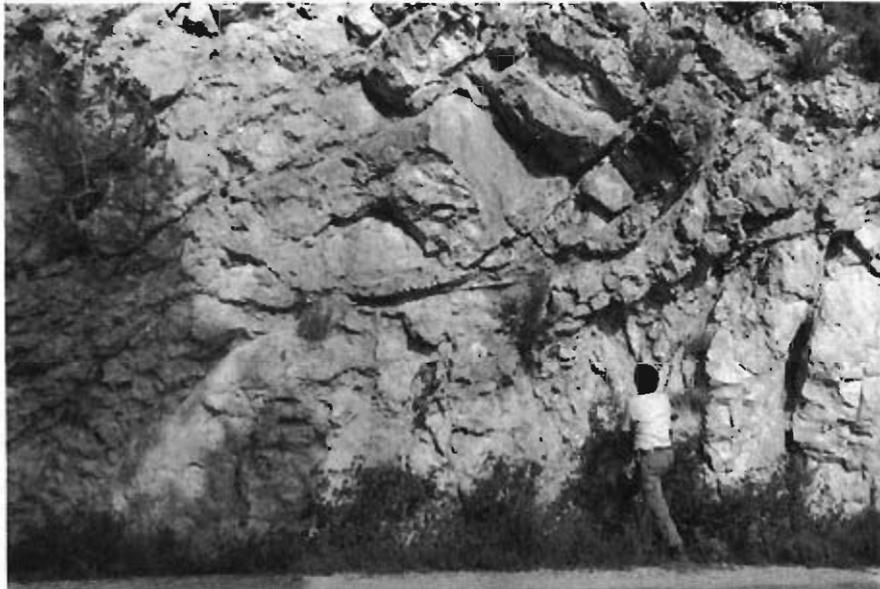


Foto 26.— Aspecto de la intensa fracturación de las calizas del grupo 221a en la carretera de Torrevelilla a Aguaviva.

**Estructura.**— Se encuentra, por lo general, este grupo, asociado a los grandes cabalgamientos existentes en el tramo o como núcleo de estructuras anticlinales, (foto 27). En las zonas de cabalgamiento presenta una fracturación muy acusada con gran variabilidad

de rumbo y buzamientos.



Foto 27.— Zona de cabalgamientos en las proximidades de Las Parras de Martín. Cabalgamiento de las calizas del grupo 221a sobre las calizas del grupo 232a.

**Comportamiento.**— Materiales de permeabilidad media a alta por fisuración con buen drenaje superficial, por escorrentía, de las áreas ocupadas por él. No es ripable y presentará problemas de desprendimientos en los desmontes, estos problemas serán tanto más acusados cuanto mayor sea la tectonicidad del área. En algunas áreas las fracturas están inyectadas por materiales del grupo 213 subyacente, lo que favorece los desprendimientos en los desmontes. Los taludes naturales son estables, con alturas del orden de 20—40 m e inclinaciones desde 30°—45° hasta prácticamente subverticales (foto 28).



Foto 28.— Aspecto de los taludes tallados en el grupo 221a.

## CALIZAS Y MARGAS DE LOMA OBON (221b)

**Litología.**— Alternancia de calizas micríticas, blancas o crema, dispuestas en lechos y capas de 0,3 a 0,8 m de potencia, y calizas nodulosas, generalmente muy fosilíferas, en lechos y capas de hasta 0,5 m, con margas calcáreas blancas o grises dispuestas en lechos. Es una formación generalmente muy fosilífera en la que las asociaciones faunísticas encontradas nos dan una edad Pliensbachiense. La potencia de la formación puede estimarse en 80 m.

**Estructura.**— Este grupo se presenta, generalmente, asociado al grupo 221a en los núcleos de los anticlinales, con buzamientos que no superan los  $40^{\circ}$  y una fracturación en general poco importante. En las áreas de tectonización intensa el grupo aparece casi siempre muy laminado con desaparición casi total de los niveles margosos, (foto 29).



Foto 29.— Pliegue fallado en las calizas del grupo 221b, acompañando a una zona de cabalgamiento.

**Comportamiento.**— Materiales de permeabilidad media a baja por fisuración con buen drenaje superficial en general. Los niveles calcáreos no son ripables, aunque sí lo son los niveles margosos; en conjunto puede considerarse el grupo como no ripable, aunque localmente pueda serlo por predominio de los tramos margosos o por presentarse muy tectonizado y tableado. Se presentan problemas de desprendimiento de bloques de caliza en los desmontes por erosión diferencial de los componentes del grupo; también pueden presentarse problemas de corrimiento según las juntas de estratificación, por lo que deben estudiarse con detalle los buzamientos y la importancia de los tramos margosos que hacen de superficie de despegue. Se han observado taludes naturales estables de 8–10 m de altura e inclinaciones del orden de  $45^{\circ}$  a  $60^{\circ}$ , y si bien, en algunas áreas muy tectonizadas las laderas son claramente inestables. Los desmontes existentes presentan inclinaciones próximas a los  $70^{\circ}$  y alturas de 5–10 m, con problemas de desprendimientos.

## MARGAS Y CALIZAS MARGOSAS DE CORBATON (221c)

**Litología.**— Grupo constituido por margas amarillentas, rojas y grises, de aspecto masivo, que presenta frecuentes intercalaciones de calizas margosas, nodulosas, de color ocre, dispuestas en lechos de hasta 0,5 m de potencia. Es una formación generalmente muy fosilífera en la que las asociaciones faunísticas encontradas nos dan una edad Toarciense. La potencia de la formación es de unos 40 m, (foto 30).

**Estructura.**— Aparece, este grupo, representado en todas las unidades estructurales en las que el jurásico se ha cartografiado. En general los buzamientos no superan los  $40^{\circ}$  y la fracturación es escasa. Cuando la fracturación del área es realmente importante, el



Foto 30.— Aspecto del grupo 221c. Cuadrante 493-3.

grupo se encuentra casi totalmente laminado.

**Comportamiento.**— Materiales de permeabilidad baja por fisuración, con un drenaje superficial deficiente. Puede considerarse ripable en conjunto. No se han observado deslizamientos aunque pueden presentarse en los desmontes. Los taludes naturales observados son estables con alturas de 10–12 m e inclinaciones del orden de 30°. Los desmontes suelen cortarse a 45° y alturas de 2–3 m, presentando una intensa degradación.

La plasticidad del grupo es media y debe tenerse en cuenta su erosionabilidad al tallar los desmontes.

#### CALIZAS Y CALIZAS DOLOMITICAS DE OBON (222a)

**Litología.**— Grupo constituido por una alternancia irregular de calizas espáticas de color gris o crema, dispuestas en capas de hasta 2 m de potencia, duras y compactas; con calizas dolomíticas blancas y grises dispuestas en capas de 1–2 m de potencia. En los términos basales ocasionalmente se intercalan unos niveles de margas y calizas margosas que no llegan a alcanzar los 15 m de potencia, (foto 31). La potencia total del grupo puede estimarse en 100 m.



Foto 31.— Aspecto de detalle de las calizas del grupo 222a.

**Estructura.**— Se presenta, esta formación, en estructuras anticlinales con buzamientos que no superan los  $30^\circ$  por lo general y con fracturación escasa. Únicamente en la mitad oriental del tramo aparece el grupo asociado a fracturas de cierta importancia.

**Comportamiento.**— Materiales de permeabilidad media a alta por fisuración, con buen drenaje superficial. Debe considerarse, en conjunto, no ripable. Los taludes naturales son estables con alturas de 20–40 m e inclinaciones de  $30^\circ$ – $60^\circ$ . Presentará problemas, no muy acusados, de desprendimientos en los desmontes, habiéndose observado éstos con alturas de 10 m y taludes prácticamente subverticales.

#### CALIZAS Y MARGAS DE MAS DE LAS MATAS (222b)

**Litología.**— Formación constituida por una alternancia irregular de calizas micríticas, de color beige, dispuestas en capas y bancos de hasta 5 m de potencia; con margas, más arenosas hacia la base del grupo, de color gris o beige, dispuestas en capas de 1–2 m de potencia y que se hacen mayoritarias hacia el techo de la formación. La potencia total del grupo no supera los 100 m.

**Estructura.**— Se presenta, este grupo, en estructuras anticlinales, con buzamientos que no sobrepasan los  $30^\circ$  y fracturación escasa por lo general. En la mitad oriental del Tramo aparece, el grupo, con una tectonización más intensa.



Foto 32.— Movimientos en la superficie del grupo 222b.

**Comportamiento.**— Materiales de permeabilidad baja en conjunto, con buen drenaje por escorrentía en las áreas ocupadas por este grupo. Los niveles calcáreos no son ripables mientras que sí lo son los niveles margosos, por lo que la ripabilidad del grupo dependerá, en cada afloramiento, de la importancia de estos últimos niveles. Se plantearán problemas de desprendimientos de bloques por erosión diferencial en los desmontes, así como de corrimientos según las juntas de estratificación, por lo que deben estudiarse con detalle los buzamientos, así como la importancia y estado de alteración de los niveles margosos que hacen de superficie de despegue (foto 32). Los taludes naturales son estables con alturas de 20 a 40 m e inclinaciones de unos  $45^\circ$ ; los desmontes suelen tallarse con alturas de 5–6 m e inclinaciones de unos  $60^\circ$ , presentando en todo caso problemas de desprendimientos.

## FACIES WEALD DE ESCUCHA (231a)

**Litología.**— Grupo constituido por una alternancia irregular de arcillas arenosas verde oscuro o rojas, dispuestas en capas de hasta 3 m de potencia, (foto 33), con areniscas rojas, generalmente muy ferruginosas, en ocasiones conglomeráticas, dispuestas en capas de hasta 2 m de potencia, (foto 34). En algunos puntos se intercalan margas arenosas de aspecto pizarreño, micáceas, de color gris amarillento en capas de 1–2 m de potencia, y menos frecuentemente margas calcáreas, en ocasiones arenosas, de color gris verdoso (foto 35). La potencia del conjunto es aproximadamente 50 m.



Foto 33.— Aspecto de las arcillas arenosas del grupo 231a.



Foto 34.— Aspecto de los niveles areniscosos del grupo 231a.

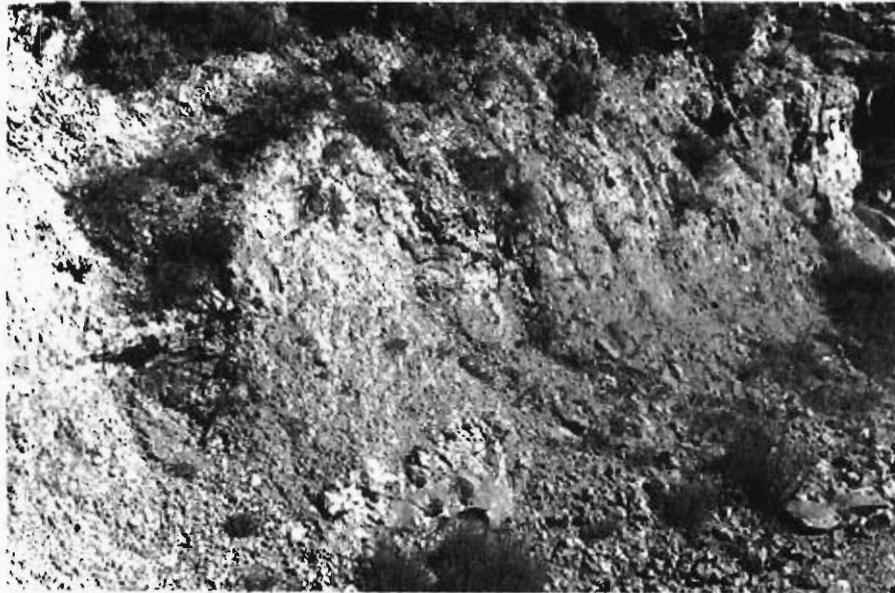


Foto 35.— Movimientos en la parte superficial alterada del grupo 231a.

**Estructura.**— La mayoría de los afloramientos de este grupo, dentro del Tramo, se sitúan en la zona axial de una gran estructura anticlinal (anticlinal de Escucha) entre Palomar de Arroyos y Las Parras de Martín; se presenta con buzamientos suaves ( $15^{\circ}$ - $20^{\circ}$ ) en el flanco sur, llegando a estar invertida la estratificación en el flanco norte, en este flanco la fracturación es intensa con frecuentes cambios de rumbos y buzamientos.

**Comportamiento.**— La permeabilidad de los niveles areniscosos es de media a baja por fisuración y/o percolación, en tanto que en los niveles margo—arcillosos es prácticamente nula; las áreas ocupadas por este grupo presentan, en conjunto, drenaje superficial aceptable por escorrentía. En conjunto puede calificarse el grupo como ripable, aunque los niveles areniscosos no lo son y donde predominan, siempre localmente, confieren este carácter al grupo. Es un grupo de erosionabilidad alta en general; la plasticidad de los componentes arcillosos es media, y en conjunto no plantearán problemas de este tipo pues la fracción arenosa es predominante.

Potencialmente es un grupo inestable, con problemas de deslizamientos en las áreas fuertemente tectonizadas. En los desmontes se plantearán problemas de desprendimientos y pequeños deslizamientos, así como algunos corrimientos según las juntas de estratificación; a la hora de tallar los desmontes debe estudiarse cuidadosamente la tectónica local, esencialmente los buzamientos y el estado de los niveles margo—arcillosos que pueden actuar como superficie de despegue.

Los taludes naturales son en general estables con alturas de 20—40 m e inclinaciones de  $30^{\circ}$ — $50^{\circ}$ . Se han observado desmontes inferiores a los 5 m y de unos  $60^{\circ}$  de inclinación, en los que la degradación del talud es intensa.

#### CALIZAS ARENOSAS Y MARGAS DE LAS CUEVAS DE PORTALRUBIO (231b)

**Litología.**— Grupo constituido por una alternancia irregular de calizas bioclásticas de tonalidades verdosas (posiblemente con glauconita) dispuesta en lechos y capas de hasta 0,8 m de potencia, con margas muy detríticas, verdosas o violáceas, dispuestas en lechos de hasta 0,5 m (foto 36). Es una formación que se acuña lateralmente con mucha frecuencia, presentando una potencia máxima de 50 m.



Foto 36.— Niveles calco-margosos del grupo 231b.

**Estructura.**— Se presenta, de forma discontinua a techo del grupo 213a, generalmente con una fracturación muy acusada y con fuertes cambios de rumbo y buzamiento, sobre todo en el flanco norte del anticlinal de Escucha donde las capas llegan a presentar estratificación invertida, (foto 37).



Foto 37.— Aspecto de la tectonización que pueden llegar a presentar los niveles calcáreos del grupo 231b.

**Comportamiento.**— Materiales de permeabilidad media por fisuración, con drenaje superficial y profundo aceptable. En general no son ripables, aunque localmente pueden serlo en zonas de predominio de los niveles margosos o donde esté muy tectonizado el grupo. Presenta problemas de desprendimientos y pequeños deslizamientos en los desmontes, así como corrimientos a favor de las juntas de estratificación. Los taludes natu-

rales son estables, con alturas de 8–10 m e inclinaciones de 30°–40°. Se han observado desmontes del orden de 5 m con taludes prácticamente subverticales y un elevado riesgo de desprendimientos, (foto 38).



Foto 38.— Taludes en las calizas y margas del grupo 231b bajo el grupo 231c.

#### FACIES UTRILLAS (231c)

**Litología.**— Comienza este grupo con una alternancia irregular de arcillas pardo—amarillentas, margas arenosas pardas y lignitos, (foto 39). La potencia de estos niveles es de 200 m; aunque se presentan grandes cambios laterales de facies tanto en las proporciones relativas de unos y otros componentes como en la potencia de la serie. Sobre estos niveles se disponen 150 m de arenas y areniscas blancas, (foto 40), amarillas o rojas, con estratificaciones cruzadas que tienen niveles de cantos de cuarzo y cuarcita de hasta 5 cm



Foto 39.— Aspecto general del grupo 231c.

de diámetro, estos materiales presentan matriz caolínica (10–12 por ciento del total) y ocasionales cementaciones por óxidos de hierro, (foto 41).



Foto 40.— Niveles de arenisca del grupo 231c.



Foto 41.— Cementaciones por óxidos de hierro en los niveles detríticos del grupo 231c.

**Estructura.**— Se presenta en la zona axial del anticlinal de Escucha donde el flanco meridional presenta buzamientos de  $15^{\circ}$ – $30^{\circ}$  y el flanco septentrional está fuertemente tectonizado llegándose a presentar la serie invertida con fuertes cambios de rumbos y buzamientos de las capas. También se encuentra esta facies en el valle de Ejulve—Mas de las Matas ocupando gran parte de las laderas y el fondo del valle, con buzamientos que difícilmente alcanzan los  $10^{\circ}$ .



Foto 42.— Cuesta estructural en el grupo 231c.



Foto 43.— Aspecto de las laderas ocupadas por el grupo 231c en la subzona 2a.

**Comportamiento.**— La permeabilidad puede calificarse de media, por percolación, en los niveles arenosos, siendo prácticamente nula en los niveles inferiores del grupo; las áreas ocupadas por él poseen un drenaje normalmente aceptable. La formación puede considerarse ripable en conjunto, aunque localmente pueden presentarse problemas (fotos 42, 43, 44, 45 y 46). Es un grupo muy erosionable que puede presentar problemas muy acusados por un diseño y distribución inadecuados de los desagües. En las áreas donde



Foto 44.— Degradación, por el agua, de los taludes del grupo 231c.



