



estudio previo de terrenos

# Itinerario Albacete-Bailen

Tramo: Santo Tomé - Linares

87-03

**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.

**DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS  
AREA DE TECNOLOGIA  
SERVICIO DE GEOTECNIA**

**ESTUDIO PREVIO DE TERRENOS**

**ITINERARIO ALBACETE - BAILEN**

**TRAMO : SANTO TOME - LINARES**

**DICIEMBRE, 1987**

# INDICE

	Pág.
1. <b>INTRODUCCION</b> .....	5
2. <b>CARACTERES GENERALES DEL TRAMO</b> .....	7
2.1. <b>CLIMATOLOGIA</b> .....	7
2.2. <b>TOPOGRAFIA</b> .....	9
2.3. <b>GEOMORFOLOGIA</b> .....	10
2.4. <b>ESTRATIGRAFIA</b> .....	11
2.5. <b>TECTONICA</b> .....	14
2.6. <b>SISMICIDAD</b> .....	15
3. <b>ESTUDIO DE ZONAS</b> .....	17
3.0. <b>DIVISION DEL TRAMO EN ZONAS DE ESTUDIO</b> .....	17
3.1. <b>ZONA 1</b> .....	19
3.1.1. <b>Geomorfología</b> .....	19
3.1.2. <b>Tectónica</b> .....	19
3.1.3. <b>Columna Estratigráfica</b> .....	20
3.1.4. <b>Grupos Litológicos</b> .....	23
3.1.5. <b>Grupos Geotécnicos</b> .....	38
3.1.6. <b>Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona</b> .....	39
3.2. <b>ZONA 2</b> .....	41
3.2.1. <b>Geomorfología</b> .....	41
3.2.2. <b>Tectónica</b> .....	41
3.2.3. <b>Columna Estratigráfica</b> .....	44
3.2.4. <b>Grupos Litológicos</b> .....	45
3.2.5. <b>Grupos Geotécnicos</b> .....	52
3.2.6. <b>Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona</b> .....	54
3.3. <b>ZONA 3</b> .....	55
3.3.1. <b>Geomorfología</b> .....	55
3.3.2. <b>Tectónica</b> .....	55
3.3.3. <b>Columna Estratigráfica</b> .....	58
3.3.4. <b>Grupos Litológicos</b> .....	58
3.3.5. <b>Grupos Geotécnicos</b> .....	66
3.3.6. <b>Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona</b> .....	67

	Pág.
3.4. <b>ZONA 4</b> .....	68
3.4.1. <b>Geomorfología</b> .....	68
3.4.2. <b>Tectónica</b> .....	68
3.4.3. <b>Columna Estratigráfica</b> .....	72
3.4.4. <b>Grupos Litológicos</b> .....	73
3.4.5. <b>Grupos Geotécnicos</b> .....	85
3.4.6. <b>Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona</b> .....	86
<b>4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO</b> .....	89
4.1. <b>RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRAFICOS</b> .....	89
4.2. <b>RESUMEN DE PROBLEMAS GEOMORFOLOGICOS</b> .....	89
4.3. <b>RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS</b> .....	90
4.4. <b>CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS</b> .....	94
<b>5. INFORMACION SOBRE YACIMIENTOS</b> .....	97
5.1. <b>ALCANCE DEL ESTUDIO</b> .....	97
5.2. <b>YACIMIENTOS ROCOSOS</b> .....	97
5.3. <b>YACIMIENTOS GRANULARES</b> .....	97
5.4. <b>MATERIALES PARA TERRAPLENES Y PEDRAPLENES</b> .....	99
5.5. <b>YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON MAS DETALLE...</b>	102
<b>6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA</b> .....	103
<b>7. ANEJOS</b> .....	105
7.1. <b>ANEJO 1: SIMBOLOGIA UTILIZADA EN LAS COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS</b> .....	107
7.2. <b>ANEJO 2: CRITERIOS UTILIZADOS EN LAS DESCRIPCIONES GEOTECNICAS</b> .....	109

## 1. INTRODUCCION

Un Estudio Previo de Terrenos pretende delimitar los diferentes grupos litológicos existentes en un área geográfica, caracterizándolos estructuralmente y geotécnicamente. La estabilidad de las formaciones, su capacidad portante, y la posible utilización de sus materiales en la construcción de carreteras son analizados con particular interés. Esta información será utilizada en los estudios posteriores de trazado, construcción o mejora de las carreteras de esa área geográfica.

El Estudio Previo de Terrenos del Tramo Santo Tomé-Linares, en el itinerario Albacete-Bailén, comprende las siguientes hojas y cuadrantes del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.

Nº	Hojas	Cuadrantes
884	La Carolina	2
905	Linares	1 y 2
906	Ubeda	1, 2, 3 y 4
907	Villacarrillo	3
926	Mengíbar	1
927	Baeza	1 y 4

El Tramo está ubicado enteramente en la provincia de Jaén (Fig. 1).

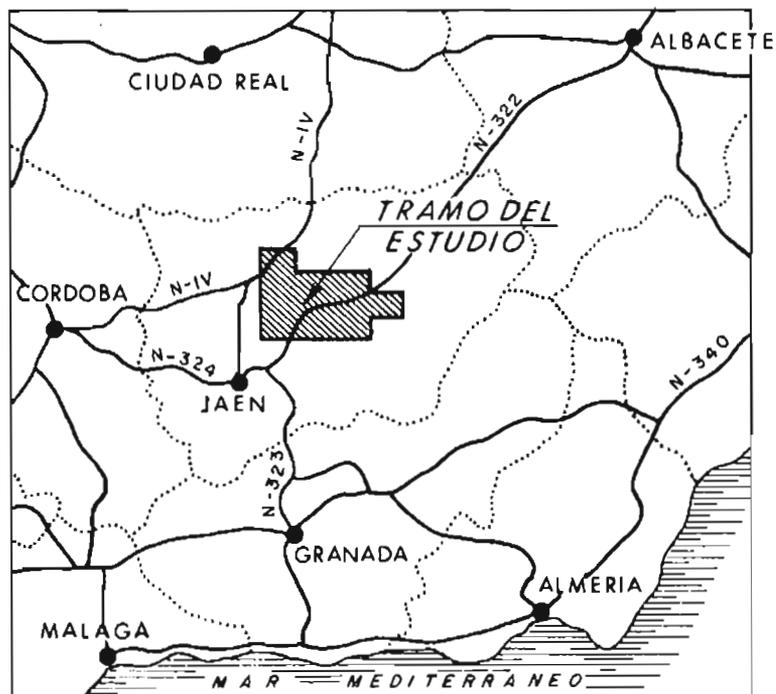


Fig. 1. Esquema de situación del Tramo.

El Estudio consta de los siguientes documentos: Memoria y Planos.

La Memoria está dividida en siete capítulos: el primero estudia las características generales del Tramo. El segundo trata de las Zonas en que se divide el Tramo según criterios geomorfológicos, y el tercero da una visión geológica y geotécnica detallada de las mismas. En el cuarto capítulo se resumen los problemas generales topográficos, geomorfológicos y geotécnicos que se presentan en el Tramo y se sugieren posibles corredores de trazado. En el quinto se hace un estudio resumido de los yacimientos de roca y granulares que están situados dentro del Tramo. Los últimos capítulos se dedican a la bibliografía consultada y a anexos.

En cuanto a los Planos, en una misma hoja se incluyen un mapa litológico-estructural a escala 1:50.000 y cuatro esquemas, geológico, geomorfológico, de suelos y formaciones de pequeño espesor, y geotécnico, a escala 1:200.000.

El personal que ha realizado y supervisado el presente Estudio ha sido por parte de la Dirección General de Carreteras, Área de Tecnología de Carreteras, Servicio de Geotecnia.

D. Manuel Rodríguez Sánchez  
*Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos*

D. Jesús Martín Contreras  
*Licenciado en Ciencias Geológicas*

y por parte de GEMAT, S.L.

D. Roberto Quinquer Agut  
*Licenciado en Ciencias Geológicas*

## 2. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO

### 2.1. CLIMATOLOGIA

El área estudiada tiene unas condiciones geográficas bastante bien definidas y homogéneas, que se reflejan, como es lógico, en las climatológicas.

Hacia la parte oeste, el valle del río Guadalquivir desciende gradualmente hacia el Atlántico con un relieve de colinas y llanuras aluviales que no ponen obstáculos importantes a los vientos de esa procedencia; sin embargo, la dirección algo inclinada hacia el SO de los contrafuertes de Sierra Morena dificulta la llegada de vientos húmedos, salvo para los que tienen componente OSO. En las direcciones Sur y Este, las condiciones geográficas son esencialmente diferentes ya que los grandes relieves (Sierras de Mágina, Cazorla, Segura, Filábrides y Nevada) se disponen de tal modo que dan lugar a un amurallamiento del valle, a pesar de su gran extensión. Por la parte norte, hacia Sierra Morena, aunque los relieves superan pocas veces los 1.000 metros, aún hay un marcado desnivel con las zonas por donde discurre el río Guadalquivir y por tanto forman una cierta barrera natural para los vientos boreales.

**Precipitaciones.**— Como se puede observar en las tres gráficas correspondientes a los registros medios de Linares, Villacarrillo y Jaén, hay un período de lluvias abundantes que abarca desde Octubre o Noviembre hasta Abril o Mayo, otro de lluvias bastante escasas, en Junio y Septiembre, y otro con lluvias muy escasas o casi nulas en los meses centrales del verano, Julio y Agosto. En Diciembre y Febrero o Marzo es cuando la precipitación es mayor. De estos datos se deduce que solamente durante los meses en que los frentes polares atlánticos llegan con frecuencia a esas latitudes con vientos del SO, tienen lugar precipitaciones abundantes. Las lluvias con vientos de componente Este o Nordeste también son posibles, pero además de que esas situaciones meteorológicas son poco frecuentes, también las precipitaciones son generalmente más escasas por haberlas detenido los relieves de las Sierras de Cazorla, Segura y Alcaraz.

La nieve aparece con muy poca frecuencia, incluso en las zonas más altas, próximas a 800 m. Durante muchos años no se registran nevadas, y en los años fríos raras veces nieva más de dos ocasiones.

Por áreas, se puede indicar que hacia el NO, en los contrafuertes de Sierra Morena, las precipitaciones son más abundantes (Linares, 634 litros/m<sup>2</sup>); en cambio, hacia el SE disminuyen algo (Villacarrillo, 556 litros/m<sup>2</sup>), por llegar allí los vientos del SO con mayor dificultad (Véase Fig. 2).

## DIAGRAMAS DE PRECIPITACIONES

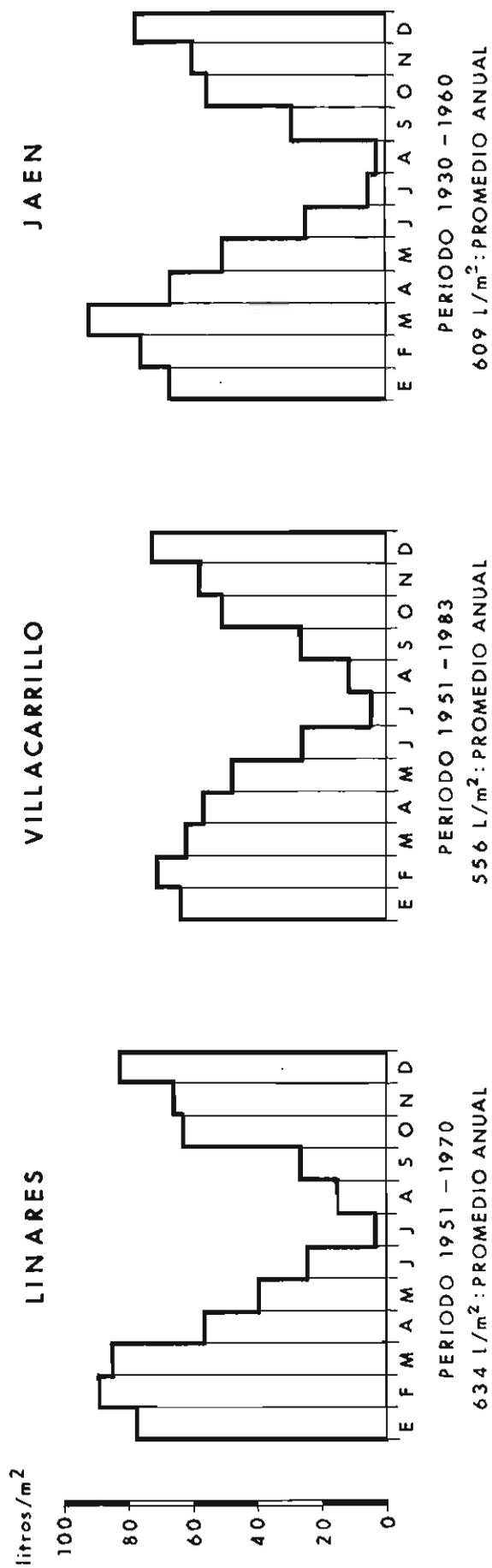


Fig. 2.— Diagramas de precipitaciones representativas del Tramo de Estudio.

**Temperaturas.**— En general son bastante suaves, pero en verano e invierno acusan cierto grado de continentalidad. Entre Diciembre y Febrero se han registrado mínimas próximas a  $-10^{\circ}\text{C}$  en las zonas más altas del Norte, aunque lo normal es que las heladas sólo se produzcan por término medio durante 6 días al año. Las temperaturas medias oscilan en Diciembre, Enero y Febrero entre  $4^{\circ}$  y  $7^{\circ}\text{C}$  (mínimas) y  $11^{\circ}$  y  $14^{\circ}\text{C}$  (máximas). En verano las temperaturas son altas, con máximas que pueden llegar a los  $40^{\circ}\text{C}$  y mínimas que a veces no descienden de  $25^{\circ}\text{C}$  en las Hoyas del Guadalquivir. La media más alta de las temperaturas máximas tiene lugar en Julio, con valores de  $34^{\circ}$  a  $35^{\circ}\text{C}$ . (Véase Fig. 3).

Período 1930-1960	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV.	DIC
Temperatura máxima absoluta	25.3	26.2	31.0	33.0	38.5	41.4	42.5	41.8	39.5	33.0	27.0	27.0
Temperatura mínima absoluta	-4.3	-8.0	-1.0	0.0	5.0	8.5	12.0	14.0	9.0	3.4	0.0	-3.5
Oscilación térmica máxima	27.3	34.2	32.0	33.0	33.5	32.9	30.5	27.8	30.5	29.6	27.0	30.5
Temperatura máxima media	11.6	13.6	16.8	20.0	23.7	30.7	34.4	33.7	29.0	22.2	16.4	12.8
Temperatura mínima media	4.7	5.6	7.7	9.8	12.9	17.3	20.9	20.8	18.8	13.1	8.9	5.5
Horas de sol medias	153	170	153	233	275	314	351	327	244	214	168	147
Días de helada	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Días de lluvia	6	6	9	7	6	2	1	1	1	5	6	7

Fig. 3.— Cuadro climático del observatorio meteorológico de Jaén.

En resumen, el clima es de tipo atlántico, de verano seco y caluroso, con cierto grado de continentalidad. En cuanto a la situación climática actual, como en el resto de la Península, se registran ciertos cambios respecto al período 1930-1960 en que se tomaron los datos anteriores. En general se observa que el otoño y la primera mitad del invierno son ahora más suaves, mientras que las primaveras son más frías y lluviosas, con menos horas de sol. En cambio, Enero y Diciembre han sido durante los últimos años más soleados que antaño.

## 2.2. TOPOGRAFIA

El Tramo estudiado está situado en la parte alta del valle del Guadalquivir, entre la Sierra de Cazorla y la confluencia del río Guadalimar con el Guadalquivir. Al Norte y al Sur son también ambos ríos los que casi trazan los límites, y por el

NO, el Tramo se prolonga por los valles de los ríos Guarrizas y Guadalén, afluentes ambos del Guadalimar.

El relieve tiene accidentes montañosos de altura escasa o media, predominando las lomas y cerros de pendientes suaves entre los valles de los ríos. Las llanuras y zonas menos accidentadas están en la parte SO, junto al río Guadalquivir, mientras que los mayores desniveles y contrastes en el relieve se encuentran en la margen sur del río Guadalimar, hacia el NE del Tramo, y en el extremo oriental, junto a la Sierra de Cazorla. También en el ángulo NO, cerca de La Carolina, donde empiezan los contrafuertes de Sierra Morena, el área es bastante accidentada, aunque ningún desnivel supere los 250 m.

Las cotas más bajas (250 m) están en el lecho del río Guadalquivir, cerca de Mengíbar, mientras que las mayores altitudes se encuentran en los cerros de Ubeda y Sabiote (840 m) y en las estribaciones de la Sierra de Cazorla, donde se aproximan a la anterior altitud (800 m).

### 2.3. GEOMORFOLOGIA

El relieve de este Tramo no ha sido provocado por un fenómeno de plegamiento, sino que, en su mayor parte, es el resultado de la erosión diferencial de los materiales sedimentados en la Cubeta del Guadalquivir que, al ir desapareciendo, permitieron que la erosión actuase sobre el resto de los materiales subyacentes, unos en disposición notablemente horizontal, como el Triásico, otros plegados en la Orogenia Hercínica, como el Carbonífero. Al labrar su cauce, los ríos Guadalquivir y Guadalimar dejaron entre sí un núcleo de notable extensión, coronado por materiales terciarios, mientras que en la parte baja de las laderas de los valles de estos ríos afloran materiales mesozoicos, paleozoicos e incluso granitos. El río Guadalquivir no ha alcanzado, en su trabajo erosivo, las cotas donde aparecen los materiales paleozoicos y graníticos, pero los ríos que le afluyen por el Norte, el Guadalimar y el Guarrizas, se han encajado plenamente en los materiales citados.

El relieve resultante presenta algunas variaciones según sea uno u otro material el que aflore. Así podemos hacer las siguientes diferenciaciones.

El granito, que aparece hacia la parte NO del área de estudio, da lugar a un tipo de paisaje formado por cerros que tienen desniveles generalmente inferiores a 100 m y pendientes variadas, suaves en general en las zonas deprimidas, y fuertes o medias, en las laderas de algunos ríos.

Los materiales del Paleozoico (Carbonífero) afloran en la parte NO y determinan un relieve generalmente bastante accidentado, sobre todo junto al río Guarrizas. En los interfluvios dicho relieve es más suave. Los desniveles máximos tampoco superan los 200 m, e incluso los 100 m.

El Triásico presenta una extensión notablemente mayor que el Paleozoico, apareciendo generalmente en las zonas deprimidas de los valles de los ríos. El Keuper también aparece en algunos cerros al Sur del río Guadalquivir. El Triásico Inferior forma relieves con pendientes variables, en general con inclinaciones suaves medias, pero, a veces, también fuertes; en las laderas de los ríos es donde son más pronunciadas, y hacia el norte de la Hoja de La Carolina se hacen más suaves.