Foto 45. Aspecto de los movimientos de la parte superficial alterada del grupo 231c.

está cultivado se presenta más estabilizado y con menos problemas de erosionabilidad. Se han observado algunos deslizamientos, por lo general ligados a la importancia del coluvial que soportan, que aumenta notablemente la inestabilidad del grupo. También en algunas áreas donde la base del grupo 232a, que suele descansar sobre él, es más arenosa, pueden producirse deslizamientos que alcanzan a los dos grupos y que en ocasiones están relacionados con zonas de fractura. En algunas áreas las laderas están cubiertas de bloques de caliza en situación inestable y procedente de los desplomes del grupo 232a por descalce de su base. En algunos tramos más arcillosos pueden presentarse problemas por la plasticidad de estos niveles. En algunas áreas se han observado importantes hundimientos relacionados con la existencia de galerías de minas. Los taludes naturales son estables en general, con alturas de 20 a 40 m (en ocasiones pueden sobrepasar los 40 m) e incli-

naciones de 40°. Se han observado desmontes con alturas de 5—10 m e inclinaciones del orden de 70°, aunque con signos de degradación intensa; en algunas zonas desmontes de 2—4 m de altura e inclinaciones similares son claramente inestables.



Foto 46.— Movimientos en el grupo 231c.

#### CALIZAS Y MARGAS DE MOLINOS (232a)

**Litología.**— Grupo constituido por una alternancia irregular de calizas blancas o amarillentas, ocasionalmente detríticas, a veces de aspecto masivo, pero generalmente dispuestas en capas de 0,5 a 0,8 m, con margas grises o blancas, arenosas y poco cohesivas, dispuestas en lechos y capas de hasta 0,8 m de potencia. Los tramos margosos aparecen esencialmente a techo y muro de la formación, siendo muy escasos en los términos centrales, donde lo más frecuente es ver una importante sucesión calcárea de aspecto masivo a primera vista, aunque al observarse con más detalle permite ver una distribución en capas de menos de 1 m de potencia (fotos 47 y 48). El espesor total del conjunto puede estimarse en 180 m.

**Estructura.**— Aparecen, estos materiales, formando mesetas sobre los de la facies Utrillas, donde se disponen subhorizontales; cuando este grupo aparece asociado a las grandes fracturas existentes en el Tramo, se presenta como una banda de caliza de aspecto masivo, con fuertes escarpes y tectonización intensa. En el flanco N del anticlinal de Escucha se presenta, este grupo, cabalgante sobre los materiales del grupo 313a, (foto 49).

**Comportamiento.**— El grupo presenta permeabilidad de media a alta por fisuración, presentando las áreas ocupadas por él un buen drenaje en general. No es ripable en conjunto. En los desmontes se plantearán, en general, problemas de desprendimientos, a veces de cierta importancia. Debe reseñarse que es un grupo con cierta carstificación. La parte inferior del grupo, en contacto con los materiales de la facies Utrillas (231c), en general está bastante tableada, siendo los niveles duros claramente arenosos y menos consistentes que en el resto de la formación; se observa, con cierta frecuencia que estos tramos basales, muchas veces ripables, son relativamente inestables existiendo, en algunos puntos, deslizamientos importantes. Los taludes naturales son estables con alturas de 20—40 m e inclinaciones de 35°—40° a subverticales.



Foto 47.— Calizas del grupo 232a bajo la formación terciaria del grupo 321d.

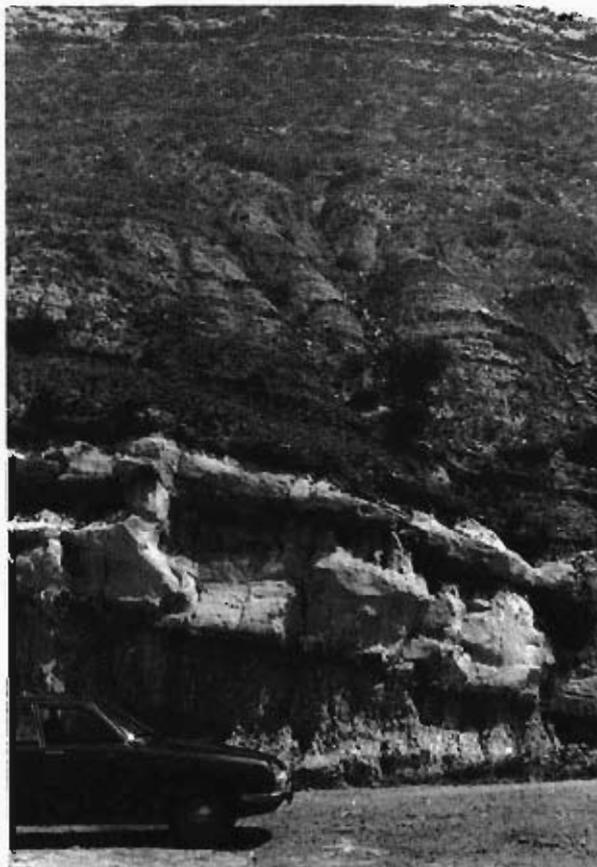


Foto 48.— Aspecto de los niveles basales del grupo 232a sobre el techo de la formación Utrillas, grupo 231c.



Foto 49.— Aspecto de las calizas del grupo 232a cabalgando sobre el grupo 313a.

#### CALIZAS Y CALIZAS DOLOMITICAS DE LOS OLMOS (232b)

**Litología.**— Grupo constituido por una alternancia irregular de calizas cristalinas blancas o grises, dispuestas en capas y bancos de hasta 5 m de potencia, con calizas dolomíticas de aspecto masivo y disyunción en plaquetas. Los distintos niveles presentan juntas de estratificación alabeadas. En las diferentes áreas donde aflora el grupo no se observa ningún predominio de un material sobre otro. La potencia del conjunto puede estimarse en 100 m.

**Estructura.**— Aparece este grupo bien desarrollado en el anticlinal de los Olmos, con buzamientos que alcanzan, en ocasiones, los 60° y con fracturación escasa. Se encuentra así mismo en el sinclinal de San Just, del que solamente aflora en el Tramo el flanco norte, presentando buzamientos de 15°–20° y fracturación escasa.

**Comportamiento.**— La permeabilidad del grupo puede calificarse de media a alta por fisuración dando áreas con un buen drenaje superficial allí donde aflora. No es ripable. Presenta problemas no muy acusados de desprendimientos en los desmontes. Los taludes naturales observados son estables con alturas de 8–10 m e inclinaciones próximas a la vertical.

#### MARGAS Y CALIZAS DE PIEDRA HELADA (312a)

**Litología.**— Grupo formado por una alternancia irregular de margas blancas, crema o grises, muy cohesivas, dispuestas en capas y bancos de hasta 6 m de potencia, con calizas margosas blancas y grises, en capas de 0,5 a 0,8 m que van siendo progresivamente más abundantes hacia la base de la formación, pasando en ocasiones, en tránsito difícil de delimitar, hacia el grupo 232a. La potencia de la formación puede estimarse en 80 m.

**Estructura.**— Aparece únicamente, este grupo, al sureste de Vivel del Río Martín, adosado al macizo mesozoico de La Muela, con buzamientos que van de 10°–15° a subverticales, tiene en general fracturación poco marcada, salvo en el extremo suroriental del afloramiento donde presenta una tectonicidad muy intensa.

**Comportamiento.**— La permeabilidad del grupo puede calificarse, en general, como baja, debido al predominio de los niveles margosos sobre los calcáreos; el drenaje superficial es generalmente aceptable. En conjunto el grupo puede calificarse como ripable, si

bien donde predominan los niveles calcáreos (generalmente hacia la base de la formación) no lo es. La plasticidad de los componentes arcillosos puede calificarse de media a baja y la erosionabilidad de los niveles margosos (a veces predominantes) también de media a baja. En los desmontes se plantearán problemas de desprendimientos de bloques por erosión diferencial de ambos componentes, así como de corrimientos según las juntas de estratificación donde la formación aparece tableada. Deben estudiarse, pues, los buzamientos y el estado de los niveles margosos que harían de superficie de despegue. Los taludes naturales observados son estables con alturas de 20–40 m e inclinaciones del orden de 30°. Se han observado desmontes de 8–10 m de altura e inclinaciones de unos 50°, donde es patente la degradación del talud.

#### CONGLOMERADOS, ARENISCAS Y MARGAS DE LA GINEBROSA (312b)

**Litología.**— Grupo constituido por una alternancia irregular de conglomerados de cantos poligénicos de hasta 20 cm de diámetro y cemento calcáreo, dispuestos en bancos lenticulares de hasta 4 m de potencia, con niveles margo—arenosos de color ocre, que en ocasiones pasan a ser prácticamente una arenisca de grano medio con matriz arcillosa y sin cemento, (fotos 50 y 51). La potencia de la formación es de 70 m.



Foto 50.— Aspecto de los conglomerados y areniscas del grupo 312b.

**Estructura.**— Se encuentra, este grupo, asociado a los bordes de las estructuras de los materiales mesozoicos, con buzamientos de 40°–45° y fracturación generalmente escasa; suelen presentar sus afloramientos escasa continuidad lateral.

**Comportamiento.**— Grupo de permeabilidad alta por fisuración y/o percolación, dando áreas con un drenaje superficial aceptable. Los niveles de conglomerados y areniscas no son ripables, aunque sí lo son los niveles margo—arenosos. Planteará problemas de desprendimientos en los desmontes por la erosión diferencial de sus componentes, así como de corrimientos según juntas de estratificación, actuando los niveles blandos como superficies de despegue; deben estudiarse, pues, los buzamientos locales y el estado de los niveles margosos. Los taludes naturales son estables con altura media e inclinaciones del orden de 30°. Se han observado desmontes de 5–10 m de altura e inclinaciones de 50° en los que el riesgo de desprendimiento es alto.



Foto 51.— Aspecto de los conglomerados del grupo 312b.

#### CONCLOMERADOS, ARENISCAS Y ARCILLAS DE LAS CUEVAS DE CAÑART (312c)

**Litología.**— Grupo constituido por una alternancia irregular de: 1) conglomerados ocre, de cantos calcáreos subredondeados de hasta 150 m de diámetro, con matriz areno—arcillosa y cemento calcáreo, dispuestos en capas y bancos de hasta 5 m de potencia (foto 52); 2) Areniscas blancas de grano grueso con matriz areno—arcillosa y sin cemento, dispuestas en capas de hasta 1,5 m de potencia. 3) Arcillas arenosas, rojizas y ocre, dispuestas en capas de hasta 1 m de potencia (foto 53). La potencia del conjunto es de 400 m.



Foto 52.— Aspecto de los conglomerados del grupo 312c.



Foto 53.— Niveles arcillo-arenosos del grupo 312c.

**Estructura.**— Ocupa, este grupo, la parte axial de las estructuras sinclinales existentes en la parte suroriental del Tramo, presentándose con buzamientos de  $40^{\circ}$ – $45^{\circ}$  y fracturación en general poco importante, (foto 54).



Foto 54.— Buzamientos que presentan las capas del grupo 312c.

**Comportamiento.**— Grupo de permeabilidad media por fisuración salvo en los niveles arcillosos, dando áreas con drenaje superficial aceptable. Los conglomerados no son ripables, las areniscas pueden serlo en algunas áreas y las arcillas si lo son. En conjunto la ripabilidad del grupo dependerá del predominio relativo de sus componentes. Se pueden presentar problemas de desprendimiento en los desmontes por la erosión diferencial de sus componentes, así como de corrimientos según las juntas de estratificación, actuando los niveles arcillosos como superficies de despegue (fotos 55 y 57). En las áreas donde

vayan a efectuarse desmontes de cierta importancia deberán estudiarse detalladamente los buzamientos y el estado de los niveles blandos. Los taludes naturales observados son estables con alturas de más de 40 m e inclinaciones de  $15^{\circ}$ – $30^{\circ}$ , en ocasiones se presentan pendientes mayores estando, entonces, las laderas recubiertas de bloques de conglomerados procedentes de desplomes y desprendimientos (foto 56). Se han observado desmontes de unos 5 m de altura e inclinaciones próximas a los  $50^{\circ}$ .



Foto 55.— Resto de erosión de los conglomerados del grupo 312c.



Foto 56.— Desprendimientos de bloques de conglomerados por erosión diferencial en el grupo 312c.



Foto 57.— Movimientos en el grupo 312c alterado.

#### MARGAS Y YESOS DE SAN JUST (312d)

**Litología.**— Grupo constituido por una alternancia irregular de margas yesíferas blancas, compactas, dispuestas en lechos y capas de hasta 2 m de potencia con lechos de yesos sacaroideos blancos, grises o negros que incluyen nódulos de sílex de muy diferentes tamaños. La formación presenta bruscos cambios laterales tanto en su potencia



Foto 58.— Niveles yesíferos del grupo 312d.

en las proporciones relativas de uno u otro componente. La potencia de la formación puede estimarse en 40 m.

**Estructura.**— Aparecen estos materiales al sur del alto de San Just formando parte del flanco de un sinclinal con buzamientos de 15°–20°, y al Oeste de Vivel del Río Martín, donde afloran en una estrecha banda con buzamientos de 10°–15°. En general presentan una fracturación poco desarrollada.

**Comportamiento.**— Conjunto de permeabilidad baja, presentando todas las áreas ocupadas por él, buen drenaje superficial por escorrentía. En conjunto es un grupo que podemos calificar de no ripable por la dureza de los niveles de yesos y el entramado que suelen presentar los niveles margosos, aunque estos niveles pueden ser ripables. Se plantearán problemas de desprendimientos en los desmontes, siendo la posibilidad de deslizamientos muy escasa. La presencia de sulfatos en el grupo planteará problemas de agresividad en las obras de fábrica. Los taludes son estables con alturas medias e inclinaciones del orden de los 30°. Se han observado desmontes de unos 5 m de altura, subverticales, en los que son frecuentes los desprendimientos de cantos y bloques de yesos.

CONGLOMERADOS, ARENISCAS, LIMOLITAS Y ARCILLAS DE VIVEL DEL RIO MARTIN (313a)

CONGLOMERADOS, ARENISCAS Y ARCILLAS DE GODOS (321a)

CONGLOMERADOS, ARENISCAS, LIMOLITAS Y ARCILLAS DE CASTELSERAS (321d)

Grupos descritos en la Zona 3, apartado 3.3.4. por su mejor desarrollo en ella.

### 3.2.5. Grupos geotécnicos

Dentro de la presente Zona los grupos litológicos anteriormente descritos se pueden agrupar, por afinidades de comportamiento, en los grupos geotécnicos que a continuación se citan.

- A: Terrenos en facies Keuper, constituido esencialmente por el grupo 213.
- B: Terrenos en facies Utrilla, formado por el grupo 231c.
- C: Terrenos en facies Weald, formado por el grupo 231a.
- E: Formaciones rocosas duras y resistentes, constituido por los grupos litológicos: 211, 212, 222a y 232b.
- F: Formaciones rocosas carstificadas y/o tectonizadas, constituido por los grupos litológicos: 221a y 232a.
- H: Alternancia de materiales plásticos erosionables y materiales resistentes con tectonización marcada, constituido por los grupos litológicos: 221b, 222b, 231b, 312a y 312b.
- I: Alternancia de materiales detríticos erosionables con materiales resistentes con tectonización marcada, formado por los grupos litológicos 312c y 313a.
- J: Materiales con acusada presencia de yesos, constituido por el grupo 312d.
- K: Formaciones esencialmente margoarcillosas, donde se integran los grupos litológicos 221c y 321a.
- M: Formaciones asimilables a suelos no cohesivos, constituyen este grupo geotécnico los siguientes grupos litológicos C1, C3, AC3, T1 y D1.
- N: Formaciones asimilables a suelos blandos en general, donde se incluyen los grupos: D2, C4, AC4, VC4, C5, AC5, VC5, C7, AC1 y VC1.
- O: Zahorras naturales constituido por los grupos C6, C8, VC6 y AC6.
- P: Suelos aluviales, formado por los grupos litológicos A1, V1, AV1, A3, AV3, A4, V4, AV4, A5, V5, AV5, A6, AV6 y A7.

### 3.2.6. Resumen de problemas de comportamiento que presenta la Zona

Debido a su mayor extensión superficial son los grupos del Jurásico y del Cretácico los que mayor incidencia van a tener en la Zona frente a la construcción de obras viales.

El mayor problema que pueden presentar los materiales cuaternarios es el encharcamiento en algunas áreas deprimidas de aluviales y eluviales, así como la intensa degradación que presentan algunos desmontes por la escasa densidad de algunos suelos (C7, AC1, C5, AC5 ...).

Los materiales de la facies Keuper (213) y del grupo 312d el mayor problema que presentan es la presencia de sulfatos diseminados en la masa, que confiere una cierta agresividad a las formaciones.

Los grupos 221a y 231a el mayor problema que presentan es la posibilidad de desprendimientos en los desmontes por la intensa fracturación y/o carstificación que presentan.

Los materiales de los grupos 221b, 222b, 231b, 312a, 312b, 312c, 313a, 321a y 321d, debido a la sucesión alternante que muestran, el mayor problema que pueden presentar es el de desprendimientos por erosión diferencial, aunque en ocasiones puedan presentarse problemas de cuesta estructural.

Los materiales de la facies Weald, (231a) y Utrillas (231c), la mayoría de los problemas que presentan son debidos a la cierta plasticidad de algunos términos de la secuencia estratigráfica y a la baja densidad que presenta el conjunto de las formaciones.

El grupo 221c el mayor problema que presenta es la plasticidad del conjunto de la formación, aunque por la escasa superficie que ocupa los problemas que se pueden plantear no revertirán una gravedad importante.

Los grupos 211, 212, 222a y 232b no presentarán mayores problemas que los que suponga su ripado.

### 3.3. ZONA 3: CUENCAS TERCIARIAS DE CALANDA–VIVEL DEL RIO MARTIN

#### 3.3.1. Geomorfología

Comprende, esta Zona, dos amplios afloramientos situados respectivamente en el extremo nororiental del Tramo (cuenca de Calanda) y en el extremo occidental del mismo (cuenca de Vivel del Río Martín); entre ambos afloramientos ocupan aproximadamente el 50 por ciento de la superficie total del Tramo.



Foto 59.— Cierre del sinclinal de Las Cuevas de Cañart; en primer término los niveles conglomeráticos del grupo 312c.

La cuenca de Calanda constituye en realidad la parte meridional de la comarca natural del Desierto de Calanda; está constituida esencialmente por una alternancia de materiales detríticos (conglomerados, areniscas, ... etc), cuya erosión diferencial va a ser el principal factor condicionante del relieve. Este relieve alcanza las cotas más altas en Montalvo (962 m) y está modelado según amplios valles generalmente de fondo plano y con laderas cóncavas culminadas por mesas subhorizontales constituidas por materiales esencialmente conglomeráticos. La red fluvial está formada por el río Guadalopec y sus afluentes los ríos Guadalopecillo, Bergantes y Mezquita.

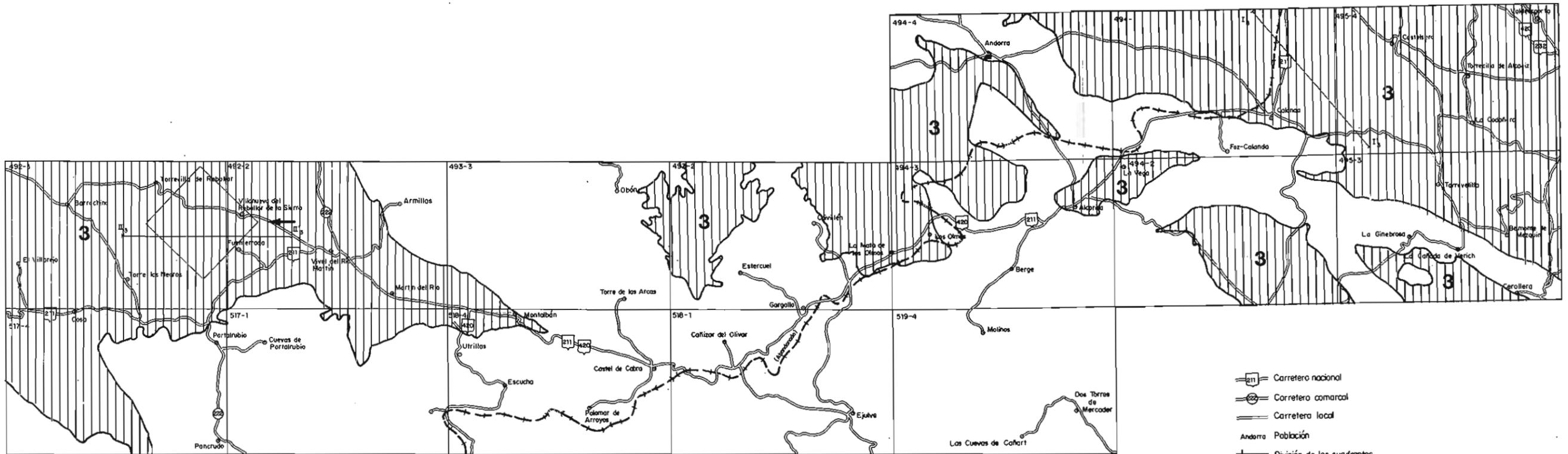
La cuenca de Vivel del río Martín se sitúa en la parte noroccidental del Tramo y está constituida esencialmente por una altiplanicie (mesa) situada entre Torre de los Negros y Fuenferrada, con alturas del orden de 1.300 m, bordeando a la cual se encajan las cuencas de los ríos Martín (con sus afluentes, los ríos Vivel, Fuenferrada y de la Rambla) y Pancrudo (con sus afluentes, los ríos de Cosa, Pelarda y del Pinar), los valles de estos ríos son generalmente en artesa, con laderas que presentan pendientes muy variadas, según la litología del terreno en cada punto. Igual que en la cuenca de Calanda, la litología es el principal factor condicionante de la morfología, y las partes altas de las laderas de los valles suelen estar ocupados por episodios conglomeráticos y/o calcáreos.

#### 3.3.2. Tectónica

En la presente Zona no se pueden diferenciar los distintos episodios de la Orogenia Alpina que se han citado en el apartado 3.2.2. ya que la mayoría de los materiales existentes en la Zona son postorogénicos, no obstante se observan buzamientos fuertes e incluso cierta fracturación en materiales de edad oligocena (313a). estos datos tectónicos,



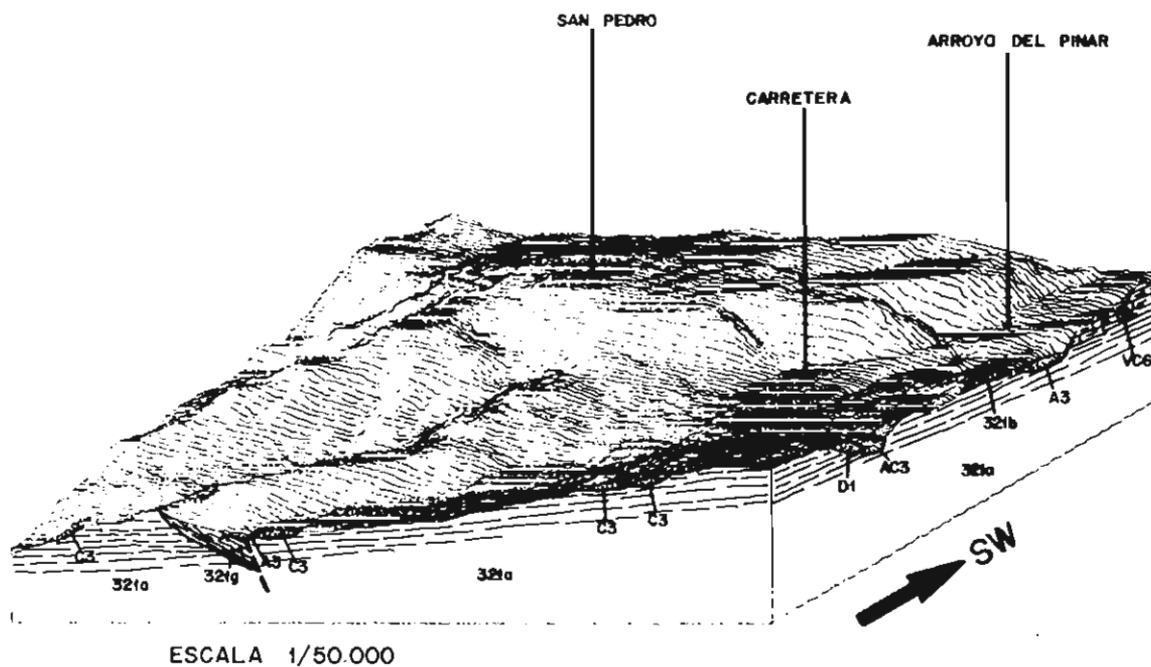
Foto 60.- Vista parcial del aluvial del río Bergantes, (grupo A3).



- Carretero nacional
- Carretero comarcal
- Carretera local
- Andorra Población
- División de los cuadrantes de las hojas a E. 1/50.000
- Ferrocarril abandonado
- Baque diagrama
- Carte geológico



Fig-12 Esquema de situación de la Zona 3 y sus cortes geológicos



- 321a — Arcillas, conglomerados y areniscas de Godos
- 321b — Areniscas, margas y calizas margosas de Torre de los Negros
- 321g — Calizas arenosas y margas calcáreas de Villanueva del Rebollar de la Sierra
- A3 — Aluvial del Río Bergantes
- C3 — Coluviones de Villanueva del Rebollar de la Sierra
- AC3 — Aluvio-coluviales de La Codoñera
- VC6 — Eluvio-coluviales de El Villarejo
- D1 — Conos de deyección de Martín del Río

FIG. 13 BLOQUE DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA ZONA 3

sin embargo, no son suficientes como para poder definir una fase de plegamiento.

Las dos cuencas existentes en la Zona tienen un comportamiento completamente diferente: mientras que en la cuenca de Calanda la subsidencia es prácticamente constante, sin que se produzcan apenas cambios de facies, en la cuenca de Vivel del Río Martín debieron producirse movimientos importantes en la vertical que condicionaron muy intensamente la aparición de las diferentes facies (calizas, areniscas, yesos, conglomerados... etc) que se encuentran en la Zona.

### 3.3.3. Columna estratigráfica

En la columna estratigráfica que se dispone a continuación, viene reflejada la disposición cronológica de los distintos grupos de la Zona, así como su potencia relativa.

Grupo litológico	Grupo geotécnico	Litología	Potencia en metros	Edad
A1	P	Gravas poligénicas con escasa matriz arenosa.	2-6	Cuaternario
A3	P	Gravas poligénicas con matriz arenosa.	2-20	Cuaternario
A4	P	Limos y arcillas con cantos de calizas y/o yesos.	2-7	Cuaternario
A5	P	Arcillas limosas y/o limos arcillosos con cantos de arenisca y/o calizas.	3-6	Cuaternario
A6	P	Gravas calcáreas y matriz limo-arcillosa.	2-10	Cuaternario
C3	M	Gravas poligénicas con matriz arenosa.	2-20	Cuaternario
C4	N	Limos y arcillas con cantos de caliza y/o yesos.	2-7	Cuaternario
C5	N	Arcillas limosas y/o limos arcillosos con cantos de arenisca y/o caliza.	3-6	Cuaternario
C6	O	Gravas calcáreas y matriz limo-arcillosa.	2-10	Cuaternario
D1	M	Gravas poligénicas con matriz arenosa.	2-20	Cuaternario
D2	N	Limos y arenas con proporción de gravas calcáreas.	2-6	Cuaternario
T1	M	Gravas poligénicas con matriz arenosa.	2-20	Cuaternario
W1	N	Conjunto caótico de limos, arenas y arcillas con cantos de arenisca y caliza dispersos y proporción variable de lignitos.	3-20	Cuaternario
AC3	M	Gravas poligénicas con matriz arenosa.	2-20	Cuaternario
AC4	N	Limos y arcillas con cantos de caliza y/o yesos.	2-7	Cuaternario
AC6	O	Gravas calcáreas y matriz limo-arcillosa.	2-10	Cuaternario
VC3	M	Gravas poligénicas con matriz arenosa.	10-12	Cuaternario
VC6	O	Gravas calcáreas y matriz limo-arcillosa.	2-10	Cuaternario
AV3	P	Grava poligénicas con matriz arenosa.	2-8	Cuaternario
AV4	P	Limos y arcillas con cantos de caliza y/o yesos.	2-7	Cuaternario
V3	P	Gravas poligénicas con matriz arenosa.	1-6	Cuaternario
V6	P	Gravas calcáreas y matriz limo-arcillosa.	2-10	Cuaternario
321h	E	Calizas blancas nodulares, de aspecto brechoide con algún episodio conglomerático.	80	Mioceno
321g	E	Calizas arenosas blancas con margas calcáreas blancas.	50	Mioceno
321f	G	Calizas oquerosas blancas con margas calcáreas blancas.	80	Mioceno
321e	L	Limolitas rojas con variables proporciones de arenas y arcillas.	150	Mioceno
321d	G	Conglomerados de cantos calcáreos, areniscas de grano fino y limolitas con fracciones arcillosas.	500	Mioceno
321c	J	Margas yesíferas, areniscas de grano medio a grueso y yesos sacaroideos.	70	Mioceno
321b	G	Areniscas calcáreas, margas algo arenosas y calizas margosas.	100	Mioceno
321a	K	Conglomerados poligénicos rojos, areniscas rojas de grano medio y arcillas rojas ocasionalmente yesíferas.	120	Mioceno
313b	E	Conglomerados rojos con cantos de caliza, matriz limo arenosa y cemento calcáreo	80	Oligoceno
313a	I	Conglomerados poligénicos rojos, areniscas rojas de grano grueso y limolitas y arcillas rojas.	250	Oligoceno



### 3.3.4. Grupos litológicos

#### ALUVIAL DEL RIO MARTIN (A1)

Grupo descrito en la Zona 1, apartado 3.1.4., por su mejor representación en ella.

#### ALUVIAL DEL RIO BERGANTES (A3)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por gravas poligénicas, aunque lo más frecuente es que sean calcáreas, redondeadas o subredondeadas, con trama generalmente cerrada. Estas gravas aparecen englobadas en una matriz arenosa de grano medio a fino, que constituye el 30–40 por ciento del total de la formación. No se observan concentraciones preferentes de cantos en las diferentes áreas cubiertas por este grupo (fotos 60 y 61). La potencia del conjunto oscila ente 2 y 20 m.



Foto 61.— Aspecto del grupo A3. Cuadrante 492-2.

**Comportamiento.**— Grupo con permeabilidad alta por percolación, con drenaje superficial aceptable por escorrentía. Pueden presentarse problemas por la baja densidad de los materiales. Los taludes naturales observados presentan inclinaciones de hasta 5° y alturas que no superan los 2–3 m; los desmontes se excavan a 60° con alturas de 2–3 m, presentando siempre importantes degradaciones.

#### ALUVIAL DEL RIO PANCRUDO (A4)

#### ALUVIAL DE CAÑIZAR DEL OLIVAR (A5)

Grupos descritos en la Zona 2, apartado 3.2.4., por su mayor desarrollo en ella.

#### ALUVIAL DEL RIO DE COSA (A6)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por gravas predominantemente calcáreas, con cantos subangulosos empastados en una matriz limo–arcillosa de color ocre, que constituye aproximadamente el 50 por ciento de la formación. Los cantos tienen hasta 10 cm. de diámetro máximo y forman generalmente trama subcerrada. En algunas áreas puede presentarse una ligera segregación de cantos hacia los términos basales del

grupo (foto 62). Existe una acusada variabilidad en la proporción de cantos y matriz en toda la extensión del Tramo. La potencia del conjunto puede estimarse en 2–8 m.



Foto 62.— Aspecto del grupo A6.

**Comportamiento.**— Material que puede explotarse como zahorra en aquellos puntos en los que la trama de cantos sea cerrada. Presenta permeabilidad media por percolación con buen drenaje tanto superficial como profundo en todos los afloramientos; presentan erosionabilidad baja pese a la débil trabazón de los cantos. Los taludes naturales permanecen estables con alturas de hasta 5 m e inclinaciones de  $8^{\circ}$ – $10^{\circ}$ , los desmontes existentes se excavan con inclinaciones de  $70^{\circ}$  y 2–3 m de altura presentando una notable degradación.

#### COLUVIONES DE VILLANUEVA DEL REBOLLAR DE LA SIERRA (C3)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por gravas poligénicas, aunque predominan generalmente los cantos calcáreos, redondeados o subredondeados, con trama generalmente cerrada o subcerrada. Aparecen englobadas en una matriz arenosa de grano medio a fino que constituye el 30–40 por ciento del total de la formación. No se observan concentraciones preferentes de cantos, aunque en ocasiones se produce una cierta segregación de los de tamaño más grueso hacia los términos basales de la formación (foto 63). La potencia del conjunto oscila de 2 a 20 m.

**Comportamiento.**— Grupo de permeabilidad alta por percolación con drenaje aceptable tanto en superficie como en profundidad. Pueden presentarse problemas de asiento en los puntos donde la trama de cantos sea más abierta; en ocasiones han sido explotadas las gravas como áridos naturales. Los taludes naturales observados presentan inclinaciones de hasta  $25^{\circ}$  y alturas que no superan los 15 m; los desmontes se tallan con inclinaciones de  $50^{\circ}$ – $60^{\circ}$  y alturas de 2–3 m presentando, en ocasiones, notables degradaciones.



Foto 63.— Aspecto del grupo C3.

#### COLUVIONES DE ALPEÑES (C4)

#### COLUVIONES DE GODOS (C5)

#### COLUVIONES DE LA MUELA DE MONTALBAN (C6)

Grupos descritos en la Zona 2, apartado 3.2.4., por su mayor desarrollo en ella.

#### CONOS DE DEYECCION DE MARTIN DEL RIO (D1)

**Litología y estructura.**— Conjunto caótico de gravas poligénicas, con predominio de cantos calcáreos, con cantos subangulosos o subredondeados de hasta 15 cm de diámetro máximo, englobados en una matriz esencialmente arenosa o areno-limosa que llega a constituir el 40–50 por ciento del total de la formación. Se observa en la mayoría de las áreas cubiertas por este grupo un predominio de cantos gruesos en la parte final (más baja) del cono de deyección (foto 64). La potencia del conjunto puede estimarse en 15 m.