Los terrenos ocupados por el Triásico, especialmente cuando está presente el Keuper, presentan una inestabilidad gravitacional fósil, amplia y profunda, en la

que están implicados generalmente los materiales calcáreos del Jurásico, o bien otra formación que pueda constituir un acuífero colgado sobre el Triásico Superior.

Las rocas datadas como jurásicas afloran en la mitad oriental del Tramo, y en sus relieves se pueden apreciar pendientes de tipo medio o incluso fuertes en lugares concretos, con desniveles de hasta 100 m en 0,5 km. Los materiales del Jurásico dan lugar frecuentemente a superficies de parameras, limitadas por escarpes calizos que definen el valle encajado de un río o un barranco. Cuando en estos valles el Keuper está presente, los procesos gravitacionales son fenómenos amplios, profundos y comunes.

Los materiales cretácicos determinan un relieve que es similar al del Jurásico, en el extremo oriental, y que en el resto difiere poco del de los materiales terciarios del Tramo, exceptuando algunos cerros con potentes bancos de areniscas calcáreas que dan lugar a formas del terreno algo fuertes. Los materiales arcillosos del Cretácico, en especial ciertas arcillas de tonos verdosos, se alteran con gran facilidad, dando lugar a procesos inestables de ladera de diversa consideración.

En los materiales del Mioceno los relieves son en general bastante suaves, sin apenas escarpes naturales, a excepción de lugares muy concretos donde afloran los bancos duros de la base o las areniscas calcáreas de los tramos superiores. La red hidrográfica se ha encajado dando lugar a un relieve de barrancos bastante ramificados; en este aspecto existen escasas diferencias entre los distintos tipos de materiales y sólo cabe anotar que las calizas molásicas de la parte superior del Mioceno han sufrido menos el encajamiento de la red hidrográfica. En estos materiales terciarios, por ser los más extensos y potentes, es donde se presentan los mayores desniveles del Tramo, llegando a 400 m en distancias de 6 km y a 200 m entre puntos distanciados 1 km. Los procesos de inestabilidad de ladera están ampliamente generalizados en los materiales miocenos y son frecuentemente fenómenos activos de gran envergadura, cuyas implicaciones a nivel constructivo y humano tienen una gran significación.

Las terrazas y aluviales del fondo de los valles presentan en ocasiones anchuras de más de 1 km y las pendientes de sus superficies son ligeramente inclinadas o casi planas. En los escarpes de las terrazas que se asientan sobre los materiales margosos triásicos, cretácicos o miocenos, se observan con bastante frecuencia procesos gravitacionales inestables, deslizamientos y desplomes.

#### **2.4. ESTRATIGRAFIA**

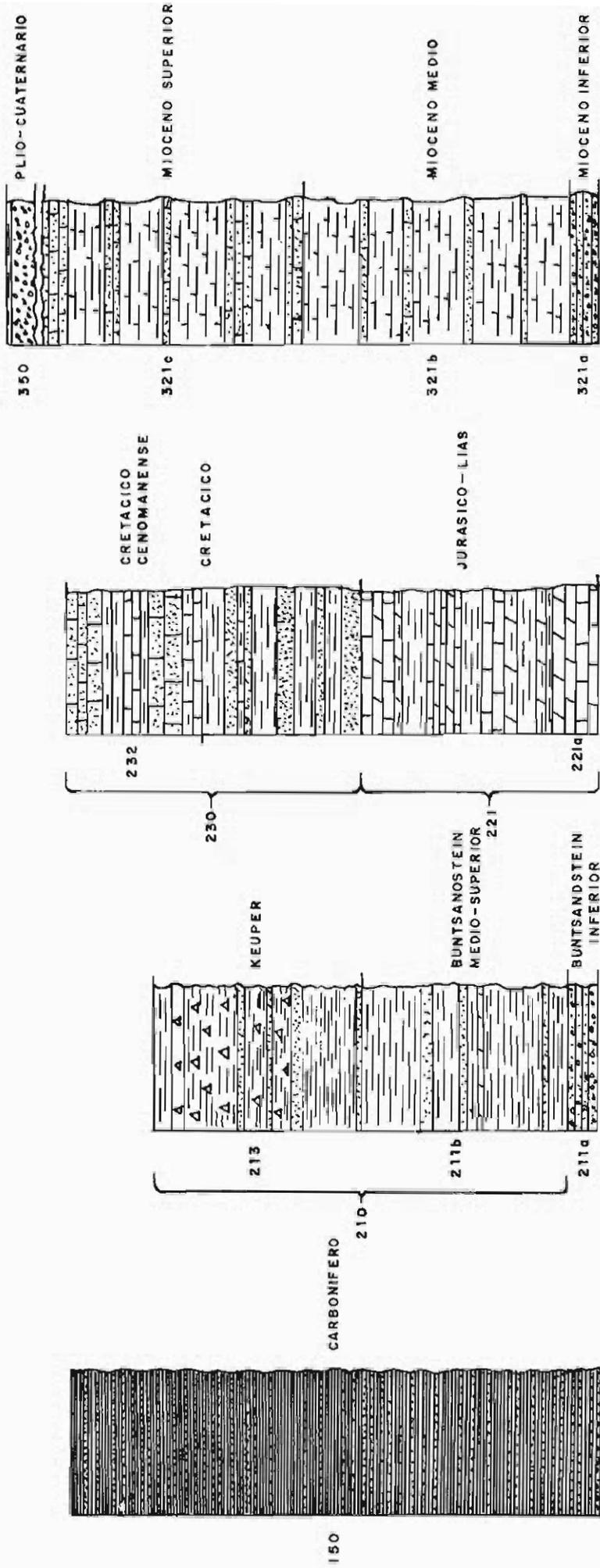
La mayor parte de las rocas que afloran en el Tramo son de carácter sedimentario, y su depósito tuvo lugar desde el Paleozoico (Carbonífero) hasta el Cuaternario más reciente. Los mayores hiatos se encuentran entre el Cretácico y el Mioceno, aunque hay autores que opinan que algunas de las margas y calizas que están cartografiadas dentro del Cretácico, podrían ser del Oligoceno. En el ángulo NO, entre Linares y La Carolina, aflora una importante masa de granitos, y parte de los materiales carboníferos y del Triásico Inferior tienen metamorfismo de contacto debido a este fenómeno intrusivo. (Véase Fig. 4).

PALEOZOICO

TRIASICO

JURASICO Y CRETACICO

TERCIARIO



ESCALA 1:4000

ESCALA 1:4000

ESCALA 1:4000

ESCALA 1:4000

Fig. 4.— Series estratigráficas generales que aparecen en el Tramo estudiado.

**Granitos.**— Mediante isótopos radioactivos se ha concluido que su intrusión se produjo hace unos 291 millones de años, es decir, en el Paleozoico Superior (Carbonífero). Están en contacto con las rocas del Carbonífero, a las que metamorfizan en parte, y, curiosamente, con la base del Triásico, en la que también aparecen fenómenos típicos del metamorfismo de contacto. De esto hay que deducir que se mantuvo un flujo térmico después de la intrusión, ya que las rocas triásicas más antiguas no tienen más de 230 millones de años. El granito aparece únicamente en el ángulo NO del Tramo, en una extensión próxima a 50 km<sup>2</sup>.

**Paleozoico.**— Los materiales paleozoicos están representados únicamente por el Carbonífero, el cual aflora solamente en la parte NO del Tramo, entre Linares y La Carolina. Consisten principalmente en alternancias de areniscas apizarradas y pizarras, con algunas intercalaciones de microconglomerados en la parte basal, y esquistos de una aureola metamórfica de contacto en las proximidades del granito. Su extensión es de unos 75 km<sup>2</sup> y se le asignan potencias entre 300 y 400 m.

**Mesozoico.**— Esta era geológica es la mejor representada, ya que en el Tramo aparecen rocas de los tres períodos que la forman, con potencias y extensión bastante amplias.

El Triásico presenta en su base los conglomerados del Buntsandstein, con cantos bastante dispersos, muy cementados, y su potencia no sobrepasa 4 ó 5 m. Encima tienen arcillas rojas, lutitas y areniscas, predominantemente. No hay dataciones de rocas del Muschelkalk, pero algunos autores opinan que los paquetes de areniscas atribuidos al Keuper pueden corresponder en realidad a este piso, con una facies distinta a la habitualmente carbonatada. Culmina la serie triásica con el Keuper, que tiene en la base bancos de arenisca con un gran paquete de argilitas intercalado. En la parte superior hay arcillas arenosas, margas yesíferas y yesos cristalinos bien estratificados o dispuestos en bancos masivos. Los yesos a veces forman potentes bancos cristalinos que han sido explotados en algunos lugares.

Donde afloran más ampliamente las rocas triásicas es junto al cauce del río Guadalimar y cerca de Linares.

En este Tramo la serie litológica más típica del Jurásico está constituida por bancos de caliza dolomítica de grano fino, microcristalina y con una potencia próxima a 30 m. Particularmente, sobre el Keuper hay dolomías oquerosas de tonos oscuros, masivas, y calizas de grano fino. También hay niveles de margas dolomíticas, arcillas y dolomías margosas, que en el ámbito de la Sierra de Cazorla tienen notable potencia.

El Jurásico aflora principalmente al norte del río Guadalimar.

La fuerte tectónica a la que están sometidos los materiales del Cretácico en el área del río Guadalquivir, impide describir una serie completa correctamente, pero de los diversos afloramientos se deduce que su potencia es muy notable. Este período está representado por potentes bancos de calizas detríticas o areniscas calcáreas, margas, margas calcáreas, arcillas abigarradas y arenas blancas caolínicas.

Los materiales cretácicos afloran ampliamente en la margen sur del Tramo.

**Terciario.**— Esta era está representada casi exclusivamente por el Mioceno. Sus materiales son los más ampliamente extendidos en el área de estudio, y constituyen casi exclusivamente su parte central. Se han diferenciado tres grandes series litológicas: la basal, que está formada por conglomerados y areniscas cementadas, y las de los tramos medio y superior, que son principalmente margo-arcillosas, aunque también aparezcan intercalaciones de areniscas calcáreas que en el tramo superior alcanzan potencias de más de 20 m. La potencia del conjunto puede estar próxima a 400 m.

**Cuaternario.**— Esta era geológica está representada principalmente por los materiales depositados en las terrazas de los grandes ríos. Algunas de ellas, que ocupan las posiciones superiores y están cementadas, pueden ser de edad plio-cuaternaria, así como algunos glaciares que aparecen en distintos lugares. Incluye además otros materiales aluviales y coluviales, conos de deyección, y, aunque con origen en las actividades humanas, hay que considerar aquí las escombreras de minas, que en la zona de Linares tienen notable extensión.

## 2.5. TECTÓNICA

Los materiales paleozoicos están afectados por la Orogenia Hercínica que los plegó en una serie de anticlinales y sinclinales concéntricos o asimétricos, volcados con vergencia Norte, en general bastante apretados, y cuyos ejes tienen una dirección media predominante N-110°E. Otra serie de pliegues de menor importancia está superpuesta a la anterior; en este caso los pliegues son más abiertos y tienen una dirección NNE-SSO, casi perpendicular a la de los anteriores. Hay autores que distinguen una tercera generación de pliegues en V, poco perceptibles y originados por movimientos tardíos y de poca energía. El primer tipo de pliegues está afectado por esfuerzos que también originaron numerosas fallas de tipo inverso, normal, y de desgarre o cizalla, de notable importancia. Los dos fenómenos de plegamiento principales están datados en la Orogenia Hercínica en su fase Astúrica, excepto en el extremo oriental del Tramo y en la zona del río Guadalquivir, donde la tectónica es más reciente.

Los movimientos alpinos sólo afectaron ligeramente a los materiales paleozoicos y a los mesozoicos de la parte norte del Tramo, los cuales presentan macroformas de tipo tabular formadas por grandes bloques fallados y situados a distintos niveles. Las fallas tuvieron lugar en épocas post-orogénicas (post-alpinas), siguiendo las directrices de otras anteriores y dieron como resultado una tectónica de bloques de tipo germánico.

El Terciario Marínico y el Mesozoico, excepto en la zona del Guadalquivir, se presentan casi siempre subhorizontales y están afectados solamente por los citados movimientos de bloques del zócalo, los cuales han actuado incluso en épocas geológicamente bastante recientes, ya que afectan incluso al Plioceno.

En la zona baja del Guadalquivir y en la Sierra de Cazorla, el Mesozoico sufrió una fuerte tectónica de empuje durante los plegamientos alpinos, resultando abundantes cabalgamientos y mantos de corrimiento.

Al Norte, las intrusiones graníticas se produjeron en una etapa de descompresión, posterior a la Orogenia Hercínica (según una datación mediante isótopos radiactivos, dichas intrusiones tuvieron lugar hace 291 millones de años). Estos

granitos se inyectaron en los materiales paleozoicos produciendo su metamorfismo. Posteriores movimientos tectónicos afectaron a los granitos, reactivando fallas con dirección NE-SO.

Por ser el área de estudio notablemente extensa, los ejes de los pliegues hercínicos varían algo sus direcciones. Así, en Ubeda predominan las direcciones N-75°O, en Linares las E-O, y en Sierra Morena las N-70°O. Estos pliegues carboníferos están tumbados hacia el norte.

En Villacarrillo, en el extremo oriental del Tramo de estudio, los materiales mesozoicos plegados por las Orogenias Alpinas tienen direcciones predominantes NE-SO, y un sistema de fallas los corta perpendicularmente, en dirección NO-SE. Estas fallas son de desgarre y algunas son post-orogénicas.

## 2.6. SISMICIDAD

Considerando las normas de sismorresistencia de 1974, aplicables a toda España, (P.D.S-1), el área comprendida en este Tramo está ubicada en la zona B, de sismicidad media, entre las isosistas VI y VIII. Como puede verse en el mapa de zonas sísmicas (Fig. 5), la sismicidad aumenta hacia el sur del Tramo, en dirección a las Sierras Penibéticas. Las citadas normas señalan que en la zona B, y por tanto en el Tramo estudiado, es necesario tener en cuenta los efectos sísmicos en autopistas y carreteras de gran interés a la hora de cuantificar los esfuerzos a que están sometidos los materiales de la obra.



Fig. 5. - Situación del Tramo de Estudio en el mapa de zonas sísmicas.

### 3. ESTUDIO DE ZONAS

#### 3.0. DIVISION DEL TRAMO EN ZONAS DE ESTUDIO

Para realizar un estudio más detallado de las características litológicas, estructurales y geotécnicas de las distintas formaciones del Tramo, se ha establecido una división en cuatro Zonas en base al tipo de materiales aflorantes y a su geomorfología. Estas Zonas son las siguientes (Fig. 6):

**Zona 1.**— Esta área está situada al noroeste del Tramo y contiene una amplia representación de materiales graníticos y paleozoicos del Carbonífero y, en menor grado, otros del Triásico y del Mioceno. Los primeros dan lugar a un relieve de cerros y valles con red hidrográfica bastante compleja, y los segundos, a mesetas de superficie plana o alomada y valles bastante amplios.

En conjunto el relieve corresponde a antiguas penillanuras superpuestas, excavadas por la erosión.

**Zona 2.**— Esta Zona se extiende por el norte del Tramo, en sus partes central y oriental. En ella afloran casi exclusivamente materiales triásicos y jurásicos, aunque también aparecen, en menor extensión, otros del Cretácico y Mioceno, además de glacis, aluviales, terrazas y otros materiales recientes, principalmente en las áreas más deprimidas, junto al cauce del río Guadalimar.

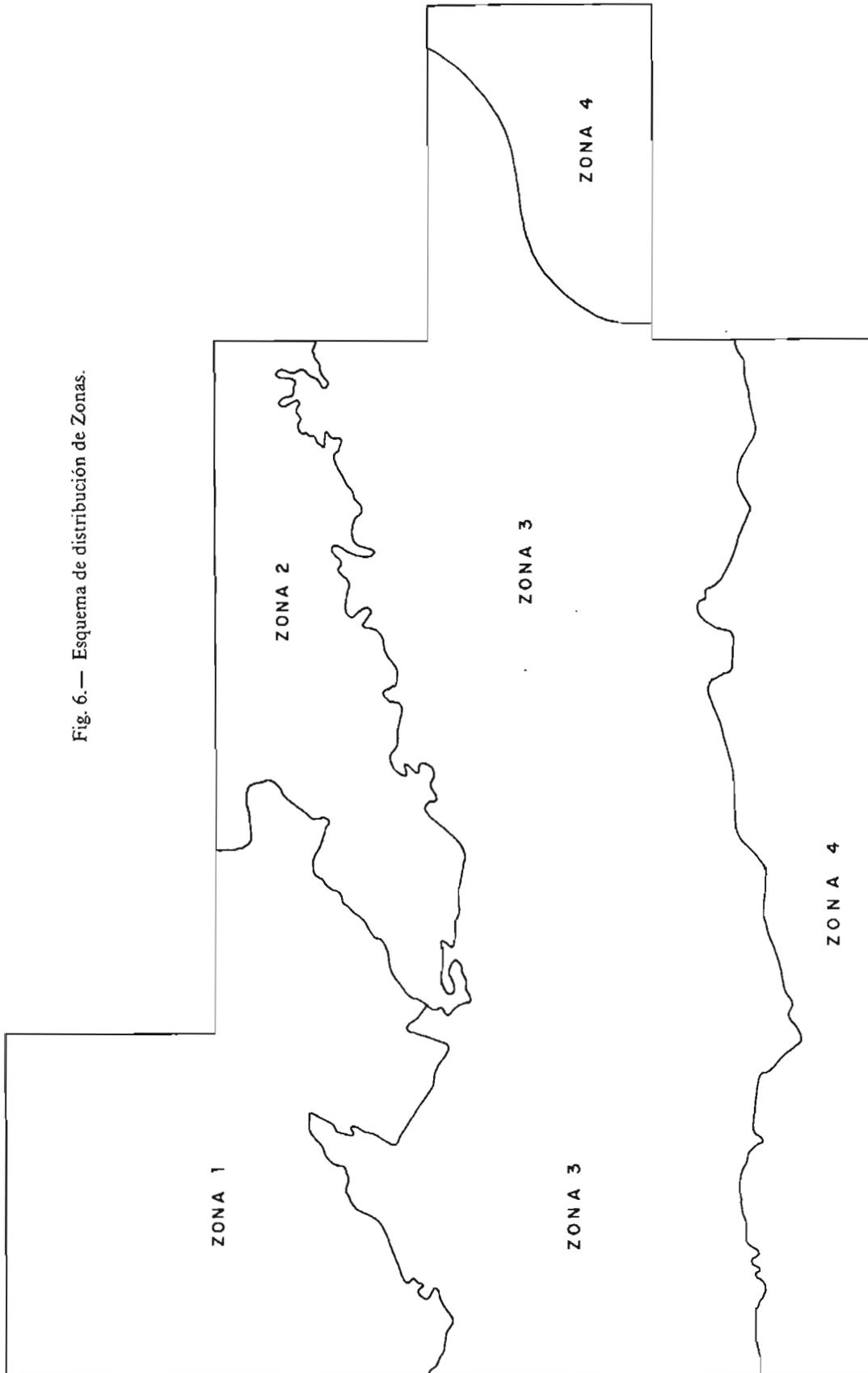
La Zona está constituida casi exclusivamente por el cauce y áreas adyacentes del río Guadalimar en la parte de su curso que discurre al norte de la Loma de Baeza-Ubeda-Sabiote.