**Comportamiento.**— Grupo de permeabilidad alta por percolación con buen drenaje tanto en superficie como en profundidad. Pueden presentarse problemas de asiento en los puntos donde la trama de cantos sea abierta; en algunos puntos pueden ser explotados como áridos naturales. Los taludes naturales observados presentan inclinaciones de hasta 25° y alturas de más de 40 m; los desmontes se excavan con alturas de 2–3 m e inclinaciones de 60°, presentando, en algunos puntos, degradación intensa.



Foto 64.— Aspecto del grupo D1.

#### CONOS DE DEYECCION DE PEÑARROYAS (D2)

#### TERRAZAS DEL RIO MARTIN (T1)

Grupos descritos en la Zona 1, apartado 3.1.4., por su mayor desarrollo en ella.

#### ESCOMBRERAS DE UTRILLAS (W1)

**Litología y estructura.**— Conjunto caótico de materiales, constituido por limos más o menos arenosos blancos o grises, arenas silíceas, ocreas o grises. Dispersos en la masa se encuentran cantos de arenisca de granos silíceos y/o de caliza arenosa, así como una proporción variable de lignitos. Los diversos componentes no presentan organización alguna en su disposición y pueden darse concentraciones preferentes de unos u otros componentes en diferentes puntos. La potencia del conjunto oscila de 3 a 20 m.

**Comportamiento.**— Conjunto de permeabilidad media a baja con drenaje superficial aceptable y muy deficiente en profundidad; presenta problemas generalizados de asiento y una gran posibilidad de que se produzcan deslizamientos de gran entidad. Se observan taludes naturales con 10–15 m de altura y pendientes de  $30^{\circ}$ – $35^{\circ}$  (foto 65), produciéndose frecuentes deslizamientos; los desmontes pueden excavarse a  $40^{\circ}$ – $45^{\circ}$  con alturas que no superan los 5 m y presentando una degradación intensa y gran riesgo de deslizamientos.

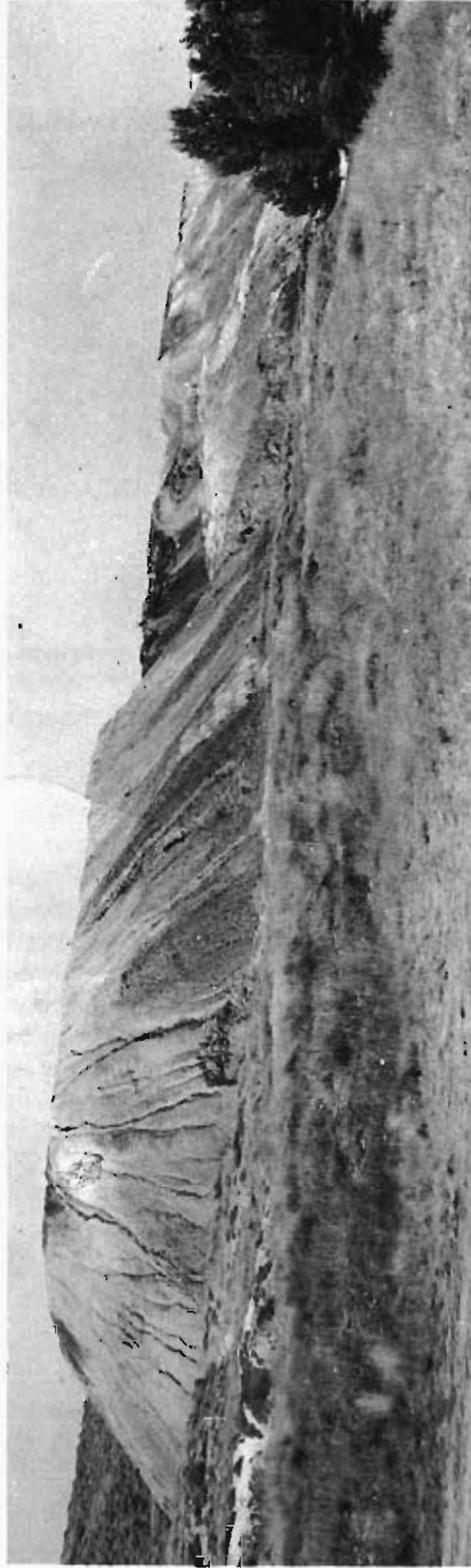


Foto 65. - Aspecto de las escombreras de los lavaderos de las minas de Utrillas, en primer término un deslizamiento que muestra claramente la inestabilidad del grupo.

### ALUVIO–COLUVIALES DE LA CODOÑERA (AC3)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por gravas poligénicas, con predominio de los cantos calcáreos, redondeados o subredondeados, con trama cerrada o subcerrada. Estas gravas aparecen englobadas en una matriz arenosa de grano medio a fino, que constituye aproximadamente el 40 por ciento del total de la formación. No se observan concentraciones preferentes de los diversos términos de la formación. La potencia del conjunto oscila entre 3 y 10 m.

**Comportamiento.**— Grupo de permeabilidad alta por percolación, con drenaje superficial aceptable por escorrentía. Pueden presentarse problemas locales de asiento en aquellos puntos en que las gravas presenten una trama más abierta. Los taludes naturales observados presentan inclinaciones de 15°–20° y alturas que difícilmente superan los 20 m. Los desmontes se tallan con inclinaciones de 50°–60° y alturas de hasta 3 m.

### ALUVIO–COLUVIALES DE LA Balsa de SALADA (AC4)

### ALUVIO–COLUVIALES DE EL HORNILLO (AC6)

Grupos descritos en la Zona 2, apartado 3.2.4., por su mayor desarrollo en ella.

### ELUVIALES DE ALCORISA (V3)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por gravas poligénicas aunque con predominio de los cantos calcáreos, subredondeadas o subangulosas, con trama generalmente abierta; están englobadas en una matriz arenosa o areno–limosa que llega a constituir el 60 por ciento de la formación. Se aprecia, en las áreas ocupadas por este grupo, una segregación de cantos hacia la superficie del grupo. La potencia máxima del conjunto puede estimarse en 6 m.

**Comportamiento.**— Conjunto de permeabilidad media a alta por percolación con buen drenaje superficial, aunque algo más deficiente en profundidad, pueden presentarse por ello problemas de encharcamiento en las áreas más deprimidas. Se presentarán problemas generalizados de asiento. Los taludes naturales observados presentan inclinaciones que difícilmente alcanzan los 10° y alturas de 1–2m; los desmontes se tallan con alturas de 1–2 m e inclinaciones de hasta 40°, presentando, en todo caso, una degradación intensa.

### ELUVIALES DE LA GINEBROSA (V6)

Grupo descrito en la Zona 2, apartado 3.2.4., por su mayor desarrollo en ella.

### ALUVIO–ELUVIALES DE ANDORRA (AV3)

**Litología y estructura.**— Grupo formado por gravas poligénicas (más frecuentemente calcáreas) subredondeadas, con cantos de hasta 15 cm de diámetro máximo y con trama generalmente abierta. Estas gravas se engloban en una matriz arenosa (en ocasiones areno–limosa) que constituye aproximadamente el 50 por ciento del total de la formación. Se observa, dentro del grupo, una cierta segregación de cantos hacia la superficie. La potencia total del grupo oscila entre 2 y 8 m.

**Comportamiento.**— Conjunto de permeabilidad media a alta por percolación con buen drenaje superficial por escorrentía. Presentará problemas generalizados de asiento. Los taludes naturales observados presentan inclinaciones de 5°–10° y alturas de hasta 5 m; los desmontes se excavan con alturas de 1–2 m e inclinaciones de 40°–50°, presentando siempre una intensa degradación.

#### ALUVIO-COLUVIALES DE LA Balsa CORZAN (AV4)

Grupo descrito en la Zona 2, apartado 3.2.4., por su mayor desarrollo en ella.

#### ELUVIO-COLUVIALES DE ANDORRA (VC3)

**Litología y estructura.**— Conjunto constituido por gravas poligénicas (aunque más frecuentemente calcáreas), subredondeadas o subangulosas, con trama subcerrada y cantos de hasta 15 cm de diámetro máximo. Estas gravas están englobadas en una matriz arenosa (en ocasiones areno-limosa) de grano medio a fino y que constituye aproximadamente el 50 por ciento del total de la formación. No se observan concentraciones preferentes de unos u otros componentes del grupo en las áreas ocupadas por él. La potencia de la formación puede estimarse en 10–12 m.

**Comportamiento.**— Conjunto de permeabilidad alta por percolación con buen drenaje superficial salvo en algún área deprimida donde pueden producirse encharcamientos. Los taludes naturales observados presentan inclinaciones de hasta 20° y alturas de hasta 20 m; los desmontes se tallan con alturas de 3–4 m e inclinaciones de hasta 50°, presentando siempre una intensa degradación.

#### ELUVIO-COLUVIALES DEL VILLAREJO (VC6)

**Litología y estructura.**— Grupo constituido por gravas, predominantemente calcáreas, con cantos angulosos empastados en una matriz limo-arcillosa de color ocre, que constituye aproximadamente el 50 por ciento de la formación. Los cantos de hasta 8 m de diámetro máximo forman una trama subcerrada (foto 66). Ocasionalmente aparecen niveles inferiores ligeramente cementados por carbonatos, y en algunos puntos presentan una ligera segregación de cantos gruesos hacia la parte superficial de la formación. Existe una acusada variabilidad en la proporción entre cantos y matriz en toda la extensión del Tramo. La potencia del conjunto oscila de 2 a 10 m.



Foto 66.— Aspecto de los materiales del grupo VC6.

**Comportamiento.**— Materiales que ocasionalmente se han explotado como zahorra; presentan permeabilidad media (alta en algunos puntos por percolación), con buen drenaje tanto superficial como profundo en todos los afloramientos. Presentan erosiona-

bilidad baja pese a la débil trabazón de los cantos; los taludes naturales permanecen estables con alturas del orden de 10 m e inclinaciones próximas a los  $30^\circ$ , los desmontes existentes se tallan con 3–4 m de altura e inclinaciones de  $60^\circ$ – $70^\circ$ , presentando muy escasa degradación.

#### CONGLOMERADOS, ARENISCAS Y LIMOLITAS DE VIVEL DEL RIO MARTIN (313a)

Grupo constituido por una alternancia irregular de: 1) conglomerados poligénicos rojos, con cantos de hasta 20 cm de diámetro máximo, empastados en una matriz arenolímica que constituye el 30 por ciento de la formación y con un 5–10 por ciento de cemento calcáreo; se presentan en capas de 0,8 a 1,5 m de potencia; 2) areniscas rojas, de grano grueso, con matriz limoarcillosa y sin cemento de ningún tipo, se presenta en capas de hasta 1,5 m de potencia; 3) limolitas y arcillas, rojas, con proporciones variables de uno u otro componente, dispuestas en capas de hasta 2 m de potencia (foto 67). El espesor del conjunto puede estimarse en 250 m.



Foto 67.— Aspecto del grupo 313a.

**Estructura.**— Aparece, este grupo, asociado a las estructuras de los materiales mesozoicos, aunque presentando, en general, una tectónica más suave que éstos; presentan buzamientos de  $10^\circ$ – $30^\circ$  y una fracturación muy escasa.

**Comportamiento.**— La permeabilidad del grupo puede calificarse de media por la fisuración que presentan los niveles de conglomerados y areniscas, siendo notablemente más baja en las áreas donde predominan los niveles arcillosos. En conjunto el drenaje superficial de las áreas ocupadas por él es aceptable por escorrentía, aunque localmente pueden presentarse problemas de drenado en áreas deprimidas. Los niveles de conglomerados y areniscas por lo general no son ripables; por ello la ripabilidad del conjunto depende de la importancia relativa de los diferentes componentes y del grado de cementación que localmente presentan los niveles duros.

En los desmontes se plantearán problemas de desprendimiento por erosión diferencial de los componentes, así como una cierta degradación por la relativa erosionabilidad de los niveles blandos (foto 68). Los taludes naturales son estables con alturas superiores a los 40 m y pendientes del orden de los  $30^\circ$ , si bien cuando el buzamiento no es a favor de la ladera alcanza inclinaciones de  $45^\circ$ – $60^\circ$ , y si hay un predominio de los niveles blandos las pendientes no suelen superar los  $15^\circ$ . Se han observado desmontes estables con alturas

del orden de 5 m e inclinaciones próximas a los 60°.



Foto 68.— Aspecto de las limolitas, muy alteradas, del grupo 313a.

#### CONGLOMERADOS DE ARMILLAS (313b)

**Litología.**— Formación constituida por conglomerados rojos, con cantos calcáreos subangulosos de hasta 15 cm. de diámetro máximo, constituyendo trama subcerrada; presentan matriz limo—arenosa en un 25—30 por ciento del total de la roca y un 10—15 por ciento de cemento calcáreo. Se presentan en capas de hasta 1,5 m de potencia (foto 69). La potencia total del conjunto puede estimarse en 30 m.



Foto 69.— Aspecto del grupo 313b. Cuadrante 492-2.

**Estructura.**— Aparecen únicamente en las proximidades de Armillas dispuestas sobre el grupo 313a, con inclinaciones que difícilmente alcanzan los 10°.

**Comportamiento.**— Conjunto de permeabilidad media por fisuración, con buen drenaje superficial por escorrentía. No son ripables. Los taludes naturales observados no superan los 5 m con inclinaciones de  $10^{\circ}$ – $15^{\circ}$ , los desmontes se tallan casi verticales y 1–2 m de altura sin presentar otro problema que el ripado.

#### CONGLOMERADOS, ARENISCAS Y ARCILLAS DE GODOS (321a)

**Litología.**— Conjunto formado por una alternancia irregular de: 1) conglomerados rojos con cantos poligénicos de hasta 10 cm de diámetro máximo, con trama abierta, englobados en una matriz limo–arenosa que constituye hasta el 75 por ciento del total de la formación; se disponen en capas lenticulares de muy escasa continuidad lateral y hasta 1,5 m de potencia; 2) areniscas rojas, de grano medio con matriz limo–arcillosa, dispuesta en capas de 0,4 a 0,8 m de potencia que no tienen gran continuidad lateral; 3) arcillas rojas, ocasionalmente yesíferas, de aspecto masivo y que constituyen más del 80 por ciento del total de la formación (foto 70). La potencia del conjunto puede estimarse en 120 m.



Foto 70.— Aspecto de los niveles arcillosos del grupo 321a.

**Estructura.**— Aparece, este grupo, únicamente en el extremo noroccidental del Tramo, dispuesto subhorizontalmente y sin que se observe en él fracturación alguna.

**Comportamiento.**— La permeabilidad puede calificarse de media por percolación, en los niveles de conglomerados y areniscas, siendo prácticamente nula en las zonas arcillosas. Presenta, por lo general, drenaje superficial aceptable por escorrentía aunque puedan darse problemas de encharcamiento en las áreas deprimidas. En conjunto, el grupo puede considerarse ripable pues los términos detríticos suelen estar poco conectados entre sí y tener poco desarrollo.

Las arcillas tienen plasticidad media y plantearán problemas de inestabilidad superficial. Los taludes naturales son aparentemente estables, con alturas no superiores a los 20 m e inclinaciones de  $10^{\circ}$ – $15^{\circ}$ , siendo frecuentes las áreas cultivadas en bancales. Se han observado desmontes subverticales con alturas de 2–6 m que son claramente inestables, observándose que tienden a alcanzar inclinaciones de  $30^{\circ}$ – $45^{\circ}$  por degradación.

## ARENISCAS, MARGAS Y CALIZAS ARENOSAS DE TORRE DE LOS NEGROS (321b)

**Litología.**— Conjunto formado por una alternancia irregular de: 1) areniscas calcáreas de grano medio con matriz arcillosa, dispuestas en lechos y capas de 0,3 a 0,6 m de potencia, estas areniscas son más frecuentes hacia la base de la formación; 2) margas blancas o grises, algo arenosas y/o yesíferas, cohesivas, dispuestas en capas de hasta 1 m de potencia (foto 72). 3) Calizas margosas blancas, en capas de 0,4 a 1 m de potencia con juntas de estratificación alabeadas, estas calizas son más frecuentes hacia el lecho de la formación. La potencia del conjunto puede estimarse en 100 m.(foto 71).



Foto 71.— Aspecto del grupo 321b. Cuadrante 492-2.



Foto 72.— Aspecto de los niveles margosos del grupo 321b.

**Estructura.**— Aparece, este grupo, esencialmente en el extremo occidental del Tra-

mo, ocupando las laderas de mesas subhorizontales; presenta fracturación poco desarrollada y con unos cambios laterales de facies muy acusados.

**Comportamiento.**— La permeabilidad puede calificarse de media por la fisuración que presentan los tramos líticos del grupo; el drenaje superficial es aceptable por escorrentía. Los niveles margosos son ripables en tanto que los areniscosos y los calcáreos no lo son, por lo que, en conjunto, su ripabilidad dependerá del predominio relativo de los citados componentes. Presentará problemas (en general poco acusados) de desprendimiento de bloques en los desmontes, aunque, en algunas áreas, se ven las laderas recubiertas de bloques procedentes de pequeños desprendimientos de los niveles calcáreos que suelen coronar los cerros. Los taludes naturales son estables con alturas de 20–30 m e inclinaciones del orden de 30°–45°. Se han observado desmontes de unos 10 m de altura con inclinaciones próximas a los 70°, en los que se observa un cierto riesgo de desprendimientos. Son relativamente frecuentes los deslizamientos (de escasa entidad) en la parte superficial alterada del grupo, (foto 73).



Foto 73.— Deslizamientos de la parte superficial alterada del grupo 321b.

#### FORMACION YESIFERA DE CALANDA (321c)

**Litología.**— Grupo constituido por una alternancia irregular de: 1) margas yesíferas, amarillentas, blancas y grises, dispuestas en capas de 0,5 a 1,5 m de potencia; 2) areniscas de grano medio a grueso blancas o rojas, cementadas por yesos y dispuestas en capas de hasta 2 m de potencia (foto 75). 3) Yesos sacaroides en capas de hasta 2 m de potencia o en lentejones de aspecto masivo de hasta 20 m de potencia; estos yesos incluyen numerosos cantos de sílex de muy diferentes tamaños (foto 74). La potencia de la formación puede estimarse en 70 m.

**Estructura.**— Aparece este grupo siempre subhorizontal, con cambios laterales acusados hacia otras formaciones de la misma edad (grupos 321a y 321b), presentando en todo caso una fracturación escasa y una gran variabilidad en las proporciones relativas de los diferentes componentes.

**Comportamiento.**— Conjunto de permeabilidad baja, presentando las áreas, ocupadas por él, un drenaje superficial aceptable por escorrentía, aunque pueden darse áreas deprimidas en las que se produzcan encharcamientos. Los tramos de areniscas y los yesos sacaroides no son ripables, pero las áreas con predominio de los niveles margosos sí lo son. En el conjunto del área ocupada por el grupo, la presencia de sulfatos planteará problemas de agresividad en las obras de fábrica. Los taludes naturales son estables en general, presentando, en las áreas de predominio de los niveles margosos, alturas de hasta 10 m e inclinaciones de 5°–10°, mientras que en las áreas con predominio de areniscas



Foto 74. — Aspecto de los yesos masivos del grupo 321c. Cuadrante 492-3.



Foto 75. — Areniscas yesíferas del grupo 321c.

y/o yesos se observan taludes naturales con alturas de 20–30 m e inclinaciones de 30°–50°. Se han observado desmontes de hasta unos 5 m de altura e inclinaciones próximas a la vertical (foto 76), estos taludes se conservan bastante bien incluso en los niveles margosos, pues los yesos, que impregnan las margas o las cortan en pequeños planos, constituyen una buena armadura del conjunto (foto 77).

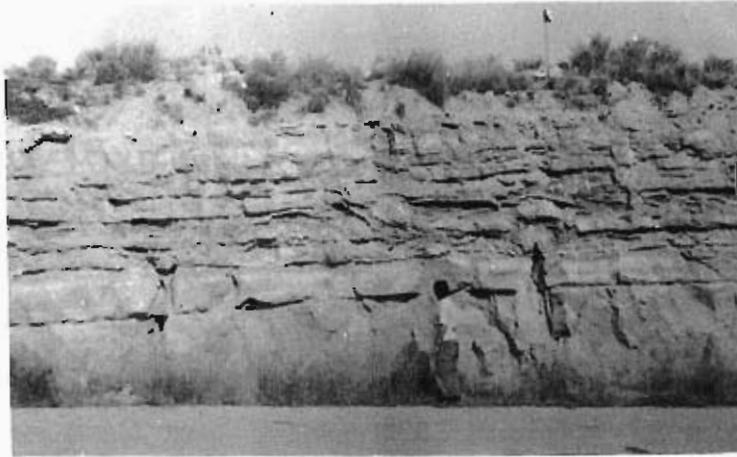


Foto 76.— Aspecto de los taludes excavados en el grupo 321c.



Foto 77.— Trabazón por diques de yesos de los niveles margosos del grupo 231c.

#### CONGLOMERADOS, ARENISCAS, LIMOLITAS Y ARCILLAS DE CASTELSERAS (321d)

Grupo constituido por una alternancia irregular de: 1) conglomerados, ocre—rojizos, de cantos calcáreos redondeados, de hasta 8 cm de diámetro máximo, con matriz limo—arenosa que constituye aproximadamente el 40 por ciento del total y cemento calcáreo escaso; se disponen en capas y bancos de hasta 5 m de potencia (foto 78); 2) areniscas ocre de grano fino y matriz limosa dispuestas en capas de hasta 4 m de potencia; 3) limolitas ocre rojizo que presentan diferentes fracciones arcillosas, dispuestas en capas y bancos de hasta 8 m; 4) arcillas margosas ocres o blancas, con eventuales niveles carbonatados, dispuestas en capas de 1 a 1,5 m de potencia (foto 79). El espesor de la formación puede estimarse en 500 m.

**Estructura.**— Se presenta, este grupo, ocupando grandes extensiones sobre diferentes formaciones mesozoicas y terciarias más antiguas, con buzamientos subhorizontales y fracturación escasa.

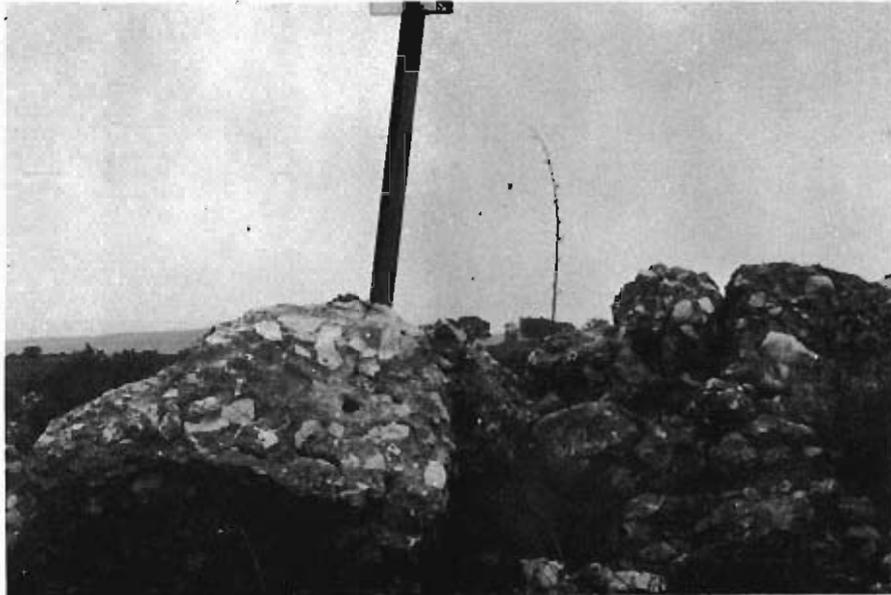


Foto 78.— Aspecto de los niveles de conglomerados del grupo 321d. Cuadrante 493-3.



Foto 79.— Relieve escalonado producido en los niveles blandos del grupo 321d.

**Comportamiento.**— La permeabilidad del grupo puede calificarse de media a baja, por fisuración y/o percolación en los niveles de areniscas y conglomerados; el drenaje superficial de las áreas ocupadas por él, es aceptable por escorrentía. Los tramos de areniscas y de conglomerados no son ripables, aunque sí pueden serlo los de limolitas y de arcillas, por lo que la ripabilidad del conjunto depende del predominio de ambos tipos de materiales.

Se presentarán problemas de desprendimiento en los desmontes por la erosión diferencial de los diferentes componentes del grupo; es frecuente observar laderas recubiertas de bloques de tamaños diversos (con frecuencia de más de 3m de diámetro) procedentes de los desplomes de los niveles de conglomerados que suelen coronar los cerros. Los taludes naturales suelen ser estables con alturas de 20—40 m e inclinaciones de 30°—45° y a veces ligeramente superiores, llegando a ser prácticamente verticales cuando los niveles blandos desaparecen. Se han observado desmontes de hasta 5—8 m prácticamente verticales, si bien en las áreas de predominio de los niveles blandos los taludes se degradan

bastante, tendiendo a los 45°. Los niveles arcillosos tienen una plasticidad y erosionabilidad media, siendo necesarios en muchos puntos muros de contención para desmontes de 2–4 m de altura.

#### LIMOLITAS DEL PUERTO MINGUEZ (321e)

**Litología.**— Grupo constituido por limolitas rojas con variables proporciones de arenas y arcillas, contienen cantos subangulosos dispersos de areniscas cuarcíticas, grauwackas y/o cuarcitas, estos cantos forman una trama abierta y no llegan a constituir el 25 por ciento del total de la formación. Ocasionalmente se intercalan niveles de areniscas compactas, sin cemento, y con una ligera fracción de matriz limo–arenosa, dispuestas en capas lenticulares de 1–1,5 m de potencia. El espesor de la formación puede estimarse en 150 m.

**Estructura.**— Constituyen prácticamente un cambio lateral de facies de los grupos de la misma edad (Mioceno) en facies detríticas. Se presenta este grupo, subhorizontal y sin fracturación apreciable.

**Comportamiento.**— La permeabilidad del grupo puede considerarse de media a baja por percolación, dando áreas con drenaje superficial aceptable por escorrentía. En general es una formación ripable, aunque localmente puede no serlo por la aparición de algún nivel arenoso bien compactado. Es un grupo de erosionabilidad alta, desarrollándose en él frecuentes acarcavamientos (foto 80). Se han observado deslizamientos, aunque de poca extensión en este mismo grupo, pero fuera del presente Tramo en estudio. Los taludes naturales son estables con alturas de 20–40 m e inclinaciones próximas a los 30°; para alturas de más de 40 m las pendientes difícilmente superan los 15°. Los desmontes existentes suelen ser subverticales, con alturas del orden de 8 m, aunque sometidos a una degradación intensa.



Foto 80.— Aspecto de las cárcavas producidas en el grupo 321e. Cuadrante 492–3.

#### CALIZAS Y MARGAS DE BARRACHINA (321f)

**Litología.**— Grupo constituido por una alternancia irregular de calizas oquerosas, blancas, dispuestas en capas y bancos de hasta 6 m de potencia, con margas calcáreas blancas, en ocasiones algo arenosas, que se disponen en capas de hasta 2 m de potencia (foto 81). Los tramos calcáreos son más frecuentes hacia el techo de la formación, mientras que los tramos margosos predominan hacia la base. La potencia del conjunto puede estimarse en 80 m.

**Estructura.**— Se presenta, este grupo, únicamente al sureste de Barrachina, mostrán-



Foto 81.— Calizas y margas sabulosas, grupo 321f. Cuadrante S17-4.

dose como una facies intermedia entre el grupo 321b, situado hacia su base, y el grupo 321h, situado hacia el techo de la formación aunque en cambio lateral de facies. Se presenta con buzamientos subhorizontales y fracturación escasa.

**Comportamiento.**— La permeabilidad del grupo puede calificarse, en conjunto, de baja, dando áreas con drenaje superficial aceptable por escorrentía. En general no son ripables, aunque localmente pueden serlo si los niveles margosos adquieren cierta importancia o si los niveles calcáreos están muy fisurados. Los taludes naturales son estables con alturas de 8–10 m e inclinaciones próximas a los 60°, los taludes artificiales se han excavado subverticales con alturas de hasta 5 m, siendo destacable el riesgo de desprendimientos en ellos.

#### CALIZAS ARENOSAS Y MARGAS CALCAREAS DE VILLANUEVA DEL REBOLLAR DE LA SIERRA (321g)

**Litología.**— Grupo constituido por una alternancia irregular de calizas arenosas, de color blanco o crema, dispuestas en capas de hasta 1,5 m de potencia, con margas calcáreas blancas que en ocasiones presentan yesos dispersos, dispuestas en lechos y capas de hasta 2 m de potencia (foto 82). El espesor del grupo puede estimarse en 50 m.

**Estructura.**— Se presenta, el grupo, asociado a los tramos yesíferos del Mioceno inferior (grupo 321c) como si se tratase de un cambio lateral de facies de este grupo. Presentan inclinaciones de 15°–20° y en ocasiones una fracturación muy marcada.

**Comportamiento.**— La permeabilidad del grupo puede calificarse como de media a baja por fisuración, con un drenaje superficial aceptable por escorrentía. No es ripable. En áreas de tectonización intensa y cuando la pendiente topográfica y el buzamiento de las capas sean casi coincidentes, se presentarán problemas de corrimientos según las juntas de estratificación. En general se presentarán problemas de desprendimientos en los desmontes. Los taludes naturales son casi siempre estables (con excepción de las áreas donde se presenten pendientes estructurales) con alturas de 8–10 m a 40 m e inclinaciones de 45°. Los desmontes suelen ser subverticales, de hasta 5 m de altura y presentarán, generalmente, desprendimientos.



Foto 82.— Aspecto del grupo 321g.

#### CALIZAS DE EL VILLAREJO (321h)

**Litología.**— Grupo formado por calizas nodulares, margosas en ocasiones; de colores blanco, crema o gris; tienen aspecto brechoide y son muy oquerosas en general; ocasionalmente intercalan algún episodio conglomerático formado por una trama cerrada de cantos calcáreos y cemento del mismo origen. La potencia de las capas calcáreas oscila entre muy amplios límites, siendo muy frecuentes las capas de 2—3 m. La potencia total de la formación puede estimarse de 80 m.

**Estructura.**— Se disponen, estos niveles, subhorizontales, generalmente sobre el grupo 321b, dando forma a una serie de relieves tabulares (mesetas y mesas colgadas). Presenta el grupo una fracturación notable.

**Comportamiento.**— El grupo presenta permeabilidad alta por fisuración con buen drenaje superficial. No es ripable en conjunto aunque, en algunas áreas, puede serlo en los niveles superficiales. Los taludes naturales son estables con alturas de hasta 40 m e inclinaciones desde 30° hasta prácticamente subverticales. Se presentarán problemas de desprendimiento en los desmontes.

#### 3.3.5. Grupos geotécnicos

Dentro de la presente Zona los grupos litológicos anteriormente descritos se pueden agrupar, por afinidades de comportamiento, en los grupos geotécnicos que a continuación se citan.

- E: Formaciones rocosas duras y resistentes, se incluyen en este grupo los siguientes grupos litológicos: 313b, 321g y 321h.
- G: Alternancia de materiales erosionables y materiales resistentes con tectonización marcada: 321b, 321d y 321f.
- I: Alternancia de materiales detríticos erosionables y materiales resistentes con tectonización marcada: 313a.
- J: Materiales con acusada presencia de yesos, donde se incluye el grupo 321c.
- K: Formaciones esencialmente margarcillosas, constituido esencialmente por el grupo 321a.

- L: Materiales erosionables poco plásticos, donde se incluye únicamente el grupo litológico 321e.
- M: Formaciones asimilables a suelos no cohesivos: donde se incluyen los grupos litológicos: C3, D1, AC3, VC3 y T1.
- N: Formaciones asimilables a suelos blandos en general, constituido por los grupos litológicos: C4, C5, D2, W1 y AC4.
- O: Zahorras naturales, donde se incluyen los grupos litológicos: C6, AC6 y VC6.
- P: Suelos aluviales, constituidos por los grupos litológicos: A1, A3, A4, A5, A6, AV3, AV4, V3 y V6.

### 3.3.6. Resumen de problemas de comportamiento que presenta la Zona

El principal problema que van a presentar los materiales cuaternarios es el de asiento, debido a su baja densidad.

Debido a su mayor extensión superficial son los materiales de los grupos 313a y 321d los que mayor incidencia van a tener frente a la construcción de obras viales, presentando, en todo caso, problemas bastante generalizados de desprendimientos.

Se presentarán problemas de agresividad en los grupos 321a, 321b y 321c, por encontrarse sulfatos diseminados en ellos, así como en algunos suelos desarrollados sobre estas formaciones.

Los problemas generalizados de asiento se presentarán sobre los grupos 321a y 321e, aunque en este último grupo el mayor problema es su alta erosionabilidad.

En el resto de los grupos de la Zona, con una importante proporción de componentes carbonatados, no se presentarán problemas generalizados aunque pueden ser frecuentes los desprendimientos en los desmontes si no se cuida la excavación de los taludes.

#### 4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO

En este apartado se valora todo el Tramo con vistas al proyecto de carreteras, teniendo en cuenta su topografía y características geomorfológicas, así como el comportamiento de los diferentes niveles que en él se presentan, finalizando con una indicación de los corredores de trazado sugeridos, siempre dentro del alcance y de las limitaciones inherentes a la metodología del presente estudio. Las cuestiones referentes a yacimientos serán objeto de estudio en el capítulo siguiente.

##### 4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRAFICOS

Vamos a ir enumerando, en este apartado, los diferentes problemas que se pueden presentar, para las comunicaciones E-O, en cada una de las áreas topográficas definidas en el apartado 2.2.

- a) En la depresión de Vivel del Río Martín no se presentan mayores problemas topográficos que los que supongan el paso de los puertos Bañón y Mínguez, que aunque presentan cotas de altura superior a los 1.000 m no presentarán ningún problema de trazado pues no supone más de 200 m la altura total que deberá salvar el trazado.
- b) En las alineaciones montañosas de Rortalrubio—Montalbán—Ejulve—Cerollera es donde se presentan los problemas topográficos más acentuados del Tramo, pues de Oeste a Este se encontrarán los siguientes obstáculos naturales:
  - 1) Altos de Montalbán, constituidos por una serie de elevaciones con 100—250 m de altura a salvar sobre el nivel del río Martín y en las que se combinan los problemas topográficos con los estructurales y litológicos.
  - 2) Puerto de las Traviesas con una altura de 1.100 m aproximadamente, y en el que la vertiente occidental es menos abrupta que la oriental, puesta ésta acaba en cotas mucho más bajas; con esta dificultad topográfica se combinan también las dificultades litológicas del sustrato, pues aparecen, en el trazado de la carretera que actualmente salva el Puerto, una serie de grupos litológicos que pueden dar lugar a problemas geotécnicos (esencialmente 231c y 213).
- c) En la Depresión de Calanda los corredores de trazado naturales, marcados por los diferentes valles que atraviesan la Zona, son tan amplios que apenas se plantearán problemas topográficos.