**Zona 3.**— Ocupa la parte central del Tramo en toda su longitud, desde las proximidades de Villacarrillo, al Este, hasta la confluencia de los ríos Guadalimar y Guadalquivir, al Oeste. La forman casi exclusivamente materiales arcilloso-margosos y, en menor proporción, detríticos, del Mioceno, además de algunas terrazas del río Guadalimar. De modo marginal, existen otros depósitos cuaternarios recientes y pequeños afloramientos de materiales del Triásico, estrechos y alargados, junto al cauce del citado río.

La morfología del paisaje es de cerros con pendientes suaves en general, que ascienden gradualmente y confluyen hacia una parte central, formando la Loma de Baeza-Ubeda-Torreperogil y, en la parte Oeste, la de Linares.

**Zona 4.**— Como la anterior, tiene también forma alargada, de Este a Oeste, y sigue el cauce del río Guadalquivir, desde que entra en el Tramo, al pie de la Sierra de Cazorla, hasta que desaparece por la parte occidental. Son de destacar las amplias terrazas que enmarcan el río y que se hacen progresivamente más anchas a medida que éste avanza. Debajo del Mioceno y del Cuaternario reciente, aparecen materiales detríticos, arcillosos, margosos y carbonatados del Cretácico; éstos a su vez recubren a otros del Keuper, de forma que éste aflora en áreas dispersas con sus disposiciones estructurales y facies típicas. Las calizas y dolomías del Jurásico son los materiales menos frecuentes y solamente afloran en el techo del Keuper y cabalgando sobre otras formaciones más recientes, en el extremo oriental.

Fig. 6.— Esquema de distribución de Zonas.



### 3.1. ZONA 1

#### 3.1.1. Geomorfología

El relieve de esta Zona está totalmente arrasado o nivelado debido a dos hechos principales: en primer lugar, la antigua superficie de erosión sobre la que se depositó la base del Triásico solamente fue removida de su disposición primitiva por algunas fallas de componente vertical, pero no por fenómenos de plegamiento; en segundo lugar, un nuevo enrasamiento producido por erosión, y posterior al Mioceno, borró a éste de amplias áreas y dio lugar a una nueva superficie erosiva que se superpone en parte a la antigua. El resultado de estos procesos ha sido, pues, un relieve de plataformas casi superpuestas en el que los ríos y arroyos se han encajado generalmente menos de 100 m por debajo de las citadas superficies de erosión. Sólo en el extremo norte del Tramo, al acercarnos a Sierra Morena, y debido al encajamiento de los ríos en los materiales carboníferos, el relieve se hace más abrupto, con desniveles de hasta 200 m.

La plataforma sobre la que se depositó la base del Triásico está suavemente inclinada hacia el Sur, de modo que en Linares aparece a unos 400 m de altitud media, mientras que en el extremo norte alcanza cotas de 500 m.

#### 3.1.2. Tectónica

En esta Zona los únicos materiales afectados por una tectónica de plegamiento son los carboníferos. Fueron plegados en la Orogenia Hercínica y forman anticlinales y sinclinales cuyos ejes tienen una dirección media predominante N-110°E y en general están volcados con vergencia norte. Los pliegues son unas veces concéntricos y otras asimétricos, y aunque generalmente están bastante apretados, forman también amplios afloramientos monoclinales. Hay una serie de pliegues más abiertos con dirección NNE-SSO, que es casi perpendicular a la anterior, e incluso hay indicios de una tercera generación de pliegues en V, originados tardíamente y que apenas se distinguen.

En toda la Zona hay numerosas fallas de tipo inverso, normal, y de desgarre o cizalla, algunas de gran longitud y desnivel en el salto. Estas fallas tuvieron lugar después de las fases de plegamiento alpinas e incluso algunas fueron activas con posterioridad al Mioceno.

Los materiales triásicos yacen en general horizontalmente y, por tanto, también están en esta posición los posteriores, es decir, los que constituyen el Mioceno y los depósitos cuaternarios. Si existe localmente inclinación en los estratos es debido a la existencia de fracturas o a fenómenos de desplomes y deslizamientos.

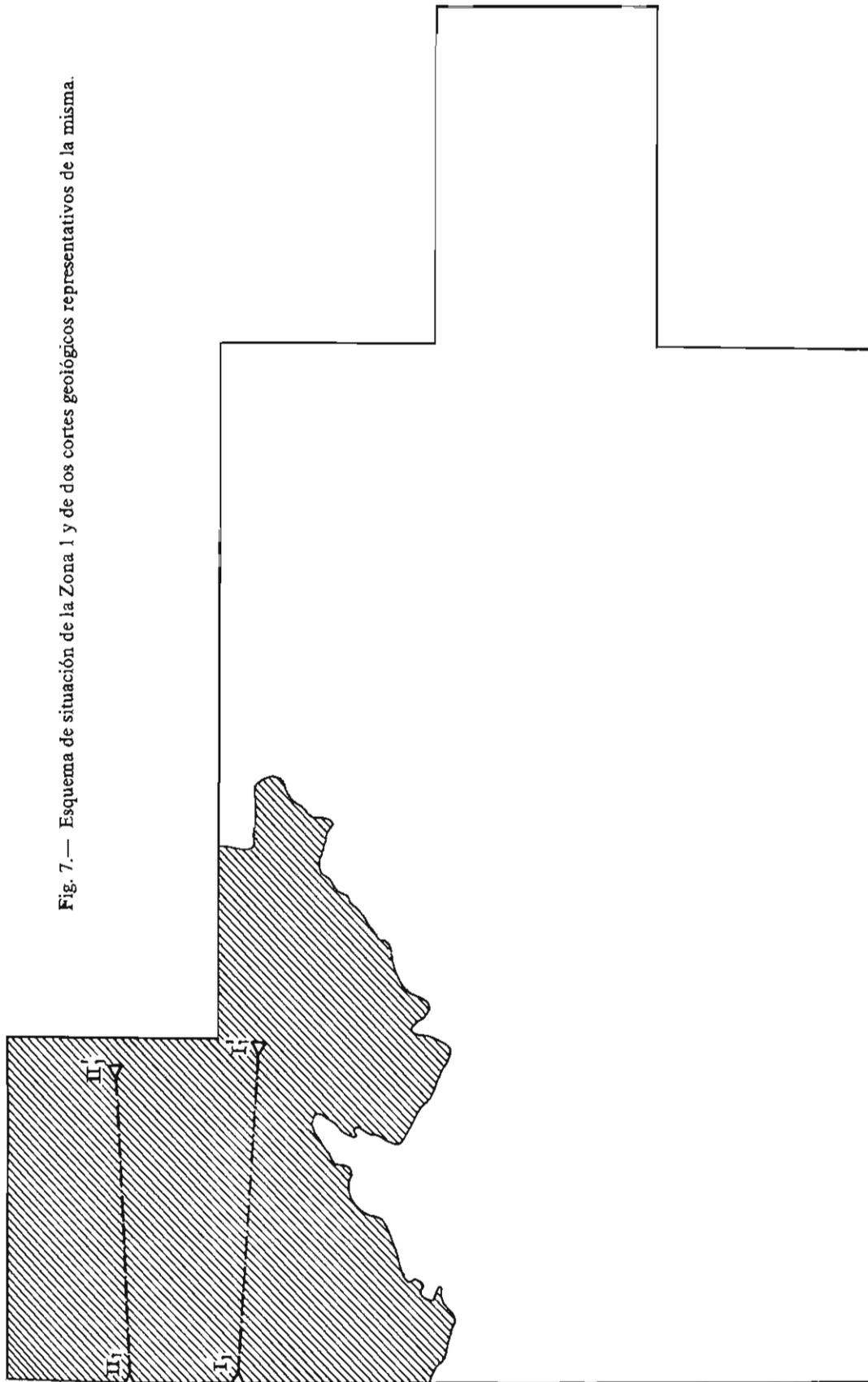
La intrusión de granito existente en esta Zona tuvo lugar en el Carbonífero, hace 291 millones de años. Sin embargo, la base del Triásico, sin modificar su posición horizontal, presenta mineralizaciones y claros indicios de metamorfismo térmico cuando aparece en algunos lugares sobre el granito. Estos datos parecen indicar que al menos hubo un flujo térmico hasta el Triásico Inferior, aunque ya hubieran finalizado los fenómenos de distorsión producidos por el emplazamiento de la masa ígnea en esta área.

Según los expertos en minería que han estudiado las mineralizaciones del granito en Linares, éstas siempre están relacionadas con fracturas, y tal vez la misma causa produjo también el metamorfismo de base del Triásico, por permitir las fracturas el paso de fluidos a altas temperaturas (Fig. 7 y 8).

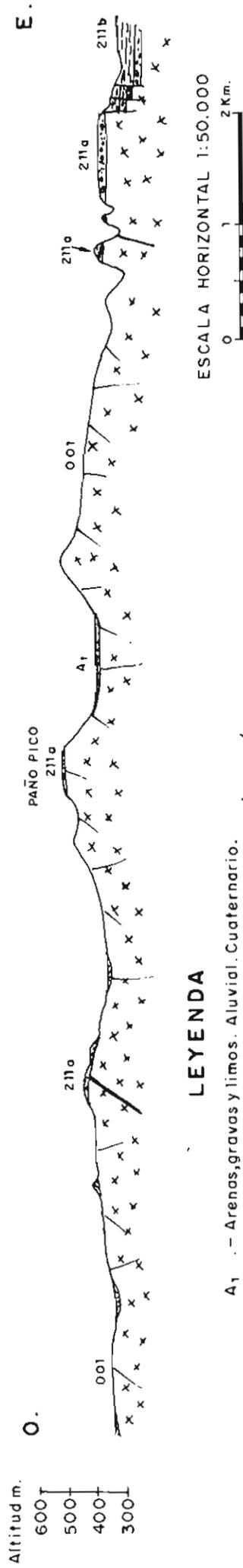
### 3.1.3. Columna estratigráfica

Grupo Litológico	Grupo Geotécnico	Litología	Potencia en m.	Edad
A <sub>1</sub>	G9	Aluvial. Arenas, gravas y limos.	0-4	Cuaternario.
A <sub>2</sub>	G9	Aluvial. Limos y arenas.	0-3	Cuaternario.
T	G9	Terrazas. Gravas, arenas y limos.	3-10	Cuaternario.
D <sub>1</sub>	G9	Cono de deyección. Arenas, limos y cantos dispersos.	0-5	Cuaternario.
C	G9	Coluvial. Limos, limos arenosos, arenas y cantos dispersos.	0-5	Cuaternario.
Gl <sub>1</sub>	G9	Glacis. Limos y arenas con cantos dispersos.	6-8	Cuaternario.
E	G9	Artificial. Escombreras. Fragmentos de roca (granito).	20	Cuaternario.
321b	G7A	Margas grises y arcillas margosas. Niveles dispersos de areniscas y areniscas calcáreas.	150-220	Mioceno Medio.
321a	G4	Areniscas y conglomerados	10-20	Mioceno Inferior.
213	G8	Margas yesíferas, areniscas, arenas arcillosas y bancos de yesos.	150	Keuper.
211b	G6	Lulitas y arcillas. Niveles de areniscas y dolomías.	100-200	Buntsandstein Medio-Superior.
211a	G4	Areniscas y conglomerados.	5-10	Buntsandstein Inferior.
150	G3	Pizarras, areniscas apizarradas y microconglomerados.	300-400	Carbonífero.
001	G1	Granito.	—	Carbonífero.

Fig. 7.— Esquema de situación de la Zona 1 y de dos cortes geológicos representativos de la misma.



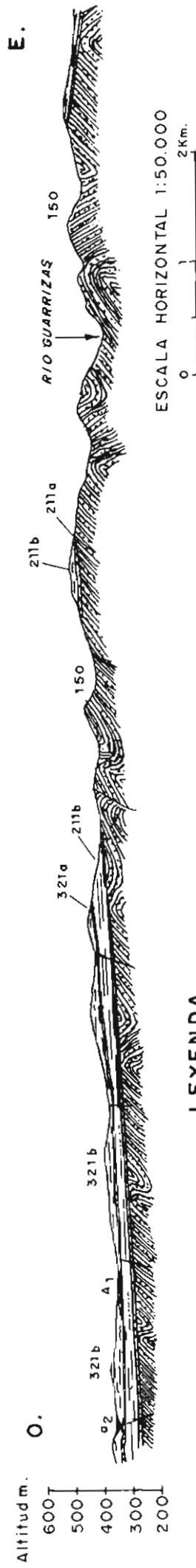
### CORTE I<sub>1</sub>- I<sub>1</sub>'



#### LEYENDA

- A<sub>1</sub> .- Arenas, gravas y limos. Aluvial. Cuaternario.
- 2 1 1 b.- Lutitas y arcillas. Niveles de areniscas y dolomías. Triásico. Buntsandstein Medio-Superior.
- 2 1 1 a.- Areniscas y conglomerados. Triásico. Buntsandstein Inferior.
- 0 0 1 .- Granito.

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



#### LEYENDA

- A<sub>1</sub> .- Arenas, gravas y limos. Aluvial. Cuaternario.
- 0 2 .- Limos y arenas. Aluvial. Cuaternario.
- 3 2 1 b.- Margas grises y arcillas margosas. Niveles dispersos de areniscas y areniscas calcáreas. Mioceno Medio.
- 3 2 1 a.- Areniscas y conglomerados. Mioceno Inferior.
- 2 1 1 b.- Lutitas y arcillas. Niveles de areniscas y dolomías. Triásico. Buntsandstein Medio-Superior.
- 2 1 1 a.- Areniscas y conglomerados. Triásico. Buntsandstein Inferior.
- 1 5 0 .- Pizarras, areniscas apizarradas y microconglomerados. Carbonífero indiferenciado.

Fig. 8.— Cortes geológicos representativos de la Zona I.

#### 3.1.4. Grupos litológicos

##### ALUVIALES. ARENAS, GRAVAS Y LIMOS, (A<sub>1</sub>).

**Litología.**— Este grupo está formado por materiales aluviales que constituyen el cauce de los ríos y la terraza de inundación, y en general, áreas deprimidas en las que hay circulación ocasional de agua. Las gravas y arenas son los materiales más abundantes, con una composición predominantemente carbonatada, tamaños heterométricos y formas subredondeadas. La fracción limosa solamente se deposita en las áreas en que el agua llega ocasionalmente y no ejerce una acción continua de lavado (Foto 1).

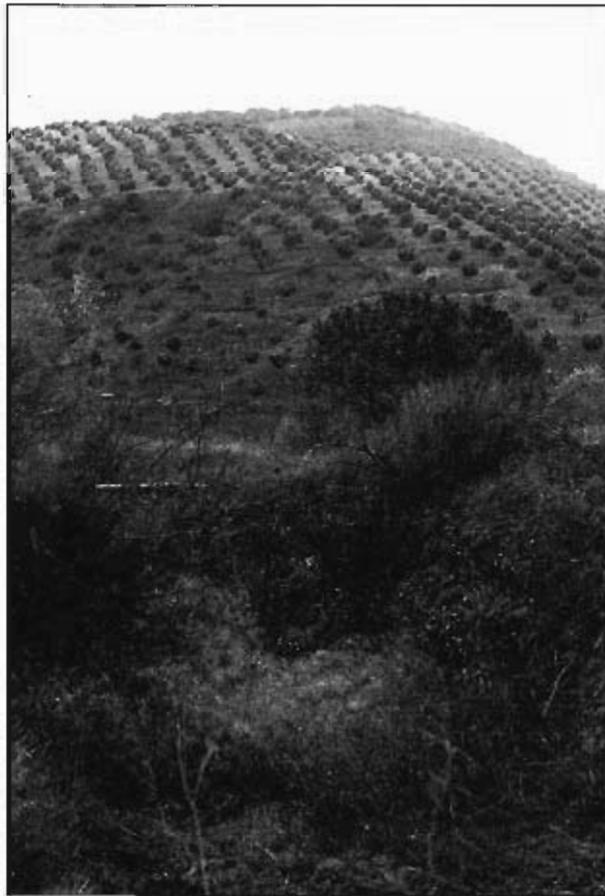


Foto 1.— En primer término, aluvial del río Guadalimar en el Llano de la Marquesa.

**Estructura.**— Los materiales están formando lentejones irregulares, con escasa continuidad lateral y vertical. La potencia no supera los 4 m.

**Geotecnia.**— La permeabilidad es alta en todo el grupo, salvo puntos muy locales en que predominan los limos. La escorrentía se produce principalmente

por filtración intergranular. La ripabilidad es alta, y la capacidad de carga, baja o media, en toda la formación. Los taludes naturales y desmontes son bajos y escasos, ya que la formación es poco potente y ocupa posiciones muy deprimidas donde raras veces hay taludes.

#### ALUVIALES. LIMOS Y ARENAS, (A<sub>2</sub>).

**Litología.**— Estos aluviales se encuentran en áreas margosas y arcillosas, y están compuestos por materiales predominantemente finos, limos y, en menor proporción, arenas de grano fino.

**Estructura.**— No tienen buena estratificación, sino que forman un amontonamiento bastante caótico de materiales que están discordantes sobre las formaciones en las que se asientan. La potencia es generalmente inferior a 3 m.

**Geotecnia.**— Debido al predominio de la fracción fina, limosa, la permeabilidad es generalmente escasa, pudiendo originarse encharcamientos en caso de lluvias. La ripabilidad es alta, y la capacidad de carga, escasa o muy escasa. Los taludes naturales y desmontes son bajos y fácilmente degradables por la erosión.

#### TERRAZAS. GRAVAS, ARENAS Y LIMOS, (T).

**Litología.**— Son formaciones cuya litología predominante consta de gravas, arenas y limos, en proporciones variables y con frecuentes y rápidos cambios laterales a lo largo de la formación, e incluso en sentido vertical. Las arenas tienen tamaños de grano variables y están formando la matriz de las gravas poligénicas junto a una pequeña fracción limosa o forman lentejones irregulares de potencia variable. La composición litológica de las arenas es similar a la de los cantos de las gravas.

Estas formaciones tienen varios niveles escalonados cuya composición es notablemente similar.

**Estructura.**— La disposición bastante irregular de los distintos materiales es en lentejones que tienen escasa continuidad lateral y vertical. No hay estructuras importantes, salvo las originadas por desplomes en los taludes de los bordes de la formación. La potencia media de la formación es de 3 a 4 m, pero puede llegar a 10 m (Foto 2).

**Geotecnia.**— Excepto cuando hay una capa superficial de limos con fracción arcillosa importante, no hay problemas de escorrentía ya que el resto de los materiales de la terraza son permeables. La ripabilidad es alta en toda la formación. La capacidad portante debe considerarse media, aunque hay que tener en cuenta la posibilidad de que se produzcan asientos diferenciales debidos a los cambios rápidos en la naturaleza de los materiales detríticos y, circunstancialmente, la influencia que pueden ejercer las cargas sobre un sustrato margoso, a veces, soluble o karstificado. Los taludes naturales y de desmontes pueden admitir pendientes muy fuertes, siempre que no queden colgados sobre un sustrato



Foto 2.— Terrazas con gravas cementadas sobre el grupo 321b. Al Sur de la estación de Linares-Baeza.

margoso y exista surgencia de agua en el contacto. Las fuertes crecidas estacionales de los ríos y torrentes cambian, a menudo, notablemente la morfología de sus riberas. Cuando los bordes de terraza aparecen colgados sobre materiales margosos o margo-yesíferos de las formaciones mesozoicas o terciarias, se suelen dar con bastante frecuencia fenómenos de deslizamientos y desplomes.

#### CONOS DE DEYECCION. ARENAS, LIMOS Y CANTOS DISPERSOS, (D<sub>1</sub>).

**Litología.**— La composición litológica de los conos de deyección depende exclusivamente de la del área de la que proceden. De este modo son fundamentalmente arenosos los que provienen de lugares donde aflora el granito, que por su alteración da lugar a arenas claras de granos heterométricos, sin apenas cantos sueltos. Los del área paleozoica del Carbonífero tienen tonos más oscuros y la fracción limosa es predominante, con cantos dispersos heterométricos y subredondeados.

**Estructura.**— La disposición de estas formaciones es subhorizontal y discordante erosiva sobre los materiales inferiores. Los materiales de los conos están depositados en forma irregular y caótica. No hay estructuras tectónicas y la potencia generalmente es menor de 5 m.

**Geotecnia.**— Por su mayor porción de fracción detrítica, los conos de deyección procedentes de áreas de granitos son mucho más permeables que los que provienen de materiales carboníferos. Estos últimos generalmente tampoco tienen problemas de escorrentía ya que siempre están junto a cauces fluviales situados a cotas inferiores, y por tanto hacia ellos puede fluir el agua tanto superficial como la filtrada que corre por sus niveles inferiores. Son materiales con un

alto grado de ripabilidad, y su capacidad portante es mediana o escasa. Dada su escasa potencia, apenas dan lugar a taludes naturales, y éstos, muy bajos, son fácilmente degradables por la erosión.

#### COLUVIALES. LIMOS, LIMOS ARENOSOS, ARENAS Y CANTOS DISPERSOS, (C).

**Litología.**— Debido al predominio en casi todo el Tramo de materiales de carácter margoso o detrítico fino, los coluviales que se originan en ellos tienen también esas características. Según la cantidad y proporción del tipo de materiales en las diversas áreas, se pueden establecer ciertas distinciones en la composición de los coluviales. Así, mientras que en las áreas graníticas abunda más la fracción detrítica, sobre el resto de las formaciones, particularmente en las arcillosas y margosas, predominan los materiales finos. En áreas donde abundan las calizas, pueden observarse abundantes cantos dispersos, además de materiales finos, y, en ocasiones, el tamaño de los bloques llega a tener más de 1 m de diámetro.

No se han incluido en este grupo, de forma general, las potentes masas de material alterado y movilizado en los extensos movimientos de gravedad que recubren mayoritariamente las laderas de la formación miocena, o los asimismo potentes derrubios de gravedad, procedentes en gran parte de desprendimientos, desplomes y deslizamientos que recubren las fuertes laderas situadas al pie de los escarpes calizos jurásicos y circunstancialmente cretácicos, y en general los suelos de naturaleza eluvio-coluvial que constituyen normalmente el horizonte superficial de los terrenos margosos terciarios y secundarios.

**Estructura.**— Estos materiales no presentan estratificación debido a su forma caótica de depositarse. Son discordantes respecto a las formaciones sobre las que se apoyan. Las potencias suelen ser inferiores a 5 m (Fotos 3 y 4).



Foto 3.— Aspecto de un coluvial de limos y margas con cantos dispersos.



Foto 4.— Suelos coluviales poco potentes sobre margas cretácicas.

**Geotecnia.**— Debido a la elevada proporción de finos, no suelen ser muy permeables, aunque los coluviales o suelos procedentes de formaciones graníticas sí lo son, debido a su fracción detrítica gruesa. La ripabilidad es alta, y la capacidad de carga, baja o media, de un modo casi general. Los taludes naturales suelen ser bastante estables y bajos, dada la escasa potencia de la formación, pero siempre son fácilmente degradables por los agentes erosivos.

#### GLACIS. LIMOS Y ARENAS CON CANTOS DISPERSOS. (GI<sub>1</sub>).

**Litología.**— Estos depósitos están formados por limos y, en menor proporción, por arenas de colores rojizos con cantos dispersos. En algunos lugares aparecen gravas.

**Estructura.**— La formación se dispone subhorizontalmente y presenta discordancia erosiva respecto a la base sobre la que se asienta. No se observan otras estructuras mencionables. Su potencia máxima varía entre 6 y 8 m.

**Geotecnia.**— La permeabilidad de estos depósitos oscila entre moderada y baja, por la presencia más o menos constante de limos. La ripabilidad puede considerarse alta, en general. Los taludes naturales son fuertes y de escasa altura, dada la potencia reducida de la formación. La capacidad de carga debe estimarse como media y existe la posibilidad de que se planteen problemas a causa de los asientos diferenciales. En los límites de la formación, en donde estos materiales constituyen un horizonte detrítico con el que culmina una ladera, suelen darse pequeños problemas de desprendimientos, desplomes o deslizamientos, cuando el sustrato sobre el que se apoya el glacis es especialmente margoso.

#### ESCOMBRERAS. FRAGMENTOS DE ROCA DE DIVERSO TAMAÑO, (Granito), (E).

**Litología.**— Este grupo litológico no tiene su origen en la sedimentación natural, sino que es el resultado del amontonamiento de fragmentos de roca procedentes de las explotaciones mineras del área de Linares. La extensión, número y potencia de estas escombreras obliga a incluirlas como formaciones en este apartado. La roca es granítica en más del 98 % y está desmenuzada en fragmentos angulosos de diverso grosor, algunos de tamaño de arena (escombreras de lavado), y otros, los más corrientes, con 10 a 30 cm de diámetro.

**Estructura.**— Estos materiales están dispuestos caóticamente y depositados generalmente sobre el suelo residual formado encima de la formación (211a). La potencia puede llegar a 20 m.

**Geotecnia.**— Debido a su origen litológico, estos materiales constituyen formaciones muy permeables sin problemas de escorrentía. Su capacidad portante es media, si no está todavía la escombrera asentada, y alta, en las escombreras muy antiguas. La ripabilidad es buena. A veces admiten taludes de más de 45°, aunque con escasa estabilidad, y para taludes más tendidos, la estabilidad es aceptable.

#### MARGAS GRISES Y ARCILLAS MARGOSAS. NIVELES DISPERSOS DE ARENISCAS Y ARENISCAS CALCAREAS, (321b).

El grupo 321b está descrito en la Zona 3, por ser más representativo de la misma.

#### ARENISCAS Y CONGLOMERADOS, (321a)

**Litología.**— Este grupo está formado por areniscas y conglomerados de color gris amarillento o pardo, cemento calcáreo, matriz arenosa fina y cantos predominantemente de naturaleza caliza, heterométricos y subredondeados. La moda del tamaño de los cantos es de 4 a 8 cm. Hay que destacar que en algunos lugares el conglomerado es casi una lumaquilla, por la abundancia de restos fósiles que presenta: crustáceos, gasterópodos y lamelibranquios. Lateralmente la formación tiene frecuentes cambios de facies litológicas y de espesor de las capas.

**Estructura.**— La disposición de los estratos es subhorizontal y discordante respecto a sus formaciones basales. El grupo está afectado por algunas fallas de gravedad, pero apenas tiene diaclasas u otras estructuras mencionables. La potencia máxima varía entre 10 y 20 m.

**Geotecnia.**— La cementación y la horizontabilidad hacen que la formación tenga poca permeabilidad, siendo la circulación superficial de las aguas la forma predominante de escorrentía. La cementación produce un alto grado de dureza y coherencia, y por tanto, son materiales no ripables y de alta capacidad portante.

Los taludes naturales y los de los desmontes son estables, casi verticales y su altura puede alcanzar el valor de la potencia máxima de la formación. No obstante, suelen darse problemas de estabilidad de laderas cuando estos materiales se apoyan sobre formaciones margosas, tal y como se ha observado en la Hoja de La Carolina, en donde los conglomerados se ven afectados por el deslizamiento de margas triásicas, a las que aportan condiciones de alterabilidad al constituir un acuífero colgado sobre las mismas.

#### MARGAS YESIFERAS, ARENISCAS, ARENAS ARCILLOSAS, ARGILITAS Y BANCOS DE YESO, (213).

**Litología.**— Este grupo, adjetivado bajo la denominación común de Keuper, aunque es discutible que en todos sus tramos tenga esa edad, está formado en su parte inferior por un paquete de argilitas de color vinoso, ricas en caolinita, que tiene, a techo y muro, sendos paquetes de areniscas blancas o rojizas, de grano fino, algo tableadas, duras, compactas y con mineralizaciones de hierro. Las areniscas tienen espesores máximos de unos 5 y 15 m, respectivamente, y las argilitas 30 ó 40 m. Hacia el techo sigue otro tramo más potente constituido por arcillas arenosas o arenas arcillosas de grano fino, margas yesíferas y bancos de yesos cristalinos. Esta última serie tiene una potencia máxima de 75 m, y los yesos masivos pueden alcanzar hasta 8 ó 10 m en algunos puntos (Foto 18).

**Estructura.**— La disposición tectónica-estructural de este grupo es, en toda esta Zona, predominantemente horizontal, pero las características de plasticidad de las margas yesíferas le confieren una acusada inestabilidad gravitacional que se traduce en frecuentes e importantes movimientos por deslizamiento que trastornan, muy a menudo, no solamente la disposición de sus estratos sino también la de los materiales que lo recubren. Debido a esta plasticidad, las fracturas, que son frecuentes e importantes en el granito y en la base del Buntsandstein, quedan muy amortiguadas al alcanzar esta formación. La potencia total de la serie es de unos 150 m.

**Geotecnia.**— El conjunto tiene permeabilidad baja y escorrentía superficial difícil, salvo en las áreas de fuerte pendiente. Son materiales ripables, excepto los yesos masivos y las capas de areniscas cementadas de la base.

Los taludes naturales son generalmente inestables aunque a veces alcanzan fuertes pendientes, como sucede en las áreas con yesos masivos. Su altura puede llegar a alcanzar hasta 80 m. Los taludes de los desmontes serán también inestables y deberá considerarse en cada caso el grado de plasticidad de la formación, que es bastante variable según el contenido en agua y sulfatos. Las laderas

construidas en la formación Keuper son especialmente inestables cuando sobre ellas se sitúan materiales permeables que puedan constituir acuíferos colgados. A este respecto, las calizas del Jurásico han creado las condiciones óptimas para el desarrollo de grandes y profundos deslizamientos de ladera en los que están implicadas ambas formaciones. Cuando estos procesos ocupan grandes extensiones de terreno, los componentes materiales afectados han sido segregados como grupo litológico independiente, dado que en ellos se engloban materiales del Buntsandstein, del Keuper y del Jurásico, así como potentes recubrimientos coluviales procedentes de desprendimientos, desplomes y deslizamientos.

La capacidad portante del terreno debe estudiarse muy detenidamente en cada caso, en función de las características geomorfológicas apuñtadas anteriormente. En general, deben esperarse muchos problemas relacionados con la carga que representan las estructuras y la excavación de desmontes en superficies de ladera. Cuando se pueda asegurar la estabilidad natural del sustrato, la capacidad de carga puede estimarse como media e incluso alta, siempre que el terreno quede aislado del contacto con el agua.

#### LUTITAS Y ARCILLAS, NIVELES DE ARENISCAS Y, CIRCUNSTANCIALMENTE, DOLOMIAS, (211b).

**Litología.**— Grupo formado por lutitas y arcillas rojo-vinosas o a veces verdes, dispuestas en potentes masas homogéneas, solamente interrumpidas por débiles intercalaciones de areniscas hacia la base y el techo y, ocasionalmente, algún banco de dolomías de escasa consideración.

**Estructura.**— La serie se presenta predominantemente en posición subhorizontal y, sólo de forma local y poco generalizada, se observan en ella algunas fracturas de cierta importancia. Sus contactos litológicos con los materiales de la base y del techo son estratigráficamente concordantes, pero particularmente los del techo (Keuper) son difíciles de ver, debido a los frecuentes deslizamientos que afectan a ambas formaciones. La potencia de esta formación varía entre 100 y 200 m.

**Geotecnia.**— Debido al contenido en arcillas y materiales finos, la permeabilidad es generalmente baja, y en los lugares de escasa pendiente puede haber dificultades para la circulación de las aguas. Por otra parte, el conjunto es fácilmente ripable, puesto que las lutitas no están muy endurecidas y las capas carbonatadas tienen escasa consideración.

Los taludes naturales tienen alturas que en ocasiones llegan a 50 o más metros, con pendientes de hasta 45°. La estabilidad natural de estos terrenos no puede considerarse mala en general, aunque se observan en ellos fenómenos, más o menos extendidos, de desprendimientos y desplomes superficiales debidos a la erosión diferencial de las capas de areniscas y lutitas. A veces estos materiales se ven implicados en deslizamientos gravitacionales importantes al situarse sobre ellos acuíferos colgados, tales como los que pueden constituirse en las formaciones detríticas terciarias o cuaternarias (Foto 5); asimismo, en las amplias y pronunciadas laderas en las que la serie triásica se completa con el Keuper, coronado por las calizas de la base del Jurásico, circunstancia que se da en la



Foto 5.— Deslizamiento de la ladera en materiales del grupo 211b, cerca de Carboneros.

Zonà 2, los materiales del Buntsandstein se ven implicados en extensos y profundos deslizamientos (Foto 18).

La capacidad portante del terreno, en condiciones de estabilidad natural del mismo, debe estimarse de media a alta, aunque en todo caso convendrá estudiar muy detenidamente las condiciones geomorfológicas con respecto al grado de inestabilidad natural, ya que éstas pueden hacer disminuir a valores muy bajos la capacidad del terreno como cimiento.

En general se trata de una formación fácilmente degradable por los agentes erosivos, y, por tanto, es aconsejable que en los desmontes se construyan cunetas de guarda y se recubran sus paramentos con tapiz vegetal (Foto 6).

#### ARENISCAS Y CONGLOMERADOS, (211 a).

**Litología.**— Este grupo está formado por areniscas rojas o blancas, muy cementadas por material silíceo y entre las que aparecen niveles con cantos dispersos de cuarzo que, a veces, aumentan en número y llegan a formar verdaderos conglomerados, con la matriz areniscosa. El tamaño del grano de las areniscas es fino o medio, y los clastos de los conglomerados raras veces alcanzan 5 cm de diámetro. En bastantes casos y cuando están en contacto con el granito, las areniscas y los conglomerados poseen un notable grado de metamorfismo, llegando casi a ser verdaderas cuarcitas y metaconglomerados; por esta misma causa, aparecen frecuentes mineralizaciones de hierro y azurita. La roca tiene, en general, un notable grado de dureza y coherencia.

**Estructura.**— Salvo en zonas muy aisladas en que una o varias fallas han inclinado la disposición inicial de la formación, ésta aparece en disposición sub-

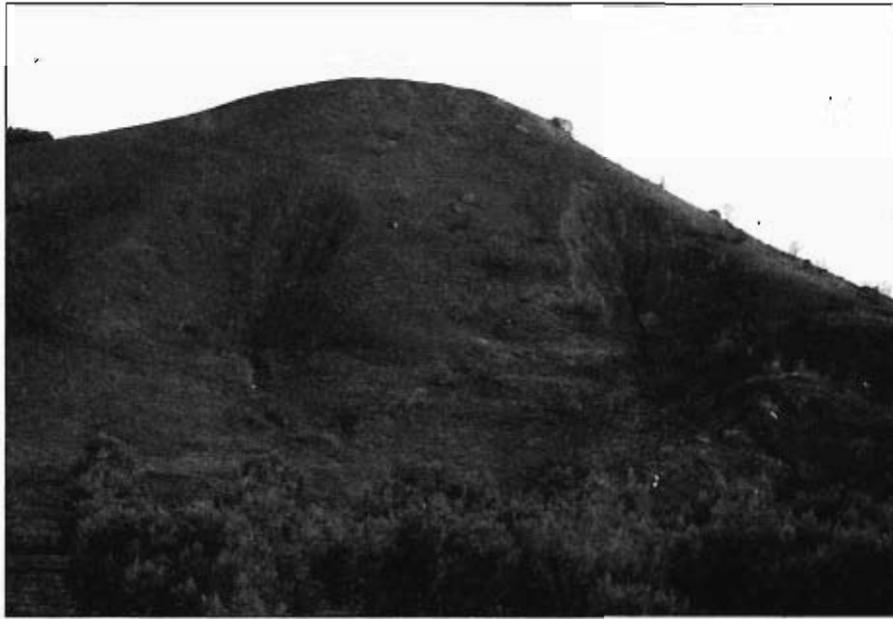


Foto 6.— Loma en el grupo 211b, cerca de Arquillos, en donde se pone de manifiesto su fácil erosionabilidad.

horizontal aunque afectada por fallas que la sitúan en distintos niveles topográficos. Hay bastantes zonas brechificadas a consecuencia de las fracturas y también se observan algunas diaclasas. La potencia máxima de esta serie es de 5 a 10 m (Fotos 7 y 8).



Foto 7.— Horizonte formado por los conglomerados de la base del Trías (grupo 211a) con estructura tabular. Bajo ellos, los granitos, muy alterados en general, que son asiento de explotaciones mineras. Ladera situada en la margen derecha del arroyo de las Dos Hermanas, al norte de Linares.



Foto 8.— Vista próxima de la plataforma escarpada de la base del Trías y de los granitos alterados de la fot 7.

**Geotecnia.**— La acusada cementación silíceá de los materiales impide la permeabilidad intergranular, pero dado que la formación está también diaclasada y fracturada, el agua puede filtrarse por estas discontinuidades estructurales, y por tanto, la escorrentía es posible, aunque no se produzca de manera uniforme (Foto 9). La capa superficial alterada da lugar a gravas y arenas que permiten fácilmente la filtración de las aguas, y la disposición horizontal de la formación no



Foto 9.— Conglomerados de la base del Trías: grupo 21 la.

favorece la escorrentía superficial. Son materiales no ripables debido a su acusada cementación y, en cambio, la capacidad portante se ve favorecida por ésta y es considerablemente alta.

La escasa potencia de la formación no permite la existencia de grandes taludes, aunque con frecuencia en los bordes de las mesas estructurales a que da lugar, existen taludes naturales casi verticales y de varios metros de altura. La estabilidad de éstos y la de los artificiales que puedan construirse es muy alta, y es debida a la coherencia de la roca y a que los materiales que sustentan esta formación (granitos, pizarras y areniscas del Carbonífero) tienen también una notable estabilidad y capacidad portante.