##### 4.2. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOMORFOLOGICOS

Ya que se ha realizado una división en Zonas del Tramo en estudio, atendiendo fundamentalmente a sus rasgos geomorfológicos, a continuación y respetando esa división se indican los principales problemas existentes en cada una de las Zonas.

Zona 1: En la presente Zona la monotonía geológica condiciona fuertemente el paisaje, los ríos se encajan profundamente en la roca sin encontrar dificultades litológicas dominantes; este fenómeno hace que en puntos determinados del Tramo la pendiente topográfica coincida con la pendiente estructural y se produzcan deslizamientos y corrimientos de ladera.

Zona 2: Dada su morfología, condicionada esencialmente por la estructura y por la litología, puede presentar problemas acusados de deslizamientos y corrimientos de ladera en cuestas estructurales, así como desprendimientos por erosión diferencial y/o por fracturación intensa de la roca.

Zona 3: La Zona 3 no presenta ningún problema geomorfológico que pueda condicionar fundamentalmente el trazado de las eventuales obras viales a realizar en ellas.

#### 4.3. RESUMEN DE PROBLEMAS DE COMPORTAMIENTO

El comportamiento de cada grupo litológico ha sido descrito con detalle en el capítulo 3 de esta memoria, donde se han considerado las Zonas diferenciadas en el Tramo y se ha incluido un pequeño resumen de los problemas de comportamiento en cada una de ellas. Atendiendo al comportamiento que presentan los diferentes grupos, obviamente condicionado por su litología, su estructura y las características morfológicas de sus afloramientos, se han distinguido en el Tramo una serie de afloramientos, que podríamos calificar como "grupos geotécnicos" y que se han recogido en los esquemas geotécnicos a escala 1:200.000 incluidos en los planos.

En total se han diferenciado 16 grupos geotécnicos, 12 de ellos agrupan a los 28 grupos litológicos de materiales neógenos, paleógenos, mesozoicos y paleozoicos, y los 4 restantes a los grupos litológicos correspondientes a formaciones cuaternarias.

Así pues, en el presente Tramo se pueden considerar, desde el punto de vista de su comportamiento, los siguientes grandes grupos de materiales con los problemas tipo que se presentan:

##### A) Terrenos de facies Keuper

Engloba únicamente a los materiales del grupo 213, constituido por arcillas margosas versicolores de plasticidad media, arenosas y/o yesíferas, con intercalaciones aisladas de yesos y calizas dolomíticas grises y oquerosas. Son terrenos prácticamente impermeables, presentándose en las áreas ocupadas por este grupo problemas de drenaje superficial con encharcamiento en zonas deprimidas. En general son terrenos ripables, aunque localmente pueden no serlo (p.e. en las intercalaciones dolomíticas o cuando la presencia de yesos es notable).

Son materiales medianamente erosionables y en general poco estables, presentan deslizamientos en las laderas y los desmontes observados en él son poco estables. En algunas áreas se observan corrimientos superficiales que afectan tanto al eluvio-coluvial suprayacente como al propio grupo.

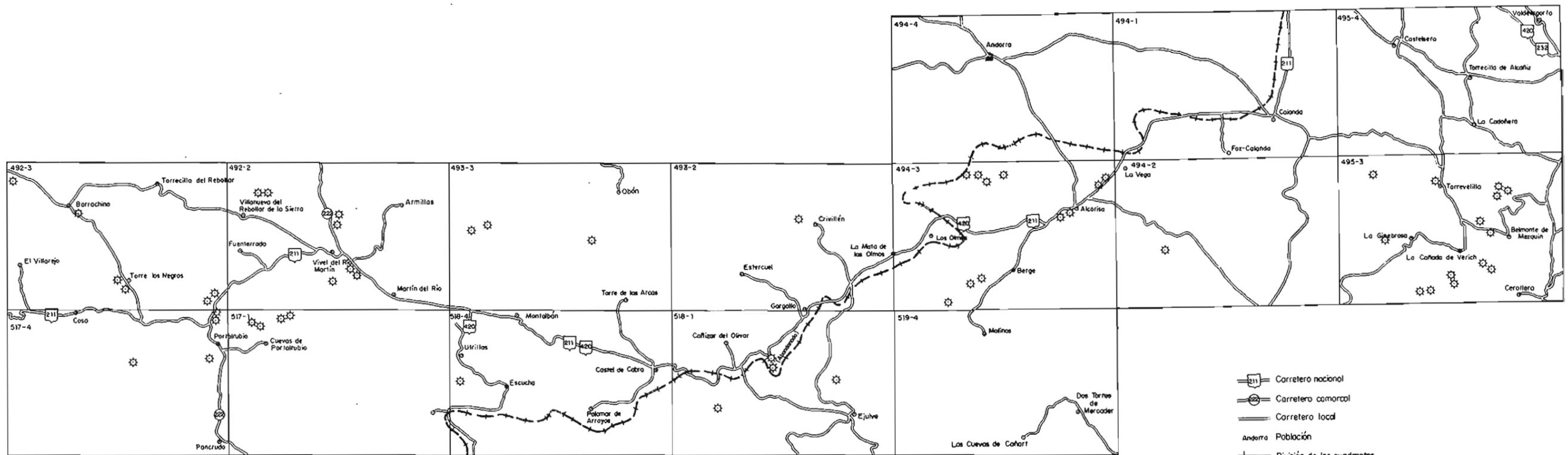
En las obras de fábrica debe tenerse en cuenta la agresividad de los sulfatos. En cualquier trazado que discurra por estos terrenos debe estudiarse muy bien el drenaje para evitar encharcamientos locales y erosiones acusadas que puedan descalzar las estructuras. Los taludes de los desmontes deben proyectarse con cuidado, pues, salvo en las áreas donde la presencia de filones de yesos estabilizan la formación, puede considerarse que a largo plazo la pendiente de equilibrio será del orden de 15°, por la erosionabilidad de estos terrenos deben preverse labores de estabilización y protección (p.e. mediante plantaciones adecuadas).

##### B) Terrenos en facies Utrillas

Incluye a los materiales del grupo 231c, constituidos por una alternancia irregular de arcillas, margas arenosas y lignitos y una sucesión de arenas y areniscas versicolores con matriz caolínica (foto 84).

Aflora en diversos puntos de la Zona 2, no planteando en general problemas de drenaje superficial. Son materiales en general muy erosionables, por lo que en los trazados que discurran sobre este grupo debe estudiarse con detalle la red de drenaje del área, procurando no interferir en ella, y efectuar un diseño y distribución de los desagües que no acentúe la erosionabilidad y ocasione descalce de las estructuras.

En general son terrenos ripables, aunque localmente pueden no serlo (p.e. algunos potentes niveles de arenisca). En estos terrenos se han localizado deslizamientos, unas



- Carretero nacional
- Carretero comarcal
- Carretero local
- Población
- División de los cuadrantes de las hojas a E. 1/50,000
- Ferrocarril abandonado
- Deslizamiento



Fig-15 Esquema de situación de deslizamientos



Foto 83.- Hundimientos en la facies Utrillas (grupo 231c) al desplomarse las galerías de una mina de explotación de lignitos.



Foto 84.- Niveles del grupo 231c (1) bajo el grupo 232a (2), en primer término calizas arenosas del 231b (3).

veces ligados a la presencia de un coluvial importante sobre ellos, en el que posiblemente se inicie el deslizamiento que llega a afectar al terreno "in situ", y otras veces en las zonas de contacto con el grupo 232a de las calizas cenomanienses, cuyos niveles basales suelen ser arenosos y menos compactos que el resto, donde los deslizamientos afectan a ambos grupos (p.e. en el área de Crivillén). Debe señalarse también que las laderas coronadas por los afloramientos del citado grupo calcáreo aparecen con frecuencia recubiertas de bloques procedentes de desplomes dispuestos en situación inestable y de tamaños muy distintos.

Por lo general no se plantearán problemas de plasticidad, salvo en zonas aisladas. En cualquier trazado que discurra por estos terrenos debe tenerse en cuenta la existencia, en

muchas áreas, de explotaciones mineras que aprovechan los lignitos que suelen estar en la base de la formación. Este hecho puede ser causa de hundimientos de diversa importancia, que pueden afectar a las obras, siendo importante un estudio detallado de las minas existentes y abandonadas (foto 83).

### C) Terrenos de facies Weald

Está constituido por los materiales del grupo 231a, de amplio desarrollo en el área de Escucha. Está formado por una alternancia de arcillas arenosas y areniscas; con frecuencia aparece muy tectonizado. En general son terrenos ripables, salvo que los niveles areniscosos adquieran mucha importancia. Sus afloramientos constituyen áreas con drenaje superficial bien desarrollado.

La erosionabilidad de estos terrenos es en general alta y potencialmente es un grupo muy inestable (foto 85). Planteará problemas de desprendimientos en los desmontes por erosión diferencial de los niveles arcillosos y los areniscosos, pero en general serán de pequeños bloques; también se plantearán problemas de corrimientos según las juntas de estratificación, por lo que en el diseño de los desmontes debe disponerse de datos sobre buzamientos y estado de los niveles arcillosos blandos. En las áreas de tectonización intensa pueden producirse también deslizamientos, tanto en las laderas existentes como en los desmontes que se efectúen, por lo que serán precisos estudios locales sobre la tectonicidad que presentan estos terrenos.



Foto 85. – Acarcavamientos en el grupo 231a.

### D) Materiales pizarrosos

Corresponden al complejo esquistó-grauwáckico que constituye el grupo 150 y reducen su presencia a la Zona 1. Estos materiales de desarrollo y espesor irregular son, en general, ripables en la parte superficial alterada y/o fracturada. Plantearán problemas de desprendimientos en los desmontes. Deberán estudiarse con detalle los desmontes importantes que se vayan a realizar, con el fin de evitar la aparición de deslizamientos y corrimientos a favor de los planos de esquistosidad y de las zonas de fractura, las cuales pueden afectar en profundidad a la roca sana ocasionando la aparición de zonas alteradas en el conjunto de la formación.

#### **E) Formaciones rocosas duras y resistentes**

Engloban los grupos litológicos 211, 212, 222a, 232b, 313b, 321h y 321g. Es un grupo litológicamente heterogéneo, que abarca conglomerados, areniscas, calizas y calizas dolomíticas en general en buen estado. Plantearán el problema de su difícil ripabilidad por lo que será preciso el uso de explosivos para abrir desmontes en ellos. Debe preverse, sobre todo en los grupos calco-dolomíticos la posibilidad de desprendimiento de bloques en los desmontes, por la fracturación que presenta la roca en algunas áreas; a estos efectos cabe destacar la disposición monoclinial o en pliegues cilíndricos de amplio radio de los grupos 211, 212 y 313b, y la mayor complejidad de plegamiento de los grupos 232b y 222a. Suelen dar zonas de topografía abrupta que dificultan el trazado.

#### **F) Formaciones rocosas carstificadas y/o tectonizadas**

Engloba los grupos litológicos 221a y 232a, de materiales esencialmente calcodolomíticos en los que o existen signos de carstificación localmente acusados (232a) o están muy tectonizados (221a). Puede considerarse como un grupo disgregado del anterior por la mayor peligrosidad que presentan los desprendimientos de bloques en los desmontes. Así pues, la problemática es similar a la del grupo anterior aunque más acentuada.

#### **G) Alternancia de materiales erosionables y materiales resistentes sin tectonización marcada**

Engloba los grupos litológicos 321b, 321d y 321f, correspondientes todos ellos a terrenos miocenos, en disposición prácticamente horizontal y constituidos por una alternancia de materiales resistentes (conglomerados, areniscas o calizas) y materiales erosionables, unas veces predominantemente detríticos (limolitas y arcillas en el grupo 321d) y otras de materiales arcillo—margosos plásticos (grupos 321b y 321f). Tienen todos estos grupos escasos problemas, debiendo preverse en los desmontes desprendimientos de bloques de los niveles duros por la mayor erosión de los niveles blandos que los descalzan. Planteará también problemas de ripabilidad, según los grupos y según las áreas, en función de la importancia con que se presentan los niveles resistentes no ripables.

#### **H) Alternancia de materiales plásticos erosionables y materiales resistentes con tectonización marcada.**

Engloba los grupos litológicos 221b, 222b, 231b, 312a y 312b. Está constituido por una alternancia de niveles margosos de cierta plasticidad, ripables y erosionables, con niveles calcáreos o conglomeráticos y areniscosos no ripables (como en el 312b). En todos ellos se planteará el problema general de desprendimiento de bloques de los niveles duros por la mayor erosión de los niveles blandos que los descalzan.

Por otra parte, como estos materiales suelen estar en general plegados, se planteará, localmente, el problema de corrimientos según las juntas de estratificación, favorecido por la plasticidad y alterabilidad de los niveles margosos que hacen de superficie de despegue. A este respecto cabe señalar que en los materiales terciarios (grupos 312a y 312b) la disposición suele ser monoclinial o en pliegues cilíndricos de amplio radio en tanto que en los materiales mesozoicos los materiales suelen ser más complejos, estando, por lo general, más tectonizados y fracturados.

Como norma general debe hacerse un estudio detallado de buzamientos y del estado y naturaleza de los niveles blandos, en las áreas donde vayan a efectuarse desmontes importantes, a efectos de evitar que los taludes corten a los estratos de modo que coincidan las pendientes topográfica y estructural. Debe tenerse en cuenta que en algunas áreas, donde los niveles duros sean minoritarios y estén muy fracturados, pueden producirse deslizamientos.

**I) Alternancia de materiales detríticos erosionables y materiales resistentes con tectonización marcada**

Engloba los grupos litológicos 312c y 313a, son materiales paleógenos en disposición monoclinal o afectados por pliegues cilíndricos de amplio radio y constituidos por una alternancia de conglomerados no ripables, areniscas, en ocasiones ripables y limolitas o arcillas arenosas.

Plantearán en los desmontes problemas de desprendimiento de bloques de los niveles duros por erosión diferencial de los niveles blandos que los descalzan. También, cabe la posibilidad de corrimientos según las juntas de estratificación, sirviendo los niveles blandos como capas de despegue. Deben pues tomarse las precauciones indicadas en el grupo H, aunque aquí la peligrosidad de los corrimientos es mucho menos acusada.

**J) Materiales con acusada presencia de yesos**

Engloba los grupos litológicos 312d y 321c, constituidos por margas yesíferas y yesos masivos y areniscas (sólo en el caso del 321c). Plantearán en general problemas de agresividad en las obras de fábrica. La presencia de los niveles duros, no ripables, de yesos y areniscas y de filones de yesos en el seno de las margas donde hacen a modo de "armadura", estabiliza bastante el grupo. Plantearán problemas de ripabilidad según la importancia de los niveles duros. En el afloramiento del NE del Tramo existen áreas con drenaje superficial muy deficiente, observándose encharcamientos superficiales. En los desmontes se planteará, en general, el problema de desprendimiento de bloques de los niveles duros por erosión diferencial de los distintos niveles. La posibilidad de deslizamientos es muy escasa.

**K) Formaciones esencialmente margoarcillosas**

Incluye a los grupos litológicos 221c y 321a, constituidos fundamentalmente por niveles arcillosos con intercalaciones de calizas margosas (221c) o de conglomerados y areniscas ripables (321a). En general son materiales ripables que suelen presentar problemas de drenaje superficial. En estos grupos se observan pequeños deslizamientos y corrimientos superficiales. Exigirán un cuidadoso estudio de sus características para el diseño de desmontes importantes, aunque éstos no serán muy frecuentes por la topografía poco accidentada de las áreas que ocupan. Debe tenerse también en cuenta la erosionabilidad del grupo.

**L) Materiales erosionables poco plásticos**

Incluye las limolitas del grupo litológico 321e. Son materiales ripables cuyo principal problema es una relativamente alta erosionabilidad. Debe estudiarse con detalle la red de drenaje del área ocupada por este grupo, procurando que las obras que se ejecuten no interfieran con ella, así mismo el proyecto y distribución de los desagües debe efectuarse de modo que no acentúe la erosión ni ocasione descalces de las estructuras.

**M) Formaciones asimilables a suelos no cohesivos**

Incluye un grupo de formaciones con materiales de tipo granular, generalmente sin cementar y de escasa compacidad. Planteará problemas de asiento, unas veces de modo general y otras localizado. Estos grupos litológicos son: C1, C3, T1, D1, AC3, AV3 y VC3.

#### N) Formaciones asimilables a suelos blandos en general

Incluye un grupo de formaciones cuaternarias con predominio de materiales arcillosos, que dan algunas áreas con drenaje superficial deficiente y planteará problemas de inestabilidad superficial con peligro potencial de deslizamientos, si bien al presentar generalmente poco espesor no suelen dar problemas muy acusados. Estos grupos litológicos son: VC1, AC1, C2, AC2, VC2, C4, AC4, VC4, C5, VC5, AC5, C7, D2 y W1, (fotos 86 y 87).