#### PIZARRAS, ARENISCAS APIZARRADAS Y MICROCONGLOMERADOS. (150).

**Litología.**— En la parte norte del Tramo destaca, por la gran extensión en que aflora, el grupo paleozoico constituido por alternancias de areniscas apizarradas de grano fino y pizarras, a veces algo arenosas, de colores grises, blanquecinos o verdosos. En la parte basal de la serie también hay intercalados, entre los materiales anteriores, unos microconglomerados formados por cantos dispersos de cuarzo, cuarcita y pizarra, que se encuentran englobados en una matriz arenarcillosa, y cemento silíceo; el tamaño de los clastos no sobrepasa 1 cm, siendo la potencia de las capas de microconglomerados en general bastante inferior a 2 m. La pizarrosidad de las areniscas se manifiesta en grado diverso según las áreas. Aunque carecen de importancia para su potencial explotación, hay diversos diques de aplita y de pórfidos graníticos, de composición bastante similar a pesar de su diferente aspecto. En el contacto con los granitos, los fenómenos de metamorfismo han dado lugar a esquistos.

**Estructura.**— La serie aparece plegada de forma bastante variable, ya que mientras en unas áreas hay buzamientos monoclinales que se mantienen en largas distancias, en otras aparecen pliegues de corto radio, bastante próximos. La dirección del primer y principal eje de los pliegues es típicamente hercínica, la N-110°E, y sobre ésta fluctúan otras bastante similares; como segunda dirección de ejes de pliegues está la NNE-SSO, en la cual la amplitud de los pliegues es mayor. Merece destacarse la existencia en esta formación de numerosas fracturas, muchas de ellas con un espacio abierto relleno de un material blanco, caolinítico, y diaclasas. La potencia máxima de la serie es difícil de precisar, pero los estudios más detallados la cifran entre 300 y 400 m (Fotos 10, 11 y 12).

**Geotecnia.**— Esta formación es generalmente poco permeable y, por tanto, puede presentar problemas de drenaje en áreas llanas; no obstante, dada la morfología del terreno, estas últimas no son demasiado abundantes y la escorrentía se efectúa en general sin dificultad. El agua puede penetrar en su interior a través de las fracturas y diaclasas. Son materiales no ripables, salvo en áreas superficiales muy alteradas, y su capacidad portante suele ser alta, excepto en dichas áreas. Los taludes naturales normalmente son estables; aunque abundan las superficies alomadas, en las proximidades de los torrentes existen laderas con fuertes pendientes. Hay desmontes estables de fuerte pendiente y con alturas de más de 5 m junto a pistas forestales y carreteras. En la ejecución de desmontes de cierta



Foto 10.— Talud artificial en las pizarras carboníferas del grupo 150.



Foto 11.— En primer término, suelo formado a partir del grupo (211a) sobre los materiales carboníferos que constituyen las lomas intermedias con encinas, y al fondo, la Loma de la Mesa con el grupo (211b) en la base y el Mioceno en la parte superior. Vista desde la carretera de Isabela a Linares.



Foto 12.— Talud con pizarras y areniscas apizarradas del Carbonífero, en la carretera de Isabela a Linares.

consideración podrán darse problemas de estabilidad consistentes en la caída de bloques delimitados por las superficies de pizarrosidad y de fractura; por esta circunstancia, el diseño de los desmontes deberá tener muy presente, en cada caso, las características estructurales de la formación.

#### GRANITO. (001).

**Litología.**— Los granitos que forman este grupo litológico son rocas de color generalmente gris o rosado, formadas por agregados de cristales de gruesos tamaños. Cerca de los contactos con las rocas encajantes, el tamaño de grano disminuye. La textura es granular y, a veces, casi porfídica, por presentarse grandes placas de feldespatos entre una serie de agregados de grano más fino. Encajadas en el granito hay rocas filonianas de escasa potencia en general; se trata de diques de aplita y de pórfido granítico que no han sido cartografiados por su escasa magnitud e importancia como rocas útiles; en cambio, los filones mineralizados, que también existen en el granito, tienen una gran importancia histórica y económica (Fotos 13 y 14).

**Estructura.**— La aparición de los granitos en una fase posthercínica significó una intrusión ígnea, rodeada de los fenómenos de metamorfismo de contacto que generalmente las acompañan. En estos lugares, las masas de roca plutónica constituyen las manifestaciones más orientales de la intrusión ígnea que, desde Portugal y a lo largo de Sierra Morena, se abrió paso en las rocas paleozoicas del borde sur de la Meseta o antiguo Macizo Hercínico. Estas rocas intrusivas se presentan diaclasadas y rotas, particularmente en las áreas próximas a las gran-

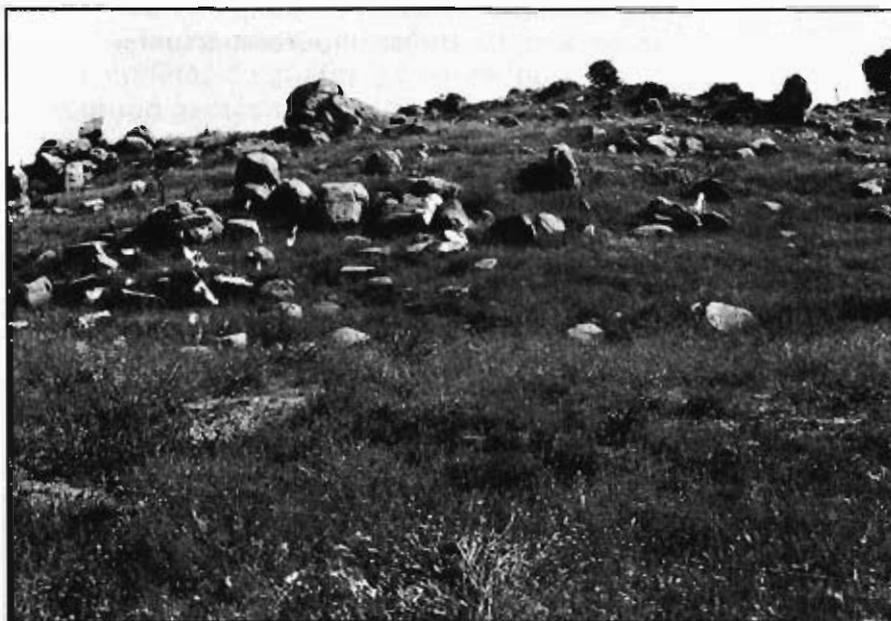


Foto 13.— Morfología granítica en las proximidades de la Mina de San Andrés, al Norte de Linares.



Foto 14.— Dique de aplita del grupo 001 que atraviesa una zona de granitos bastante alterados, en la carretera de Fernandina a Linares.

des fracturas, las cuales las compartimentan y disponen en bloques a distintos niveles. Estas fracturas fueron la causa de las importantes mineralizaciones filonianas metálicas.

**Geotecnia.**— La filtración de agua en la zona superficial alterada del granito se realiza a través de los espacios intergranulares. En este caso, al estar formada dicha zona por arenas sueltas de grano grueso, el movimiento del agua es muy fácil. En el resto de la roca la filtración sólo se produce a través de las fracturas y diaclasas.

El granito no es ripable, salvo en la capa superficial alterada. La capacidad portante es muy alta, excepto también en esta capa superficial, donde debe estimarse como media.

Los taludes naturales son estables y admiten fuertes pendientes. Los desmontes pueden diseñarse con sus paramentos subverticales, prestando mucha atención al estudio del diaclasado, pues éste puede dar lugar a desprendimientos.

### 3.1.5. Grupos geotécnicos

Los grupos litológicos que afloran en la Zona 1 se han agrupado según su comportamiento geotécnico en los siguientes grupos:

**G1 - Granitos.**— Rocas masivas, duras, coherentes y nada ripables. La capacidad portante es muy alta. La permeabilidad es posible por fisuras y diaclasas. No tienen problemas reseñables de inestabilidad gravitacional. Sus taludes son estables, salvo problemas locales de desprendimientos, y admiten fuertes pendientes. Pertenece a este grupo geotécnico el grupo litológico referenciado con (001).

**G3 - Materiales paleozoicos.**— Pizarras y areniscas apizarradas (conglomerados, muy escasos). Son rocas notablemente duras y coherentes, poco o nada ripables, salvo en zonas alteradas. La capacidad portante es alta. La permeabilidad es posible debido a fracturas y diaclasas. No tienen problemas de deslizamientos, excepto en lugares muy concretos en que la disposición de las capas y la inclinación del terreno los favorecieran; generalmente los taludes son estables. Pertenece a este grupo geotécnico el grupo litológico referenciado con (150).

**G4 - Conglomerados y areniscas cementadas.**— Rocas duras y coherentes, no ripables y sin problemas de deslizamientos u otros debidos a inestabilidad gravitacional. La capacidad portante es alta. La filtración del agua es posible por fracturas y diaclasas. Los taludes son estables y admiten fuertes pendientes. Pertenecen a este grupo geotécnico los grupos litológicos referenciados con (211a) y (321a).

**G6 - Materiales arcillosos y lutitas con intercalaciones dispersas de areniscas y dolomías.**— La capacidad portante es, en general, de media a alta. La permeabilidad es baja o escasa. Son rocas ripables en general, aunque a veces algo endurecidas (lutitas). Las capas duras, por su escasa potencia, no dificultan de modo importante su excavación. Los problemas de inestabilidad gravitacional

(deslizamientos) son abundantes. Los taludes naturales y de desmontes son fácilmente degradables por la erosión y, por tanto, es aconsejable que estos últimos tengan cunetas de guarda y sean recubiertos con una capa vegetal. Pertenecen a este grupo geotécnico el grupo litológico referenciado con (211b).

**G7A - Materiales margosos y arcillosos con intercalaciones detríticas y carbonatadas de importancia desigual.**— Son rocas predominantemente blandas y ripables, aunque las intercalaciones detríticas carbonatadas son bastante duras y coherentes. La permeabilidad es escasa. La capacidad portante es baja, salvo en los niveles carbonatados. Los fenómenos de inestabilidad gravitacional son muy frecuentes, particularmente los deslizamientos. Los taludes naturales y de desmontes son poco estables. Pertenecen a este grupo geotécnico el grupo litológico referenciado con (321b).

**G8 - Materiales predominantemente arcillosos y margosos con yesos y sales, y con niveles duros carbonatados o detríticos poco frecuentes.**— Son rocas predominantemente blandas y ripables. La capacidad portante varía mucho con el contenido en agua. La permeabilidad en conjunto es baja. Los problemas de inestabilidad gravitacional son muy frecuentes y, a veces, de notable importancia. Los taludes naturales y de desmonte son en general poco estables, aunque esta cualidad puede variar notablemente según el grosor y la proporción de las capas duras. Pertenecen a este grupo geotécnico el grupo litológico referenciado con (213).

**G9 - Materiales predominantemente detríticos, generalmente poco potentes, y depositados durante el Cuaternario.**— Son blandos y ripables en general, aunque localmente algunas terrazas y glacis tengan cementación carbonatada. La capacidad portante es bastante variable según los diferentes grupos litológicos. La permeabilidad es alta en general. No tienen problemas reseñables de inestabilidad gravitacional, salvo en el borde de las terrazas y glacis, en donde los casos de desplomes y deslizamientos pueden ser frecuentes. Normalmente los taludes se degradan con rapidez.

Pertenecen a este grupo geotécnico los grupos litológicos referenciados con (A<sub>1</sub>), (A<sub>2</sub>), (T), (D<sub>1</sub>), (C), (G<sub>1</sub>), y (E).

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

La mayor parte de la superficie de la Zona 1 está cubierta por granito, rocas paleozoicas del Carbonífero y conglomerados basales del Triásico. Estas formaciones no tienen problemas de estabilidad y están constituidas por materiales muy duros generalmente y no ripables. En los taludes naturales y desmontes habrá que atender principalmente a la fracturación y al diaclasamiento que presentan, por la posibilidad de que se produzcan caídas de rocas y desprendimientos.

En los terrenos en que afloran las lutitas y arcillas del Buntsandstein, la estabilidad natural es mala en general. Los deslizamientos gravitacionales son a veces importantes y se producen corrientemente por la acción del agua procedente de acuíferos colgados formados en materiales permeables terciarios o

cuaternarios que recubren localmente a la formación triásica. La permeabilidad es escasa y puede haber problemas de escorrentía en las áreas planas. También se pueden originar problemas por la escasa capacidad portante de esta formación en las áreas de inestabilidad gravitacional y como consecuencia de la facilidad con que los agentes erosivos actúan sobre ella, degradándola.

Problemas bastante similares se presentan en los materiales margosos del Mioceno. En las áreas en las que aflora el Keuper, hay que esperar que se produzcan fenómenos de inestabilidad en los desmontes; su importancia dependerá del contenido de agua y sulfatos en el terreno. Como en el caso de la formación 211b, los acuíferos colgados derivados de las formaciones superiores permeables son la causa de frecuentes problemas de inestabilidad gravitacional. La capacidad portante en los materiales del Keuper también varía mucho según su contenido de agua.

Los materiales cuaternarios tienen en general una escorrentía aceptable y su débil potencia no da lugar a fenómenos importantes de inestabilidad gravitacional; únicamente pueden darse localmente en los bordes de las terrazas. La heterogeneidad y el cambio rápido lateral en la naturaleza de los materiales pueden ocasionar asientos diferenciales. Por último, se debe tener en cuenta la fácil degradación y erosionabilidad de los desmontes en este tipo de materiales, cuando se presentan sueltos o poco compactos.

### 3.2. ZONA 2

#### 3.2.1. Geomorfología

El relieve de esta Zona 2 se debe principalmente al encajamiento del río Guadalimar que ha erosionado casi por completo a los materiales del Mioceno, de los que quedan solamente retazos aislados en lugares altos. El citado río, al irse encajando progresivamente en las rocas mesozoicas dispuestas casi subhorizontalmente, socava con su erosión cada vez estratos más antiguos, y pone al descubierto la base del Triásico e incluso el granito, en las cotas inferiores del cauce.

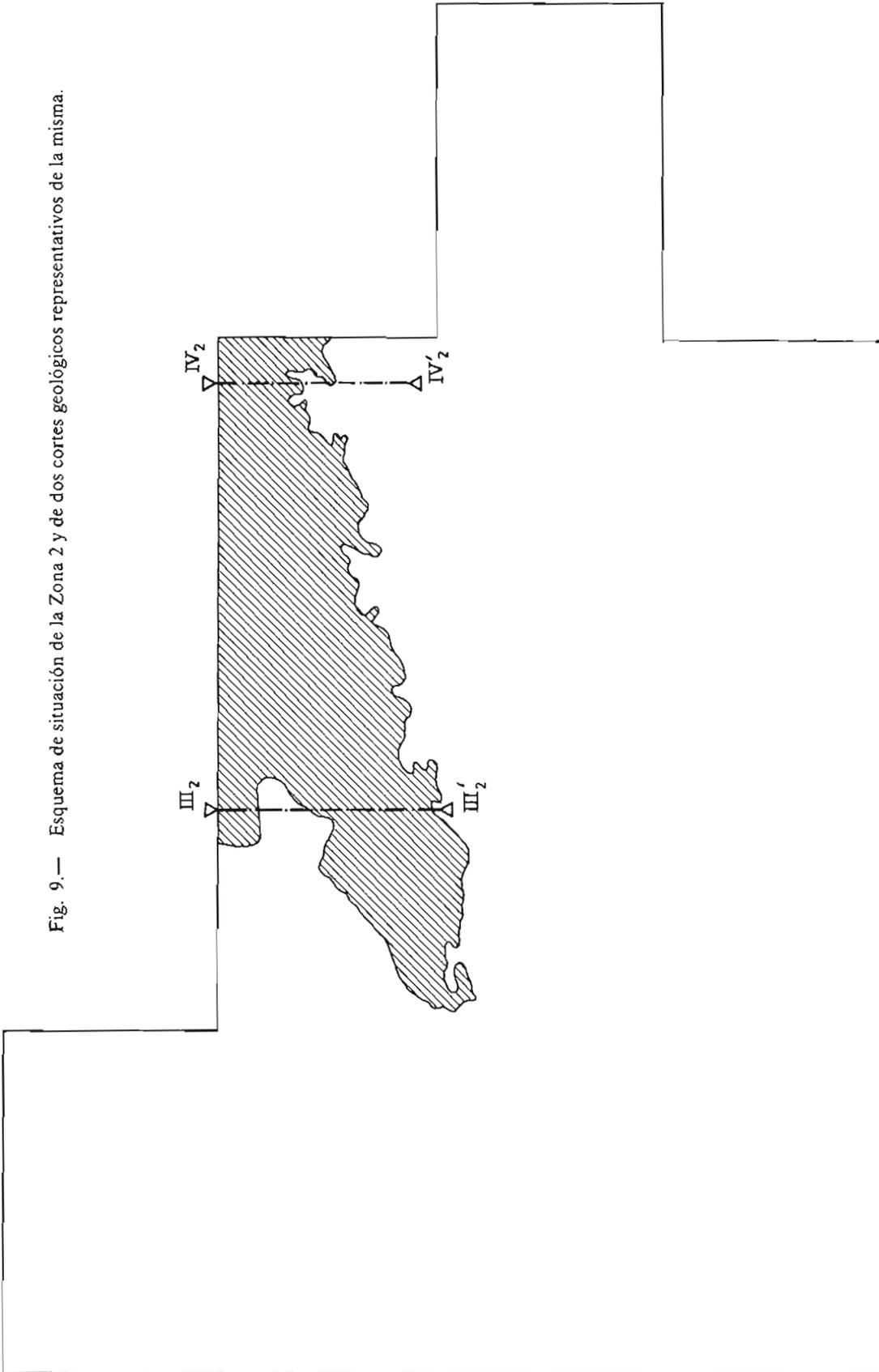
La hendidura del río Guadalimar da lugar a un valle orientado de Este a Oeste y con desniveles próximos a 300 m en distancias escasamente superiores a 1 km; sin embargo, a medida que nos alejamos hacia el Norte de esta brusca entalladura, las pendientes se hacen más uniformes y suaves hasta alcanzar los Altos de Navas de San Juan y Santisteban del Puerto. Los desniveles aumentan hacia el Oeste debido al encajamiento del río, alcanzando cotas próximas a los 300 m; las cimas de los cerros vecinos coronados por calizas jurásicas se mantienen en alturas próximas a 700 m (Donceles, 748 m; Azoreros, 664 m; Miradores, 651 m).

Las vertientes del río Guadalimar presentan procesos de deslizamiento gravitacional, extensos y profundos, cuyo desarrollo sigue siendo activo en la actualidad en amplias áreas.