Foto 86.— Escombreras W1 de una mina de lignitos.

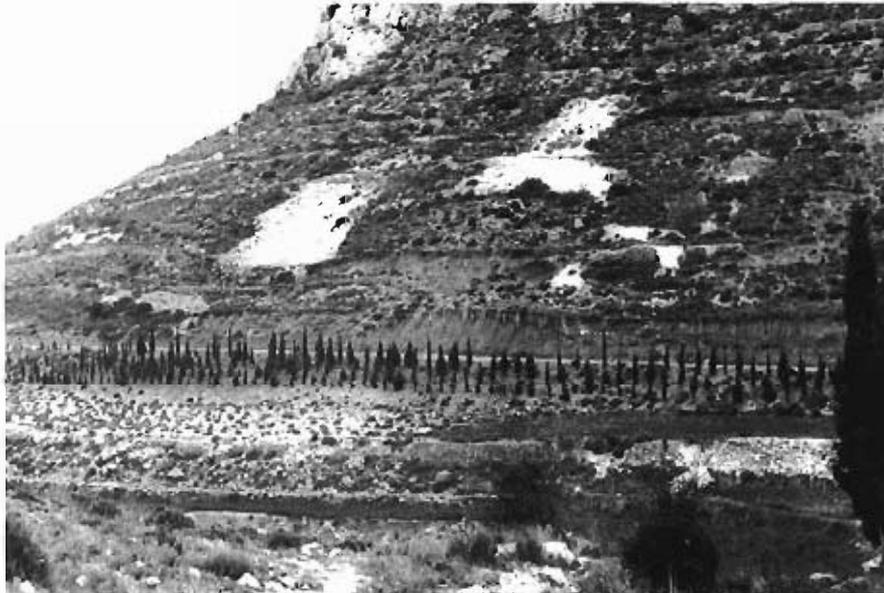


Foto 87.— Pequeños movimientos producidos en el grupo C5. Cuadrante 493-3.

#### O) Zahorras naturales

Incluye los grupos litológicos C6, AC6, VC6 y C8 que pueden considerarse como verdaderas zahorras naturales utilizadas para préstamos.

## P) Suelos aluviales

Se han incluido aquí todos los aluviales y eluviales que aparecen en el Tramo, estos grupos presentarán, de modo general, los problemas propios de materiales no cohesivos flojos en general. Estos grupos litológicos son: A1, V1, AV1, A2, V2, AV2, A3, V3, AV3, A4, V4, AV4, A5, V5, AV5, A6, V6, AV6 y A7.

Con estos 16 grupos geotécnicos puede considerarse una nueva agrupación de tipo más general, teniendo en cuenta la magnitud y el orden de gravedad de la problemática que presentan. Así, se podría definir un grupo de formaciones con problemas de comportamiento acusados o muy acusados que incluirá a los grupos geotécnicos A, B, C, H y J; otro grupo de formaciones con problemas de comportamiento poco acusados en general, que coincidirá con los grupos geotécnicos K, N, F, D, L, I y E, y un último grupo de formaciones sin problemas de comportamiento en general, que englobaría a los grupos geotécnicos P, G, M y O.

### 4.4. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS

Teniendo en cuenta las condiciones generales del estudio en sus aspectos topográfico, geomorfológico y de comportamiento que se han tratado con detalle en los apartados anteriores a este capítulo, se indican en la figura 16 los corredores de trazado que se juzgan más convenientes para el presente Tramo.

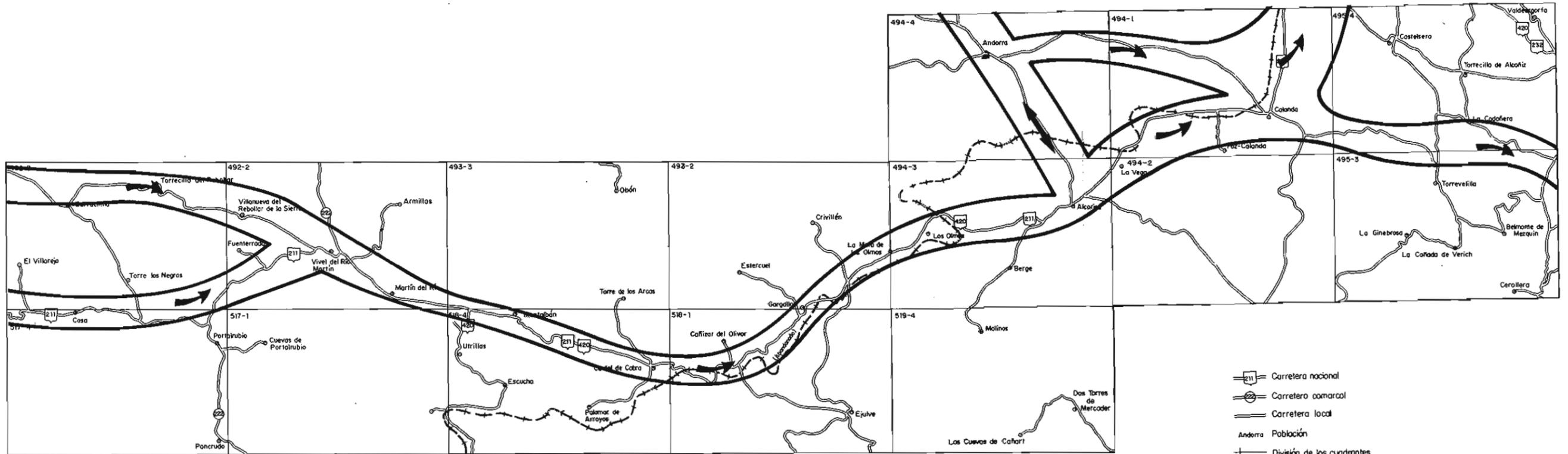
A la hora de considerar los corredores de trazado más adecuados para las comunicaciones E-O, conviene destacar, primeramente, dos hechos que los condicionan en cierto modo. Por una parte, en el norte del Tramo y hacia la parte central, concretamente en el cuadrante 492-3, aflora en sentido NO-SE (y prácticamente a lo largo de todo el cuadrante) la corrida de materiales paleozoicos del grupo geotécnico D, alcanzando alturas superiores a los 1.200 m. Por otra parte, en el borde sur del Tramo y prácticamente en toda su extensión, se localizan terrenos mesozoicos, fundamentalmente calcáreos, de los grupos geotécnicos E, F y H, con una topografía fuerte y una estructura de cierta complejidad, presentando alturas de hasta 1.600 m o casi siempre superiores a los 1.200 m.

Por ello, los posibles corredores de trazado están muy condicionados en toda la parte central del Tramo (hojas 493 y 518), debiendo seguir, en líneas generales, el trazado de la actual carretera (C.N. 211 y C.N. 420).

En la parte occidental, valorando las características de los materiales y las condiciones topográficas, podrían seguirse las zonas de la actual C.N. 211 o de la carretera comarcal que pasa por Torrecilla del Rebollar y Villanueva del Rebollar de la Sierra. Este último corredor presenta mejores características topográficas, pero el comportamiento de los materiales cabe esperar que sea más desfavorable (presencia del grupo geotécnico K).

De la zona central del Tramo podrían considerarse trazados N-S, los cuales seguirían los trazados actuales, si bien puede señalarse un corredor no existente que siguiera hacia el N por el valle del río Martín, a pesar de que dentro del Tramo el valle es muy estrecho.

En la parte oriental del Tramo, los corredores de trazado deben desplazarse hacia la mitad norte por lo apuntado anteriormente, no planteándose dentro de los cuadrantes 494-4, 494-1 y 495-4 problemas importantes, como no sean los derivados de la presencia de yesos y las dificultades locales de drenaje en el grupo geotécnico J. En la figura 16 se han señalado varias opciones a título indicativo.



- Carretera nacional
- Carretera comarcal
- Carretera local
- Población
- División de los cuadrantes de las hojas a E. 1/50.000
- Ferrocarril abandonado

Fig-16 Esquema de situación de corredores de frozado.



# **NOTA: La información de este apartado corresponde exclusivamente a la fecha de edición de esta publicación**

## **5. INFORMACION SOBRE YACIMIENTOS**

### **5.1. ALCANCE DEL ESTUDIO**

El presente trabajo no incluye un estudio detallado de los yacimientos de materiales del Tramo en estudio, porque dicho estudio desbordaría, por su metodología especial y su amplitud, el alcance de los Estudios Previos de Terrenos.

Sin embargo, se ha considerado conveniente presentar en forma ordenada, la información sobre yacimientos recogida con motivo de la realización del presente Estudio Previo. Estos datos, aunque no constituyen un estudio sistemático y exhaustivo pueden ser útiles para futuros trabajos.

La información que se expone y valora a continuación, se refiere exclusivamente a yacimientos de materiales utilizables en obras de carreteras (canteras, graveras y materiales para terraplenes). Se ha dedicado un apartado especial a aquellos yacimientos que, por su importancia o interés especial, pueden justificar un estudio posterior más detallado.

### **5.2. YACIMIENTOS ROCOSOS**

Los yacimientos rocosos considerados explotables en el Tramo, son calcáreos en su gran mayoría, pero tienen diferentes calidades. Las calizas o calizas dolomíticas del Cretácico superior son casi siempre duras y compactas, aunque presentan casi siempre gran cantidad de estériles en el machaqueo, lo que no las hace muy adecuadas para utilizarlas en capas intermedias y de rodadura. No presentan, en general, grandes dificultades de acceso a los frentes ya que la mayoría de ellos están explotados o lo estuvieron recientemente. Las reservas inventariadas de este tipo de materiales se estiman en 1.500.000 m<sup>3</sup>, aunque con ciertos riesgos pueden obtenerse cantidades mayores.

Los yacimientos del Jurásico son, prácticamente, los únicos existentes en el Tramo que pueden dar materiales utilizables para la capa de rodadura, siempre que se tenga cuidado de no incluir materiales del grupo 213 (generalmente yesíferos). Se han inventariado unas reservas del orden de 500.000 m<sup>3</sup>.

Se ha inventariado también un yacimiento de calizas dolomíticas y dolomías del Muschelkalk, con unas reservas del orden de 50.000 m<sup>3</sup>. Estos materiales pueden ser aceptables para capa de rodadura.

### **5.3. YACIMIENTOS GRANULARES**

Los ríos que discurren por el Tramo atraviesan, en una gran parte de su recorrido, áreas de litología margo—calcárea o margo—areniscosa, por lo que sus aluviales no son una buena fuente de yacimientos granulares. Sin embargo se pueden localizar algunos yacimientos en los grupos litológicos A1 y A3, los yacimientos inventariados en el grupo A6 presentan el inconveniente de que las gravas han de ser lavadas, además de cribadas antes de su utilización. Las reservas en conjunto pueden estimarse en unos 80.000 m<sup>3</sup>.

También pueden explotarse como yacimientos granulares un conjunto de coluviales (C3) y conos de deyección (D1) de características litológicas análogas al grupo A3 y con unas reservas de 50.000 m<sup>3</sup>.

Asimismo existen dos canteras de arenas silíceas en materiales de la facies Utrillas

**NOTA: La información de este apartado corresponde exclusivamente a la fecha de edición de esta publicación**



Foto 88. – Explotación de arenas silíceas de la facies Utrillas (Dr-1).

**NOTA: La información de este apartado corresponde exclusivamente a la fecha de edición de esta publicación**

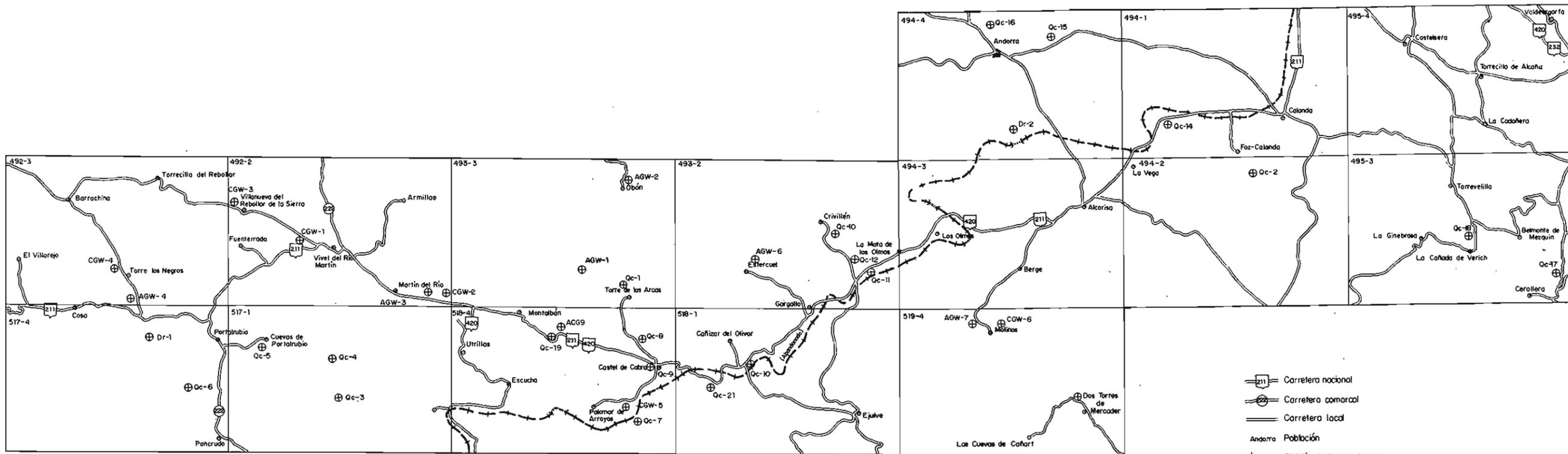


Fig-17 Esquema de situación de yacimientos

**NOTA: La información de este apartado corresponde exclusivamente a la fecha de edición de esta publicación**

(grupo 231c) que pueden ser utilizadas como áridos, aunque sus reservas no sobrepasan los 15.000 m<sup>3</sup> (foto 88).

**5.4. MATERIALES PARA TERRAPLENES**

Se han definido una serie de posibles yacimientos para préstamos, con reservas globales de 75.000 a 100.000 m<sup>3</sup>, aunque se pueden considerar interesantes, a priori, los coluviales, eluviales y aluviales de gravas empastadas por arcillas, limos o limos arcillosos que corresponden a los grupos litológicos C2, C5, C6, C8, A2, A5 y A6 esencialmente.

**5.5. YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON MAS DETALLE**

Se recomienda estudiar con más detalle las canteras, masas canterables y graveras siguientes:

Qc-1	AGW-1	CGW-1
Qc-7	AGW-3	CGW-2
Qc-8	AGW-5	
Qc-15		
Qc-17		
Qc-18		

**5.6. CUADRO RESUMEN DE YACIMIENTOS**

A continuación se exponen en forma de cuadros las características principales de los yacimientos estudiados.

**NOTA: La información de este apartado corresponde exclusivamente a la fecha de edición de esta publicación**

**CUADRO RESUMEN DE YACIMIENTOS ROCOSOS**

Símbolo del yacimiento en el esquema de situación	Situación: Hoja y cuadrante M. T. N. 1:50.000	Denominación grupo litológico en el mapa litológico estructural	Tipo de roca	Accesos
Qc-1	493-3	212	Calizas dolomíticas y dolomías azuladas	Junto a Torre de Las Arcas
Qc-2	494-2	221a	Calizas dolomíticas y dolomías rojas o cremas	P.K. 354 C.N. 420 y 2 Km por pista en buen estado hacia Mas de Las Matas.
Qc-3	517-1	232a	Calizas blancas y/o amarillentas.	P.K. 3. Pista de Cervera del Rincón a Las Parras de Martín.
Qc-4	517-1	232a	Calizas blancas o amarillentas	Junto a Las Parras de Martín.
Qc-5	517-1	222a	Calizas grises y calizas dolomíticas blancas.	P.K. 3.5. Pista de Portalrubio a Cuevas de Portalrubio.
Qc-6	517-4	222a	Calizas grises y calizas dolomíticas blancas.	P.K. 2.5. Pista de Alpeñes a Pancrudo.
Qc-7	517-1	222b	Calizas micríticas en capas y bancos.	P.K. 3 C <sup>a</sup> . de Castel de Cabra a Palomar de Arroyos.
Qc-8	517-1	221a	Calizas dolomíticas y dolomías azuladas.	P.K. 2. C <sup>a</sup> . de Castel de Cabra a Torre de Las Arcas.
Qc-9	517-1	232a	Calizas blancas o amarillentas.	P.K. 0.8. C <sup>a</sup> . de Castel a Cabra a Palomar de Arroyos.
Qc-10	493-2	232a	Calizas blancas o amarillentas.	P.K. 197. C.N. 211 y 3 Km por C <sup>a</sup> . a Crivillén.
Qc-11	493-2	232a	Calizas blancas o amarillentas.	P.K. 192. C.N. 211.