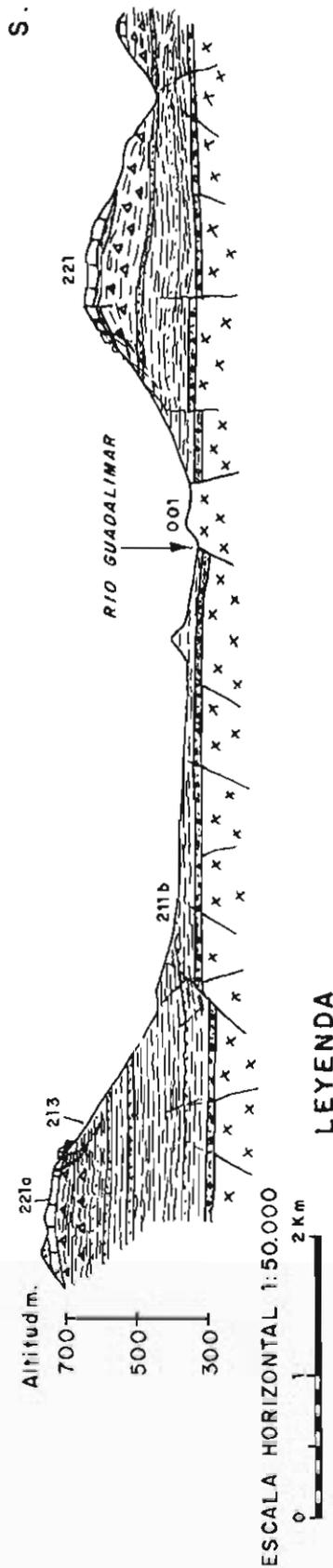
#### 3.2.2. Tectónica

Los fuertes plegamientos alpinos que afectaron a los materiales situados más al Sur, no llegaron a esta Zona, por lo que la disposición de las series es horizontal, en términos regionales. No obstante, existen numerosas fracturas gravitacionales y fenómenos de deslizamiento que han colocado muchos de los materiales en distintos niveles y que han producido numerosas brechas de falla. Algunas de estas fracturas afectan incluso a los materiales del Mioceno, lo que indica que la tectónica vertical ha actuado en esta región hasta períodos geológicos muy recientes. Las estructuras caóticas y desorganizadas, debidas a los movimientos de ladera fósiles y activos, constituyen gran parte de las vertientes del río Guadalimar (Figs. 9 y 10).

Fig. 9.— Esquema de situación de la Zona 2 y de dos cortes geológicos representativos de la misma.



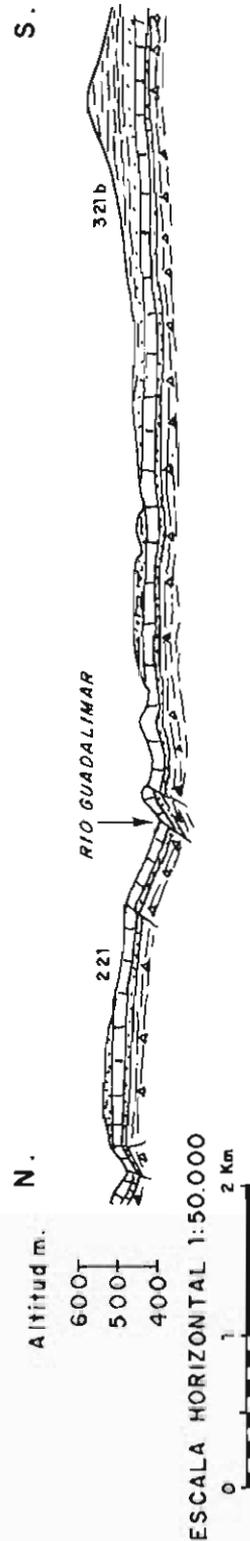
### CORTE III<sub>2</sub>-III<sub>1</sub>'



#### LEYENDA

- 221.-Calizas, calizas dolomíticas y dolomías. Jurásico. Lías.
- 221a.-Calizas, calizas dolomíticas y dolomías. Niveles de margas dolomíticas y arcillas. Jurásico. Lías.
- 213.-Margos yesíferas, areniscas, arenas arcillosas y bancos de yeso. Triásico. Keuper.
- 211b.-Lutitas y arcillas. Niveles de areniscas y dolomías. Triásico. Buntsandstein Medio-Superior.
- 001.-Gronito.

### CORTE IV<sub>2</sub>-IV<sub>1</sub>'



#### LEYENDA

- 321b.-Margas grises y arcillas margosas. Niveles dispersos de areniscas y areniscas calcáreas. Mioceno Medio.
- 221.-Calizas, calizas dolomíticas y dolomías. Niveles de margas dolomíticas y arcillas. Jurásico. Lías.

Fig. 10.— Cortes geológicos representativos de la Zona 2.

### 3.2.3. Columna estratigráfica

Grupo Litológico	Grupo Geotécnico	Litología	Potencia en m.	Edad
A <sub>1</sub>	G9	Aluvial. Arenas, gravas y limos.	0-4	Cuaternario.
A <sub>2</sub>	G9	Aluvial. Limos y arenas.	0-3	Cuaternario.
T	G9	Terrazas. Gravas, arenas y limos.	3-10	Cuaternario.
D <sub>2</sub>	G9	Cono de deyección. Limos y cantos dispersos.	7	Cuaternario.
C	G9	Coluvial. Limos, limos arenosos, arenas y cantos dispersos.	0-5	Cuaternario.
Gl <sub>3</sub>	G9	Glacis. Gonglomerados y gravas. Cemento carbonatado, Matriz areno-limosa.	4-5	Cuaternario.
321b	G7A	Margas grises y arcillas margosas. Niveles dispersos de areniscas y areniscas calcáreas.	150-220	Mioceno Medio.
321a	G4	Areniscas y conglomerados.	10-20	Mioceno Inferior.
232	G2	Calizas, calizas detríticas y calizas arcillosas.	10-20	Cretácico. Cenomanense.
230	G7A	Arenas, argilitas, areniscas, calizas arenosas, margas y margo-calizas.	50-300	Cretácico indiferenciado.
221a	G2	Calizas, calizas dolomíticas y dolomías.	20-30	Jurásico. Lías.
221	G5	Calizas, calizas dolomíticas y dolomías. Niveles de margas dolomíticas y arcillas.	Superior a 50	Jurásico. Lías.
213	G8	Margas yesíferas, areniscas, arenas arcillosas y bancos de yesos.	150	Keuper
211b	G6	Lutitas y arcillas. Niveles de areniscas y dolomías.	100-200	Buntsandstein Medio-Superior.
210	G8	Margas yesíferas, arcillas, areniscas, lutitas, calizas y recubrimientos coluviales	250-350	Buntsandstein Medio-Superior, Keuper, Jurásico y Cuaternario
001	G1	Granito	—	Carbonífero.

### 3.2.4. Grupos litológicos

LOS GRUPOS (A<sub>1</sub>), (A<sub>2</sub>) y (T), han sido descritos en la Zona 1.

CONO DE DEYECCION. LIMOS MARGO-ARCILLOSOS CON CANTOS DISPERSOS, (D<sub>2</sub>).

**Litología.**— Este grupo está formado por materiales predominantemente limosos de color pardo-rojizo, cuya composición arcillosa o margo-arcillosa es alta. Tiene cantos dispersos que raras veces llegan a alcanzar la proporción suficiente para dar lugar a que puedan considerarse como gravas. Los materiales finos proceden principalmente de las formaciones vecinas del Buntsandstein y Keuper, mientras que los cantos y bloques de caliza tienen su origen en materiales jurásicos situados pendiente arriba.

**Estructura.**— Los materiales están dispuestos caóticamente y no aparecen estructuras reseñables. Su potencia puede tener un máximo de unos 7 m.

**Geotecnia.**— La formación tiene escasa permeabilidad debido a la abundancia de arcillas, aunque gracias a las fuertes pendientes no hay problemas de drenaje. Estos materiales son ripables y su capacidad portante es baja o media. Los taludes naturales o artificiales son fácilmente degradables por la erosión, aunque a veces admitan pendientes casi subverticales.

EL GRUPO (C) ha sido descrito en la Zona 1.

GLACIS. CONGLOMERADOS Y GRAVAS. CEMENTO CARBONATADO Y MATRIZ ARENO-LIMOSA, (G<sub>3</sub>).

**Litología.**— Grupo formado por conglomerados y gravas de colores pardo-rojizos, con cantos de caliza, predominantes, y también de areniscas, subangulosos o algo redondeados, de tamaños medios de 3 a 6 cm de diámetro, empastados en una matriz areno-limosa y carbonatada, en gran parte. La proporción de los clastos supera en general el 50 % en volumen del total de la formación.

**Estructura.**— La formación está dispuesta subhorizontalmente y presenta discordancia erosiva sobre los niveles de arcillas rojas del Triásico o de otros materiales más recientes. El depósito es masivo y la potencia máxima varía entre 4 y 5 m.

**Geotecnia.**— Excepto en la parte superficial alterada, la cementación dificulta la permeabilidad de la formación; la filtración del agua es posible a través de grietas y en áreas ligeramente karstificadas en que el cemento ha sido disuelto. Solamente son ripables estos materiales en la zona alterada y donde no hay

carbonatación. Los taludes tienen escasas dimensiones, dada la potencia de la formación; su cementación constituye una protección de los niveles basales, por lo que a veces constituye con ellos, conjuntamente, taludes de 8 y 10 m casi verticales. No obstante, debido a la erosión diferencial o a la presencia de agua colgada en el contacto del glacis con el sustrato arcilloso, pueden producirse fenómenos de desprendimientos o desplomes, siempre de reducida entidad. La capacidad de carga debe estimarse entre media y alta, y es posible que aparezcan asientos diferenciales debido a la variedad litológica de la formación entre unos puntos y otros (Foto 15).



Foto 15.— Desplome de las gravas y conglomerados del grupo G13, en el P.K. 33 de la carretera C-3217.

EL GRUPO (321b) está descrito en la Zona 3.

EL GRUPO (321a) está descrito en la Zona 1.

LOS GRUPOS (323) y (230) están descritos en la Zona 4.

## CALIZAS, CALIZAS DOLOMITICAS Y DOLOMIAS. (221a).

**Litología.**— Este grupo litológico está incluido totalmente en el referenciado como (221); sin embargo, dadas sus características de dureza y resistencia, destacables respecto al resto de los materiales más blandos, en algunos lugares se ha podido diferenciar, bien por formar pequeños afloramientos o bien por aparecer en otros mayores en forma predominante. Se trata de calizas litográficas, calizas dolomíticas y dolomías, tableadas o constituyendo gruesos bancos de colores grises claros u oscuros. En contacto con el Keuper, aparecen frecuentemente dolomías oquerosas y masivas.

**Estructura.**— Este grupo, que aparece en las Zonas 2 y 4, define en cada una de ellas, un ambiente tectónico muy distinto. En la primera, los materiales calcáreos aparecen formando estructuras tabulares afectadas muy ligeramente por la orogenia alpina. Su tectónica corresponde al estilo germánico, limitándose a una serie de bloques hundidos o levantados según líneas de fractura del sustrato paleozoico. Los bordes de esta formación, que configuran zonas altas escarpadas en el valle del río Guadalimar, están afectados por fallas y fracturas debidas a procesos de rotura gravitacional de las laderas. En la Zona 4, forma parte del espacio tectónico del Prebético Externo, área esta que marca un límite hasta donde llegaron los fuertes empujes alpinos. Presenta aquí intensas brechificaciones y un diaclasado bastante denso, siendo normal la existencia de estructuras en escama y cabalgamientos, índice de la gran violencia tectónica que caracteriza a este área.

**Geotecnia.**— La filtración del agua se realiza principalmente a través de diaclasas y fracturas, y dado que éstas son abundantes, no hay dificultades en este aspecto. Debido a que los materiales situados por debajo suelen ser impermeables, (Keuper), es posible la formación de capas freáticas que dan lugar a surgencias en diversos puntos. Son materiales no ripables. Los taludes naturales escarpados tienen un elevado grado de inestabilidad potencial debido a que los terrenos situados por debajo, en las vertientes, presentan en su gran mayoría deslizamientos fósiles y activos (procesos generalmente muy lentos) en los que están implicadas las calizas jurásicas y la formación Keuper. La capacidad de carga debe estimarse, en general, como alta o muy alta, pero se debe huir de las zonas situadas al borde de las vertientes, en donde pueden darse desprendimientos o deslizamientos, así como de las masas calizas aisladas, que pudieran estar implicadas en grandes movimientos de ladera. Los desmontes existentes tienen fuertes pendientes y pequeñas alturas, aunque debido a la fuerte tectonicidad suelen darse problemas de desprendimientos. El diseño de desmontes de cierta consideración debe tener muy en cuenta las condiciones geomorfológicas de las áreas de borde, la tectonicidad de las masas calizas, y la existencia de fracturas y de áreas karstificadas rellenas de arcillas residuales; estos factores pueden incidir negativamente en su estabilidad. Así mismo resultaría altamente peligrosa la ejecución de desmontes en los cuales las masas calizas quedaran colgadas sobre los materiales margosos del Keuper. En cualquier actividad constructiva en áreas de ladera, deben estudiarse muy detenidamente las condiciones hidrológicas del contacto Jurásico-Keuper, a fin de proceder en su caso a la realización de drenajes.

CALIZAS, CALIZAS DOLOMITICAS Y DOLOMIAS. NIVELES DE MARGAS DOLOMITICAS Y ARCILLAS, (221).

**Litología.**— El grupo litológico definido aquí está formado principalmente por un paquete de calizas, calizas dolomíticas y dolomías de grano fino, de color gris en corte y oscuro en superficie, homogéneas, tableadas o dispuestas en gruesos bancos, duras y compactas, y con una potencia total de unos 20 a 30 m. También hay niveles de margas dolomíticas y arcillas abigarradas que, por su frecuente removilización tectónica, tienen una potencia difícil de calcular; la presencia de materiales del Cretácico, con facies similares y mezclados con los anteriores, complica la observación. Además son abundantes las áreas brechificadas en las que se entremezclan calizas, margas y arcillas dolomíticas de distintos niveles.

**Estructura.**— En esta Zona la disposición regional de esta formación es subhorizontal y está afectada por fracturas y deslizamientos que originan áreas de compleja tectonicidad, muy brechificadas en algunos lugares, difíciles de cartografiar. Su contacto con los materiales del Keuper es en su mayor parte concordante, aunque la plasticidad de estos últimos dé lugar a numerosos fenómenos de inestabilidad gravitacional que hacen que la disposición original pocas veces se mantenga y a que existan numerosos desplomes y hundimientos locales. La potencia de la formación es superior a 50 m (Fotos 16 y 17).

**Geotecnia.**— La permeabilidad de este grupo litológico es bastante alta debido a las numerosas fisuras y diaclasas que lo afectan y a la existencia de algunas áreas karstificadas. No hay problemas de drenaje, salvo en algún punto



Foto 16.— En esta ladera los materiales jurásicos del grupo 221 se encuentran en la cima y apoyados sobre el Keuper. Foto obtenida en la margen izquierda del río Guadalimar.



Foto 17.— Aspecto de la formación 221, cerca del P.K. 40 de la carretera que une Ubeda y Arquillos.

muy local con niveles arcillosos y escasa pendiente. En su contacto con las arcillas del Keuper puede dar lugar a acuíferos y surgencias naturales. En general los materiales de esta formación no son ripables, y sólo en áreas muy tectonizadas y con dominio de horizontes margosos y brechificados, sí lo son medianamente. Los taludes naturales que conforman las zonas medias y altas de las vertientes de los valles principales son muy escarpados y acusan procesos de inestabilidad gravitacional muy desarrollados que son debidos a la existencia de la formación impermeable y altamente deformable del Keuper bajo las calizas. Todo lo escrito sobre este particular para el grupo anterior, (221a), es válido para éste, y sólo queda poner de manifiesto la mayor peligrosidad potencial de estas áreas inestables de ladera, en las que los grandes deslizamientos fósiles, que ocupan generalmente las zonas medias y bajas de las vertientes, mantienen en muchos casos una actividad viva o latente que repercute, con el tiempo, en las masas calizas superiores (Foto 18). El estudio de las condiciones hidrológicas del terreno, especialmente en el contacto Jurásico-Keuper, es un factor capital en el caso de que las labores constructivas se sitúen en áreas de influencia de este horizonte, ya que un drenaje efectivo será siempre fundamental para garantizar la estabilidad del terreno a gran escala. La capacidad portante es alta o muy alta, en las rocas duras carbonatadas, y de alta a media, en las margas y arcillas.

LOS GRUPOS (213) y (211b) están descritos en la Zona 1.

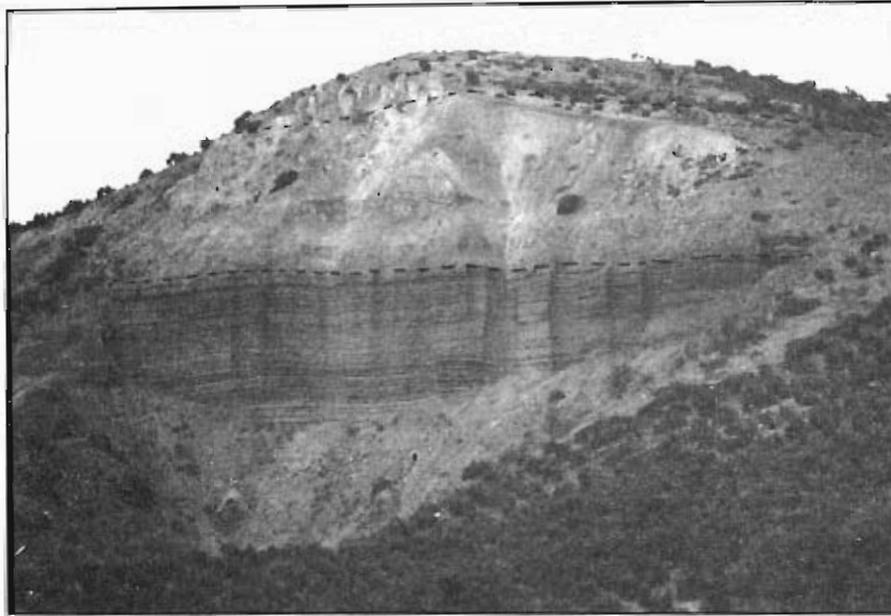


Foto 18.— Vista del cerro Donceles en donde pueden observarse los materiales del Buntsandstein y Keuper coronados por las calizas del Jurásico, y dispuestos casi horizontalmente, en una ladera afectada por importantes movimientos gravitacionales, a los cuales se debe la morfología escarpada de la misma.

#### MARGAS YESIFERAS, ARCILLAS, ARENISCAS, LUTITAS, CALIZAS, Y RECUBRIMIENTOS COLUVIALES, (210),

**Litología.**— Este grupo está constituido por un sustrato margo-yesífero del Keuper, alterado y deslizado, que soporta masas de calizas, calizas margosas y margas de la base del Jurásico, rotas y desorganizadas a causa de los grandes deslizamientos fósiles ocurridos en dicho sustrato, y potentes coluviales integrados por limos y arcillas, con gran contenido de cantos y bloques de calizas de todos los tamaños, procedentes de los desprendimientos, desplomes y deslizamientos complejos del área. En algunos casos, las areniscas y lutitas del Buntsandstein también han quedado implicadas en estos procesos gravitacionales (Foto 19).