**NOTA: La información de este apartado corresponde exclusivamente a la fecha de edición de esta publicación**

**CUADRO RESUMEN DE YACIMIENTOS GRANULARES**

Símbolo del yacimiento en el esquema de situación	Situación: Hoja y cuadrante M.T.N. 1:50.000	Denominación grupo litológico en el mapa litológico estructural	Tipo de roca	Accesos
AGW-1	493-3	A1	Gravas poligénicas con escasa matriz arenosa	Pista de Montalbán a Peñarroyas. P.K. 6.
AGW-2	493-3	A6	Gravas calcáreas con matriz limo-arcillosa.	Camino de Obón a Peñarroyas. P.K.1
AGW-3	492-2	A3	Gravas poligénicas con matriz arenosa.	P.K. 161. C.N. 211 y 1 Km por pista en mal estado.
AGW-4	492-3	A6	Gravas calcáreas con matriz limo-arcillosa.	P.K. 138. C.N. 211.
AGW-5	518-4	A1	Gravas poligénicas con escasa matriz arenosa.	P.K. 307. C.N. 420.
AGW-6	493-2	A5	Limos arcillosos con cantos de caliza	Junto a Estercuel.
AGW-7	519-4	A3	Gravas poligénicas con matriz arenosa.	P.K.9. Cª de Berge a Molinos.
CGW-1	492-2	C3	Gravas poligénicas con matriz arenosa.	P.K. 149. C.N. 211.
CGW-2	492-2	D1	Gravas poligénicas con matriz arenosa.	P.K. 165. C.N. 211
CGW-3	492-2	C3	Gravas poligénicas con matriz arenosa.	P.K. 30. Cª de Calamocha a Vivel del R ío.
CGW-4	492-3	C6	Gravas calcáreas con matriz arcillosa	Junto a Torre de Los Negros.
CGW-5	518-4	C6	Gravas calcáreas con matriz limo-arcillosa.	P.K. 3. Cª de Castel de Cabra a Palomar de Arroyos.

**NOTA: La información de este apartado corresponde exclusivamente a la fecha de edición de esta publicación**

Símbolo del yacimiento en el esquema de situación	Situación: Hoja y cuadrante M.T.N. 1:50.000	Denominación grupo litológico en el mapa litológico estructural	Tipo de roca	Accesos
Qc-12	493-2	232a	Calizas blancas o amarillentas	P.K. 197. C.N. 211 y 2 Km por C <sup>a</sup> . a Crivillén.
Qc-13	519-4	232a	Calizas blancas o amarillentas	P.K. 13,7. C <sup>a</sup> de Castellote a Las Cuevas de Cañart.
Qc-14	494-1	232a	Calizas blancas o amarillentas.	P.K. 358. C.N. 420.
Qc-15	494-4	221a	Calizas dolomíticas y dolomías rojas o crema.	P.K. 17. C <sup>a</sup> . de Calanda a Andorra.
Qc-16	494-4	222a	Calizas grises y calizas dolomíticas blancas.	P.K. 2. C <sup>a</sup> . de Andorra a Híjar.
Qc-17	495-3	222a	Calizas grises y calizas dolomíticas blancas.	P.K. 133, C <sup>a</sup> . de Alcañiz a Morella.
Qc-18	495-3	222a	Calizas grises y calizas dolomíticas blancas	P.K. 24. C <sup>a</sup> . de Alcañiz a Mas de Las Matas.
Qc-19	518-4	232a	Calizas blancas o amarillentas.	P.K. 307. C.N. 420 y 0,8 Km por pista en buen estado.
Qc-20	518-1	221a	Calizas dolomíticas y dolomías rojas o crema.	P.K. 321,5. C.N. 420.
Qc-21	518-1	232a	Calizas blancas o amarillentas.	P.K. 317,7. C.N. 420 y 2 Km por pista en mal estado.

**NOTA: La información de este apartado corresponde exclusivamente a la fecha de edición de esta publicación**

Símbolo del yacimiento en el esquema de situación	Situación: Hoja y cuadrante M.T.N. 1:50.000	Denominación grupo litológico en el mapa litológico estructural	Tipo de roca	Accesos
CGW-6	519-4	C3	Gravas poligénicas con matriz arenosa	P.K. 11. Cª de Berge a Molinos.
Dr-1	517-4	231c	Arenas y areniscas blancas	P.K. 2. Pista de Alpeñes.
Dr-2	494-4	231c	Arenas y areniscas blancas.	P.K. 7. Cª de Alcorisa a Andorra y 4 Km, por pista en buen estado.

## 6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- AGUILAR, M.; RAMIREZ DEL POZO, J. Y RIBA, O.— Algunas precisiones sobre la sedimentación y paleoecología del Cretácico Inferior en la zona de Utrillas—Villarroya de los Pinares (Teruel). *Est. Geol.*
- ASESORIA GEOLOGICA DE OBRAS PUBLICAS.— Túneles 19—22 del F.C. en construcción de Teruel a Alcañiz. 1949. Pantano de Lechago—Río Pancrudo. 1952.
- BERGER, E.— Das Südennde des Montalbán—Castel in der Provinz Teruel (Spanien). Diplomarbeit ined. Heidelberg, 55 p.p. 1965.
- BONNARD, E.G.— Algunas observaciones sobre la carencia del Cretáceo en el borde meridional de la depresión terciaria del Ebro, entre Calanda y La Almunia de Doña Godina. *Not. y Com. Ins. Geol. Min. Esp.*, núm. 53, p.p. 57—80. 1959.
- BRAÑA, E.A. de la.— La cuenca lignitífera de Utrillas. *Min. y Metal.*, 2ª Ep., núm. 63, p.p. 16—22. 1946.
- CANEROT, J.— Le Cretacé Supérieur dans le Bas—Aragon et le Maestrazgo (Espagne). *C.R. Soc. Geol. Fr.* fasc. 8, p.p. 345—346. 1967.
- CANEROT, J.— Sur la stratigraphie et la paleogéographie du Cretacé Inférieur dans la région d'Ejulve—La Zoma (Prov. de Teruel, Espagne). *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, t. 104, fasc. 3—4, pp. 445—448. 1968.
- CANEROT, J.— La question de l'Utrillas dans le domaine Iberique *C.R.S. Soc. Géol. Fr.*, p.p. 11—12. 1969.
- CANEROT, J.— Observations géologiques dans la région de Montalban, Aliaga et Alcorisa (Prov. de Teruel, Espagne). *Bull. Soc. Geol. Fr.*, 7 Ser., t. 11, p.p. 854—861.
- CORTAZAR, D.— Bosquejo geológico y minero de la provincia de Teruel. *Bol. Com. Mapa Geol. Esp.*, t. 12, p.p. 263—607. 1885.
- CRUSAFONT, M.— Nuevos datos sobre la edad de los sedimentos terciarios de la zona Utrillas—Montalbán. *Act. Geol. Hisp.*, a. 2, núm. 5, p.p. 115—116. 1967.
- ENPASA.— Mapa geológico de la Hoja de Oliete. E. 1:50.000.
- ENADIMSA.— Mapa geológico de la Hoja de Calanda. E. 1:50.000
- GARRIDO MEGIAS, A., y RIOS, J.M.— Estudio geológico del borde norte de la Cadena Ibérica, zona de Montalbán—Belchite—Muel. EMPASA, inf. núm. 2.803, 1962.
- GAUTIER, F.— Sur la stratigraphie et les facies du Jurassique Supérieur et le Crétacé Inférieur au Nord de Teruel (Espagne). *C.R.S. Soc. Geol. Fr.*, p.p. 43—44. 1968.
- KAUFMANN, E.— Die Störungszone von Montalbán zwischen Armillas und Castel de Cabra, in den Prov. Teruel, Spanien. Diplomarbeit Univ. Heidelberg, ind. 1965.
- MEKEL, J.F.M.— Explanation of the photogeological reconnaissance map, of the Muniesa—Montalbán region. Public. of the Internat. Training Center for Aerial Survey and Earth Sc., Ser. B., núm. 42. 1967.
- MOULIN, P.— Contribution à la connaissance Géologique de la région de Montalbán, province de Teruel (Espagne). Thèse Fac. Sc. Bordeaux; 74 p., ined. 1960.

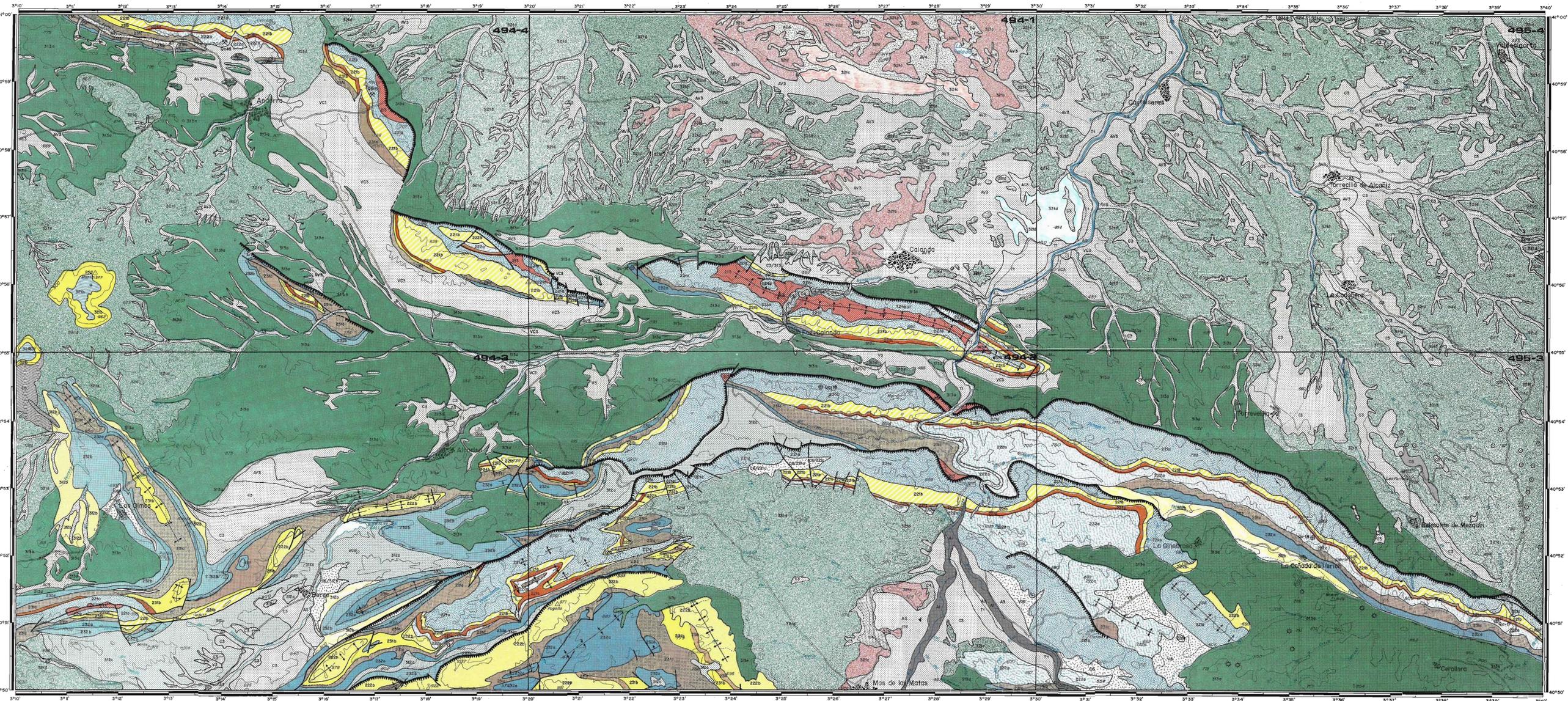
- PEDRO Y SAN GIL, J.M.— Nota sobre la cuenca superlignitífera de Escucha. *Miner. y Metalurg.*, 2<sup>a</sup> Ep., núm. 63, p.p. 32–34. 1946.
- QUESADA GARCIA, A.— Bosquejo geológico de la zona de yacimientos caoliníficos entre Cerollera y Los Olmos (Teruel). *Not. y Com. Ins. Geol. Min. Esp.*, núm. 75, p.p. 57–70. 1964.
- RIBA, O.; VILLENA, J., y DESUALLIERES, T.— Nota sobre la presencia de terrenos de edad carbonífera en la parte oriental del macizo de Montalbán. *Act. Geol. Hisp. a.* 1, núm. 2, pp. 5–6. 1966.
- RIOS, J.M.— La zona de Portalrubio, Rillo, Las Parras de Río Martín. *Inst. Geol. Min. Esp. Libro Jubilar*, t. 2, p.p. 255–300, I Parte. 1951.
- RIOS, J.M., y ALMELA, D.— Estudios sobre el Mesozoico del borde meridional de la cuenca del Ebro. *Ins. Geol. Min. Esp., Libro Jubilar*, t. 2, p.p. 245–380. II Zona de Castellote–Santolea. III. Consideraciones estratigráficas y tectónicas sobre el Alto Aragón y Maestrazgo. 1951.
- SAAVEDRA, J.L.— Micropaleontología del Cretáceo de la zona de Utrillas. *Notas y Com. Ins. Geol. Min. Esp.*, núm. 88, p.p. 49–94. 1966.
- SERVICIO GEOLOGICO DE OBRAS PUBLICAS.— Puente sobre el río Martín en la carretera de Montalbán a Cuevas de Almudén. 1934.
- SERVICIO GEOLOGICO DE OBRAS PUBLICAS.— Informe hidrogeológico sobre los trabajos realizados para el estudio de las posibilidades de mejorar el abastecimiento de agua a Aguaviva (Teruel). 1971a.
- SERVICIO GEOLOGICO DE OBRAS PUBLICAS.— Estudio geológico para el embalse de Calanda, río Guadalope. 1971



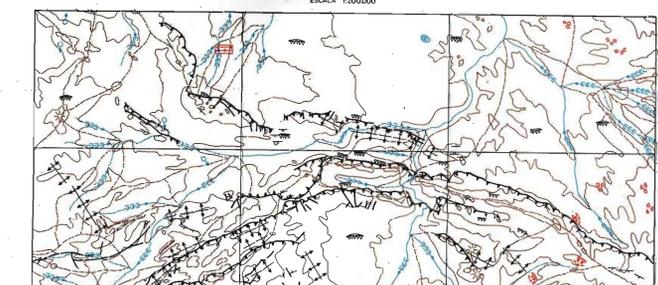


MAPA LITOLOGICO-ESTRUCTURAL

ESCALA 1:50.000

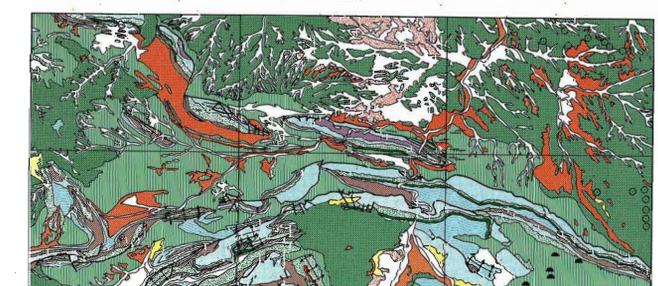


ESQUEMA MORFOLOGICO



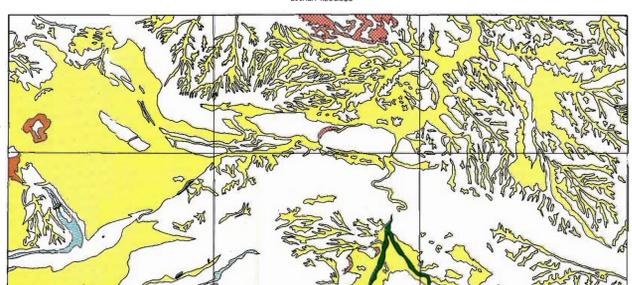
- LEYENDA: Faja, Faja superior, Anticlinal, Curva de agua, Curva de valle, etc.

ESQUEMA GEOTECNICO



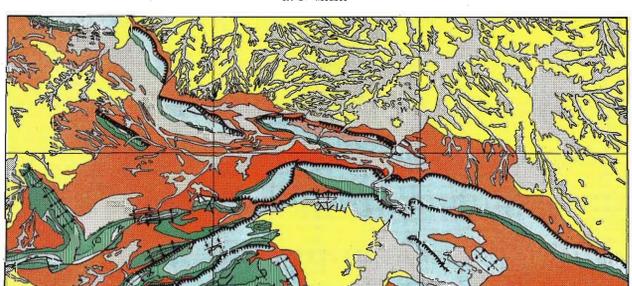
- LEYENDA: Terreno en fajas Keuper, Terreno en fajas Utrilla, etc.

ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR



- LEYENDA: Arenas limosas y limas arenosas, Arenas y limas en proporciones variables, etc.

ESQUEMA GEOLOGICO



- LEYENDA: Cretacico, Juradico, Triadico, etc.

LEYENDA

- DEPOSITOS RECIENTES Y SUELOS RESIDUALES: Gravas poligenicas subredondeadas y subangulosas, etc. FORMACIONES CALIZO-DETRITICAS Y CALIZO-MARGOSA: Alternancia irregular de calizas micriticas, etc. FORMACIONES ARCILLO-MARGOSAS Y ARCILLO-DETRITICAS: Margas amarillentas, rojas y gris, etc. FORMACIONES DETRITICAS: Alternancia irregular de conglomerados, etc. FORMACIONES DETRITICO ARCILLOSAS: Comienza este grupo con arcillas pardas-amarillentas, etc. SIMBOLOGIA: Símbolos para topografía, hidrografía, etc. ABREVIATURAS UTILIZADAS EN LA LEYENDA: T.N., T.M., etc.