**Estructura.**— Debido a que los materiales se presentan generalmente deslizados y en pocos lugares mantienen las disposiciones originales de la formación, la estructuración es caótica. Sin embargo, la posición regional de estas series es subhorizontal, sin otras estructuras que algunas fallas de gravedad. La potencia de los materiales implicados en los movimientos de gravedad es difícil de definir, entre otras razones por la gran fluctuación de la misma de unas áreas a otras, aunque de forma generalizada se puede estimar siempre como muy importante y superior a 100 m.

**Geotecnia.**— Como ya se ha dicho, los deslizamientos son fenómenos que afectan de forma generalizada a toda la formación, y a los que hay que añadir caídas de bloques y desplomes desde los niveles superiores jurásicos, por pér-



Foto 19.— Aspecto parcial de las calizas y margas que proceden del Jurásico y están situadas en un área en que existe un deslizamiento fósil, cerca del P.K. 39 de la carretera C-3217.

dida de sus bases de sustentación. Algunos de estos deslizamientos son de gran magnitud, con anchuras próximas o superiores a 1 km. Aunque debido a la abundancia de arcillas, la permeabilidad es escasa, no hay en general problemas de escorrentía gracias a las fuertes pendientes. Los materiales de esta formación son fácilmente ripables, y sólo se presentarán dificultades de excavación en los lugares en que existan grandes masas calizas poco tectonizadas, yesos masivos del Keuper o areniscas cementadas. Aunque los taludes naturales a veces tienen desniveles de más de 50m y pendientes de 45°, su estabilidad es muy débil y nunca debe descartarse el riesgo de que se reproduzcan fenómenos de deslizamiento; en algunos casos, estos procesos, lentos generalmente, son activos en la actualidad, y en muchas áreas serían necesarias condiciones climáticas de humedad extrema, que se dan en ciclos de tipo secular, para su reactivación. Se trata, por tanto, de terrenos inadecuados para la cimentación y soporte de estructuras o para realizar desmontes importantes. Dadas las dimensiones de estos movimientos, es posible ejecutar obras de infraestructura de extensión reducida sin provocar situaciones límites en el terreno, siempre que éste no presente una inestabilidad activa declarada. En los recubrimientos coluviales potentes o en las

grandes masas calizas, pueden diseñarse desmontes con fuertes pendientes, siempre que ello no represente debilitar áreas del pie del deslizamiento, general o local. La existencia de un nivel freático localizado en el contacto Jurásico-Keuper es un factor a tener muy presente en esta área, ya que en él está el origen de toda la inestabilidad pretérita o futura. La captación y drenaje de las aguas de estos terrenos, siempre muy difíciles de realizar, es una condición fundamental para la utilización de los mismos en obras que impliquen modificaciones substanciales de sus condiciones naturales. Dado el elevado índice de inestabilidad de la formación y la abundancia de materiales plásticos, puede haber problemas de capacidad portante en numerosos puntos.

EL GRUPO (001) está descrito en la Zona 1.

### 3.2.5. Grupos geotécnicos

Los materiales y formaciones que afloran en la Zona 2 se han agrupado en los siguientes grupos geotécnicos.

**G1 - Granitos.**— Rocas masivas, duras y coherentes, no ripables. La capacidad portante es muy alta. Son permeables gracias a las fisuras y diaclasas. Sin problemas mencionables de inestabilidad gravitacional. Los taludes son estables. Pertenece a este grupo geotécnico el grupo litológico referenciado con (001).

**G2 - Materiales rocosos carbonatados.**— Rocas estratificadas, duras, coherentes y no ripables. La capacidad portante es alta o muy alta. Son permeables por fisuras, diaclasas y, a veces, karstificaciones. Pueden presentar problemas de inestabilidad gravitacional por desprendimientos en taludes, y deslizamientos debidos a la deformación y fallo de las bases sobre las que se sustentan, generalmente arcillosas. En general los taludes altos con fuertes pendientes serán estables y los únicos problemas a tener en cuenta serán los relacionados con los desprendimientos. Pertenecen a este grupo geotécnico los grupos litológicos referenciados con (221a) y (232).

**G4 - Conglomerados y areniscas cementadas.**— Rocas duras y coherentes, no ripables y sin problemas de deslizamientos. La capacidad portante es alta. La filtración del agua es posible por fracturas y diaclasas. Los taludes son estables y subverticales. Pertenece a este grupo geotécnico el grupo litológico referenciado con (321a).

**G5 - Calizas y dolomías predominantes, entre materiales arcillosos, menos frecuentes en general.**— Son rocas duras, coherentes y no ripables, en sus tramos carbonatados, y ripables, en sus tramos blandos. La capacidad portante es alta en los tramos duros, y de alta a media en los arcillosos. La filtración del agua se realiza por las fisuras y diaclasas en las calizas, y es casi nula en las arcillas. Este grupo presenta problemas de inestabilidad gravitacional por desprendimientos y corrimientos, en los taludes, y deslizamientos o desplomes, por deformación y fallo de las bases arcillosas sobre las que se sustenta. El diseño de desmontes

con taludes pronunciados (generalmente factibles) debe contener un estudio detallado de las condiciones estructurales de la formación. Pertenece a este grupo geotécnico el grupo litológico referenciado con (221).

**G6 - Materiales arcillosos y lutitas con intercalaciones de areniscas y dolomías.**— Son rocas ripables en general aunque a veces estén algo endurecidas (lutitas). Las capas duras carbonatadas, por su escasa potencia, no presentan normalmente problemas importantes que dificulten su ripabilidad. La capacidad portante es en general de media a alta. La permeabilidad es baja o escasa. Debido al alto contenido de arcillas, los problemas de inestabilidad gravitacional son abundantes. Pertenece a este grupo geotécnico el grupo litológico referenciado con (211b).

**G7A - Materiales margosos y arcillosos predominantes, con intercalaciones detríticas y carbonatadas de importancia desigual.**— Son rocas blandas y ripables en sus tramos margo-arcillosos, y notablemente duras y coherentes, en los carbonatados. La capacidad portante es escasa, salvo en los niveles carbonatados. La permeabilidad es baja. Los problemas de inestabilidad gravitacional activa (deslizamientos y flujos) les afectan de forma casi generalizada. Los taludes son, en general, poco o nada estables. Pertenecen a este grupo geotécnico los grupos litológicos (321b) y (230).

**G8 - Materiales predominantemente arcillosos y margosos, con yesos y sales; los niveles carbonatados y de areniscas son menos frecuentes.**— Son rocas predominantemente blandas y ripables. La capacidad portante varía mucho con el contenido en agua. La permeabilidad en conjunto es baja. Los problemas de inestabilidad gravitacional fósil y activa son frecuentes o generalizados, y normalmente de notables dimensiones. La disolución de sus sales y yesos (karstificación) puede dar lugar a hundimientos. Los taludes presentan un alto grado de inestabilidad potencial. Pertenecen a este grupo geotécnico los grupos litológicos (213) y (210).

**G9 - Materiales predominantemente detríticos, en general poco potentes, y depositados durante el Cuaternario.**— Son rocas blandas y ripables, excepto en el caso de los glaciares y las terrazas con cementación carbonatada. La capacidad portante es bastante variable en los distintos grupos litológicos; en general se puede estimar como media, con posibilidad de que se presenten asientos diferenciales. La permeabilidad es alta en general. No hay problemas de inestabilidad gravitacional, salvo en los bordes escarpados, en donde la presencia de un substrato margoso que se altera o desliza, provoca a su vez el deslizamiento o desplome de los materiales cuaternarios que sustentan. Los agentes erosivos actúan con eficacia sobre estos materiales, especialmente sobre sus taludes, que se degradan con rapidez. Pertenecen a este grupo geotécnico los grupos litológicos referenciados con (A<sub>1</sub>), (A<sub>2</sub>), (T), (D<sub>2</sub>), (C) y (G<sub>3</sub>).

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

La parte que presenta mayores y más frecuentes problemas es la constitutiva de las vertientes del río Guadalimar, estructuradas en gran parte por profundos movimientos gravitacionales que implican a las calizas del Jurásico y a las margas del Keuper, o incluso a las lutitas o arcillas del Buntsandstein. Los deslizamientos fósiles y activos son bastante frecuentes, y en el origen de estos procesos se debe situar al acuífero colgado creado sobre las margas y yesos del Keuper por las calizas jurásicas. Las calizas y dolomías del Jurásico son las rocas de mayor capacidad de carga en esta Zona y las que permiten taludes con mayores pendientes y desniveles. En algunos lugares aparecen areniscas calcáreas del Mioceno, cementadas y resistentes. El resto de las rocas: margas del Mioceno, areniscas y margas cretácicas, arcillas del Buntsandstein, y margas y yesos del Keuper, además de ser mucho más fáciles de erosionar, tienen también menor capacidad de carga, son ripables, y están afectadas por frecuentes problemas de deslizamientos.

El granito apenas aflora en el extremo occidental, por lo que casi no hace falta mencionarlo; su dureza y su no ripabilidad son los únicos aspectos geotécnicos destacables.

Las terrazas y los materiales cuaternarios son medianamente permeables, y su capacidad de carga es aceptable si exceptuamos las áreas de borde de terraza y los posibles asientos diferenciales que pueden presentar. Los principales problemas a tener en cuenta son aquellos derivados de su fácil erosionabilidad y de la rapidez de degradación de sus taludes; únicamente los glacis cementados manifiestan cierta resistencia a este fenómeno. Cuando las terrazas están encima de materiales arcillosos, pueden dar lugar a horizontes freáticos colgados, ya que el agua que se filtra por las capas detríticas es retenida por las margas o arcillas del Mioceno o del Keuper, y como consecuencia, se producen generalmente fenómenos de deslizamiento y desplome de sus márgenes.

### 3.3. ZONA 3

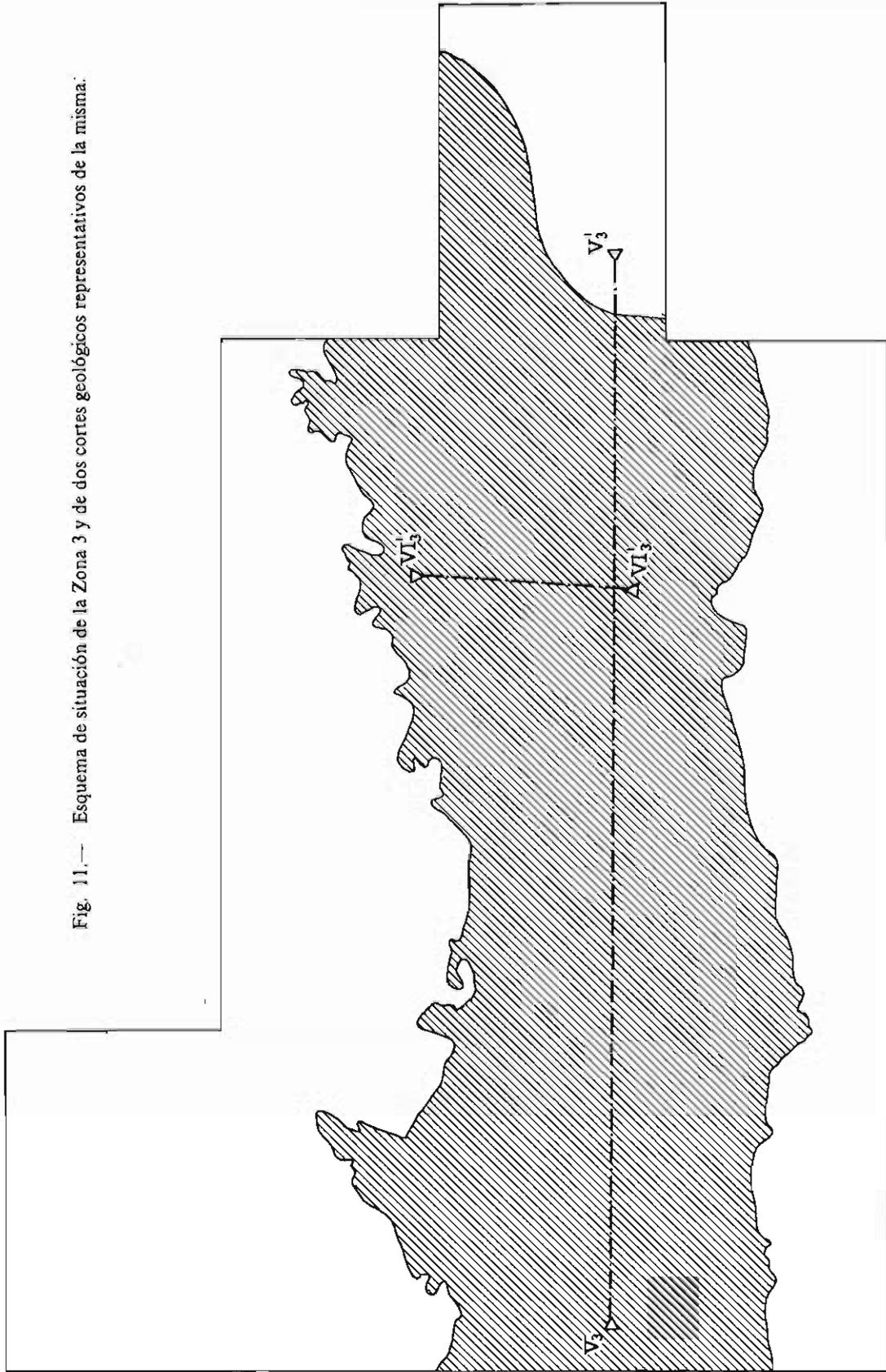
#### 3.3.1. Geomorfología

Esta Zona 3 comprende la mayor parte de la llamada Loma de Baeza-Ubeda que desde el Oeste, donde el río Guadalimar se une al Guadalquivir, se extiende hacia levante, hasta más allá de Villacarrillo, fuera de los ámbitos del Tramo. Siguiendo esta dirección, la pendiente va aumentando progresivamente, para estabilizarse al llegar a los Altos de Ubeda y Sabiote. En sentido Norte-Sur, la Zona 3 forma una gran línea convexa porque en sus límites, próximos al cauce del río Guadalimar, al Norte, o en los cercanos al río Guadalquivir, al Sur, las cotas descienden de modo muy notable y de forma más rápida que en sentido Este-Oeste. Desde el río Guadalimar las pendientes también aumentan hacia los Altos de Linares, al NO. Las alturas máximas de la Zona 3 están en las proximidades de Ubeda-Sabiote y Torreperogil. Aunque en sus bordes Norte, Sur y Oeste, asoman los materiales mesozoicos (Keuper, Jurásico, Buntsandstein, etc.), son los sedimentos terciarios del Mioceno los que recubren la gran Loma de Ubeda de modo casi exclusivo. Las pendientes medias son bastante homogéneas y se observa de forma generalizada un suave escalonamiento en todas las vertientes de la citada Loma. Este escalonamiento es debido, por una parte, a la existencia de niveles areniscosos, más duros, intercalados entre las margas y que en las zonas más altas pueden llegar a crear escarpes, y por otra, a la existencia de un proceso generalizado de inestabilidad gravitacional, que es sin duda el carácter más espectacular e interesante del Mioceno desde el punto de vista del Estudio. (Fig. 11).

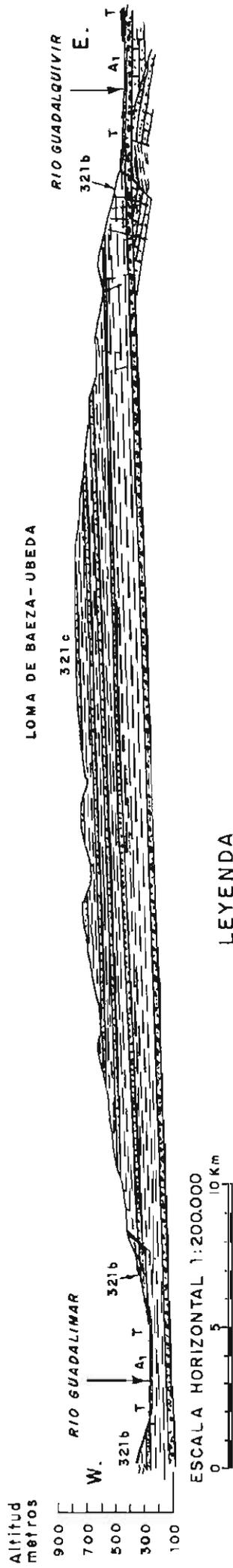
#### 3.3.2. Tectónica

La disposición estructural de los materiales terciarios es subhorizontal desde el punto de vista regional, con ligera inclinación hacia el Oeste, y también, aunque menos pronunciada, hacia los bordes Norte y Sur de la loma que forma esta Zona (Fig. 12). Sin embargo, esta subhorizontalidad se ve, a lo largo y ancho de las laderas, continuamente trastocada por fallas de gravedad y fenómenos de flujo, reptación y deslizamientos. Debido a que su contacto con los materiales mesozoicos, al Sur de la Mesa de Ubeda, es en general de naturaleza tectónica, la distorsión estructural del conjunto es bastante notable. Como existe una cierta similitud de algunas facies (margas del Mioceno, Cretácico o Keuper), y a ello se une la desorganización provocada por los procesos gravitacionales, se hace muy difícil, a veces, diferenciar los contactos.

Fig. 11.— Esquema de situación de la Zona 3 y de dos cortes geológicos representativos de la misma.



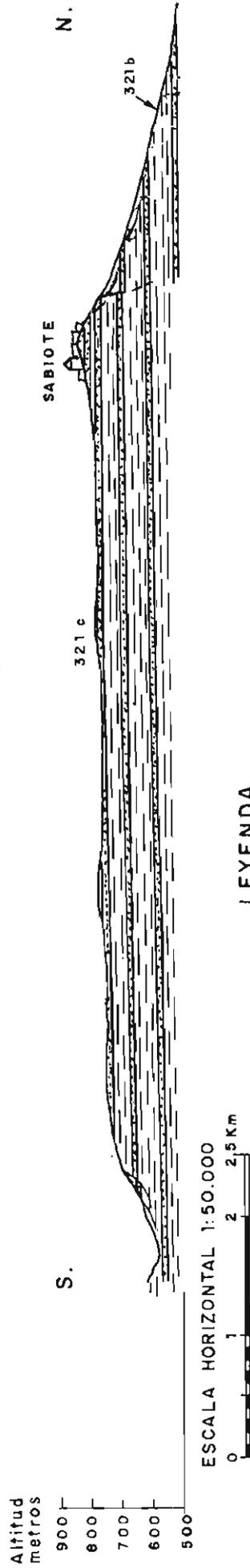
### CORTE V<sub>3</sub>-V<sub>3</sub>'



#### LEYENDA

- A<sub>1</sub> .- Arenas, gravas y limas. Aluvial. Cuaternario.
- T .- Gravas, arenas y limos. Terrazas. Cuaternario.
- 321 c.- Margas, arcillas margosas y areniscas calcáreas. Mioceno Superior.
- 321 b.- Margas grises y arcillas margosas. Niveles dispersos de areniscas y areniscas calcáreas. Mioceno Medio.

### CORTE VI<sub>3</sub>-VI<sub>3</sub>'



#### LEYENDA

- 321 c.- Margas, arcillas margosas y areniscas calcáreas. Mioceno Superior.
- 321 b.- Margas grises y arcillas margosas. Niveles dispersos de areniscas y areniscas calcáreas. Mioceno Medio.

Fig. 12.— Cortes geológicos representativos de la Zona 3.

### 3.3.3. Columna estratigráfica

Grupo Litológico	Grupo Geotécnico	Litología	Potencia en m.	Edad
A <sub>1</sub>	G9	Aluvial. Arenas, gravas y limos.	0-4	Cuaternario.
A <sub>2</sub>	G9	Aluvial. Limos y arenas.	0-3	Cuaternario.
T	G9	Terrazas. Gravas, arenas y limos.	3-10	Cuaternario.
C	G9	Coluvial. Limos, limos arenosos y arenas con cantos dispersos.	0-5	Cuaternario.
Gl <sub>2</sub>	G9	Glacis. Gravas y limos arenosos.	6-8	Cuaternario.
Gl <sub>3</sub>	G9	Glacis. Conglomerados de matriz arenosa y cemento calcáreo.	3-5	Cuaternario.
321c	G7A y G7B	Margas, arcillas margosas y areniscas calcáreas.	120-180	Mioceno Superior.
321b	G7A	Margas grises y arcillas margosas. Niveles dispersos de areniscas y areniscas calcáreas.	150-220	Mioceno Medio.
321a	G4	Areniscas y conglomerados	10-20	Mioceno Inferior.
211b	G6	Lutitas y arcillas. Niveles de areniscas y dolomías.	100-200	Buntsandstein Medio-Superior.

### 3.3.4. Grupos litológicos

LOS GRUPOS (A<sub>1</sub>), (A<sub>2</sub>), (T) y (C) han sido descritos en la Zona 1.

GLACIS. GRAVAS Y LIMOS ARENOSOS. (Gl<sub>2</sub>).

**Litología.**— Este grupo litológico es un glacis constituido por gravas y limos algo arenosos, de color gris claro o blanquecino, y dispuestos en forma masiva y caótica. Los cantos son predominantemente calcáreos y subredondeados, con tamaños medios de 2 a 4 cm. La fracción limosa es predominante en la mayor parte de la formación.

**Estructura.**— Esta formación se dispone subhorizontalmente, con estratificación difusa e irregular de los materiales. La potencia máxima varía entre 6 y 8 m (Foto 20).



Foto 20.— Aspecto de los materiales sueltos del grupo  $Gl_2$ .

**Geotecnia.**— Estos glaciares determinan un terreno escasamente permeable, dada la alta proporción de su fracción limosa, y en el que se pueden producir encharcamientos en períodos lluviosos y lugares de escasa pendiente. Debido a la débil coherencia de los materiales, la ripabilidad es alta en toda la formación. No se observan áreas con cementación, si bien no se puede descartar que las haya en niveles cubiertos por los materiales superficiales.

Dada la elevada proporción de finos, la capacidad portante es escasa o media. Los taludes naturales son generalmente bastante tendidos, y los de los desmontes tienen alturas de hasta 3 m y pendientes de  $60^\circ$ , pero son fácilmente degradables por los agentes erosivos.

#### GLACIS. CONGLOMERADOS DE MATRIZ ARENOSA Y CEMENTO CALCAREO, ( $Gl_3$ ).

**Litología.**— Este glácis está constituido por conglomerados de color marrón o pardo, formados por cantos heterométricos, subangulosos y subredondeados de caliza y arenisca, predominantemente. La matriz arenosa está cementada por carbonatos y su composición es similar a la de los cantos; el tamaño máximo de éstos es de unos 30 cm de diámetro y la moda de 5 a 10 cm.

**Estructura.**— Los conglomerados no presentan estratificación, ni tienen estructuras reseñables, salvo las grietas originadas por algún desplome, al fallar la base margosa sobre la que se asientan; en las grietas son posibles pequeños fenómenos de disolución de los carbonatos. La potencia máxima varía entre 3 y 5 m, y el conjunto está dispuesto horizontalmente (Fotos 21 y 22).

**Geotecnia.**— Son materiales escasamente permeables y en los que existe una ligera filtración de agua a través de algunas grietas. En general están recu-



Foto 21.— Conglomerados cementados del grupo G1<sub>3</sub>, cerca de Torreblascopedro.



Foto 22.— Detalle de los conglomerados cementados del grupo G1<sub>3</sub>.

biertos por una capa de materiales sueltos (gravas y arenas) que permite el paso del agua sin dificultad y que evita, a pesar de la horizontalidad de la formación, que haya problemas de drenaje. Su capacidad portante es alta y, debido a la cementación, son materiales no ripables, excepto en la parte superficial alterada. Debido a la escasa potencia de la formación, los taludes naturales y artificiales son bajos, pero tienen fuertes pendientes y su estabilidad sólo se ve afectada por la movilidad de las margas y arcillas del Mioceno, sobre las que se asienta el grupo.

## MARGAS, ARCILLAS MARGOSAS Y ARENISCAS CALCAREAS. (321c).

**Litología.**— Esta formación está constituida por potentes bancos de margas y arcillas margosas o margas arcillosas de colores grises, en los que a intervalos más o menos amplios, se intercalan bancos de areniscas y areniscas calcáreas de color pardo-amarillento. Estas areniscas a veces forman tramos de casi 20 m de potencia y sus bancos, de 0,2 a 1 m de espesor, tienen intercalados débiles estratos margosos. La proporción de cemento calcáreo de las areniscas es variada, estando representados casi todos los términos intermedios entre las calizas y las areniscas.

**Estructura.**— La disposición de los estratos es subhorizontal en términos generales, pero al Oeste de Baeza inician una suave inclinación hacia esa dirección y la base de la formación va perdiendo altitud, para alcanzar casi la cota del río Guadalquivir, cerca de la desembocadura del río Guadalimar. No obstante, hay numerosas fracturas de gravedad que afectan a las capas próximas a las laderas y que son debidas a los procesos de deslizamientos y flujos que, con gran intensidad, afectan a las vertientes de la Loma de Ubeda. Salvo estas fracturas, no hay otras estructuras reseñables. Hay que señalar la inclinación de las capas hacia el Sur desde el centro de la Loma. La potencia máxima de la formación se estima que varía entre 120 y 180 m (Foto 23).



Foto 23.— Bancos de areniscas calcáreas y margas, del grupo 321c.

**Geotecnia.**— Como problemas geotécnicos de esta formación hay que destacar los derivados de la inestabilidad gravitacional que afecta a las laderas. Se trata de fenómenos que en general pueden considerarse vivos o latentes y que, aunque son procesos normalmente lentos, pueden acelerarse en épocas muy húmedas o por la actividad humana; sus efectos a medio o corto plazo suelen ser

catastróficos a nivel constructivo. Existe una clara diferencia de comportamiento de esta formación en razón de su morfología, pues mientras los terrenos llanos o ligeramente alomados de la Plataforma de Ubeda constituyen, en general, un buen asiento de todo tipo de estructuras, en especial si éstas se cimentan sobre los estratos de areniscas calcáreas, las zonas en ladera, por otra parte, constituyen un serio peligro para la estabilidad de las obras, como ya se ha descrito. Las causas que originan esta inestabilidad hay que buscarlas en la existencia de acuíferos colgados, como consecuencia de la estructura estratigráfica del Mioceno, en donde estratos de areniscas con disposición horizontal o subhorizontal se intercalan entre las margas impermeables, favoreciendo la alteración en profundidad de estas últimas.

La permeabilidad del terreno es escasa debido a la presencia importante de las margas; no obstante, en la Plataforma de Ubeda los estratos de arenisca son muy potentes e importantes, y por tanto, se produce en ellos una filtración de agua a través de fisuras o de forma intergranular que va a dar lugar a la formación de esos acuíferos colgados, creadores, a la postre, de toda la problemática de laderas descrita. La formación, en conjunto, puede considerarse ripable, aunque algunos estratos de areniscas muy compactos y potentes no lo sean. La capacidad portante en zonas no afectadas por la inestabilidad natural debe ser estimada de media a alta (esta última especialmente cuando se trata de las capas de arenisca, sustrato sobre el que se han cimentado las ciudades de Ubeda y Baeza). Los taludes naturales son tendidos en las áreas margosas, con pendientes de unos  $10^\circ$ , y llegan a los  $50^\circ$  o más, en los bancos de calcarenitas. En los taludes de los desmontes es frecuente ver pendientes de  $30-35^\circ$  en los tramos margosos; estos materiales se alteran con bastante facilidad, aunque su estabilidad depende más de las condiciones geomorfológicas del lugar, es decir, de los procesos naturales a que esté sometida ese área (Foto 24).



Foto 24.— Talud en el grupo 321c, afectado por un pequeño deslizamiento, en las proximidades de Torreperogil.

MARGAS GRISES Y ARCILLAS MARGOSAS. NIVELES DISPERSOS DE ARENISCAS Y ARENISCAS CALCAREAS. (321b).

**Litología.**— Este grupo está formado predominantemente por margas grises y arcillas margosas algo amarillentas, dispuestas en potentes bancos masivos y homogéneos, y que a veces presentan cierta fisibilidad. En forma dispersa hay algunas intercalaciones de areniscas y areniscas calcáreas, de color gris-amarillento, grano fino a medio, y dureza y coherencia variables. La potencia de los tramos de areniscas en general es inferior a 6 m, mientras que los tramos margosos y arcillosos llegan a tener 30 m o incluso potencias superiores (Foto 25).

**Estructura.**— La disposición tectónica general es predominantemente horizontal, pero los movimientos generalizados de flujo y deslizamiento de las margas y areniscas, en las superficies de ladera, han trastornado casi por completo la primitiva disposición. Los contactos con los grupos subyacentes son raras veces normales, debido por una parte, y de forma bastante generalizada, a la dinámica de inestabilidad de ladera, y por otra, al carácter netamente tectónico del contacto establecido con los materiales mesozoicos, al sur del Tramo (Fotos 26 y 27). La potencia total del grupo puede oscilar entre los 150 y 220 m.

**Geotecnia.**— La abundante proporción arcillosa de la formación hace que ésta sea escasamente permeable y que tenga gran capacidad de retención de agua. Por esta causa, el drenaje superficial suele ser deficiente, salvo cuando la pendiente es fuerte; este caso apenas se da, excepto en los tramos de areniscas, ya que las margas no admiten pendientes fuertes, por su gran inestabilidad gravitacional. Los mayores problemas geotécnicos que puede presentar esta formación son los relacionados con la inestabilidad de laderas; es éste un fenómeno profundo, generalizado y activo, con aspectos negativos muy importantes a nivel



Foto 25.— Laderas del Cerro Mayayo con los grupos miocenos 321c y 321b.



Foto 26.— Aspecto de las margas miocenas del grupo 321b afectadas por fuerte tectonicidad.



Foto 27.— Efecto de arrastres gravitacionales en el grupo 321b.

constructivo, tal como puede observarse en la obra de infraestructura, abandonada y arruinada, de un ferrocarril que discurre sobre estos materiales, en la ladera de la vertiente sur de la Mesa de Ubeda. La baja capacidad portante de estos terrenos, debida a su deformabilidad natural, es asimismo patente en el estado lamentable de todas las carreteras que los cruzan. En conjunto la formación es ripable y sólo hay que exceptuar los escasos bancos de areniscas muy

carbonatadas de cierta potencia. Los taludes naturales son muy tendidos e inestables, siendo frecuentes las inclinaciones de unos  $10^\circ$  en las margas. Los taludes de los desmontes llegan a veces hasta  $25^\circ$  y  $35^\circ$ , pero presentan problemas de inestabilidad bastante extendidos (Fotos 28 y 29).



Foto 28.— Puente destruido por la erosión torrencial y cimentado sobre los materiales del grupo 321b.

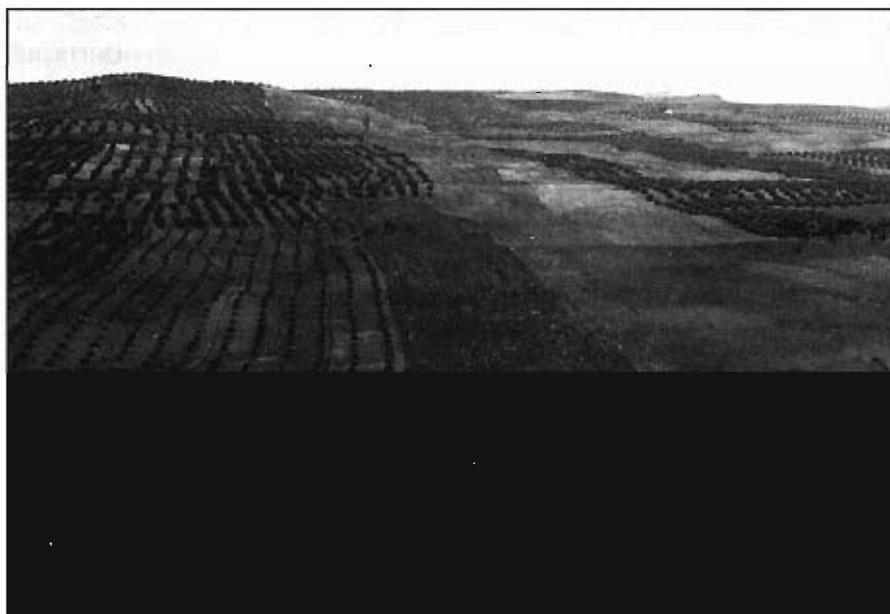


Foto 29.— Deslizamiento generalizado en las laderas de los Altos de Santa Eulalia. Grupo 321b.

LOS GRUPOS (321a) y (211b) han sido descritos en la Zona 1.

### 3.3.5. Grupos geotécnicos

Los materiales y formaciones que aparecen en la Zona 3 se han agrupado en los siguientes grupos geotécnicos.

**G4 - Conglomerados y areniscas cementadas.**— Rocas duras y coherentes, no ripables. La capacidad portante es alta. La filtración del agua es posible por fracturas y diaclasas. Los taludes son estables salvo en áreas en donde la deformación de la base sobre la que se asientan provoca el desplome o deslizamiento de estos materiales. Pertenece a este grupo geotécnico el grupo litológico referenciado con (321a).

**G6 - Materiales arcillosos y lutitas, con intercalaciones dispersas de areniscas y dolomías.**— Son rocas ripables en general, aunque a veces aparezcan algo endurecidas (lutitas). Las capas duras carbonatadas, por su escasa potencia, también son ripables en la mayoría de los casos. La capacidad portante es en general de media a alta. La permeabilidad es baja o escasa. Los problemas de inestabilidad gravitacional son frecuentes, aunque en general no adquieren dimensiones importantes, salvo excepciones. Pertenece a este grupo geotécnico el grupo litológico referenciado con (211b).

**G7A - Materiales margosos y arcillosos predominantes, con intercalaciones detríticas y carbonatadas de importancia desigual.**— Son rocas blandas y ripables, en los tramos margo-arcillosos, y notablemente duras y coherentes, en los tramos carbonatados. La permeabilidad es baja. La capacidad portante es escasa, más bien baja, excepto en los niveles carbonatados. Los problemas actuales de inestabilidad gravitacional afectan a los materiales con especial intensidad, siendo muy abundantes los fenómenos de deslizamiento en profundidad y los de flujos superficiales. Los taludes son poco estables en los tramos blandos, incluso con ángulos muy tendidos. Pertenecen a este grupo geotécnico el grupo litológico (321b) y parte del grupo (321c).

**G7B - Materiales margosos y arcillosos con abundantes intercalaciones de calizas detríticas.**— Ocupan la parte superior de la Loma de Ubeda y tienen disposición subhorizontal. La capacidad portante es media o alta en las áreas de plataforma, donde hay areniscas calcáreas, y baja en el resto. Son rocas blandas y ripables, en los tramos margo-arcillosos, y notablemente duras, en los tramos carbonatados. La permeabilidad en general es escasa. Debido a una morfología suave, los problemas de inestabilidad gravitacional son escasos. Los taludes naturales son bastante tendidos, aunque admiten taludes más fuertes cuando las intercalaciones duras son abundantes. Pertenece a este grupo geotécnico parte del grupo litológico (321c).

**G9 - Materiales predominantemente detríticos, generalmente poco potentes, y de edad cuaternaria.**— Son rocas blandas y ripables en general, salvo los niveles de glaciares y terrazas cementados. No hay problemas de inestabilidad gravitacional

reseñables, aunque los agentes erosivos actúan muy eficazmente sobre estos materiales, particularmente en sus taludes que, aunque son bastante estables y permiten paredes e inclinaciones casi subverticales, también se degradan con rapidez. Pertenecen a este grupo geotécnico los grupos litológicos referenciados con (A<sub>1</sub>), (A<sub>2</sub>), (T), (C), (Gl<sub>2</sub>) y (Gl<sub>3</sub>).

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

Los problemas geotécnicos de esta Zona son casi exclusivamente los que afectan a los materiales del Mioceno, puesto que son éstos los que la ocupan en casi toda su extensión. En las áreas más deprimidas junto al cauce del río Guadalupe aparece una estrecha franja de materiales del Buntsandstein; en ellos no se observan fenómenos de inestabilidad gravitacional destacables, pero debido a su fácil degradación y a su elevado contenido en arcillas siempre conllevan un riesgo potencial en lo que respecta a su equilibrio.

La formación basal miocena de areniscas calcáreas y conglomerados merece escasa consideración debido a su reducida extensión; por la cementación de sus materiales, no tiene problemas de inestabilidad gravitacional, salvo los derivados del fallo de las bases en las que se sustenta; su fuerte cementación y escasa estructuración (diaclasas y fracturas) la hacen no ripable. Las formaciones media y superior del Mioceno, potentes y predominantemente margo-arcillosas, ocupan una gran extensión; la media presenta una importante problemática de inestabilidad gravitacional con deslizamientos, desplomes y flujos de arcillas, en tal grado extendidos que hay escasas partes de ella que se vean libres de estos fenómenos; la superior presenta la misma problemática en las superficies de ladera, pero constituye un terreno estable por su morfología de las superficies suavemente alomadas o llanas de la Plataforma de Ubeda. Los fenómenos de inestabilidad gravitacional están afectando a todas las obras lineales y puntuales que se asientan a media ladera en los terrenos miocenos. Es muy frecuente ver casas de campo y puentes dañados de forma irreparable, a veces literalmente partidos por su mitad. Los materiales miocenos tienen, en su mayor parte, escasa capacidad portante; hay que exceptuar a este respecto los conglomerados de la base y las capas de arenisca calcárea intercaladas, particularmente en sus niveles superiores.

En las terrazas y materiales detríticos del Cuaternario, la proporción de finos no suele ser muy abundante. Aparte de la variabilidad de capacidad portante que presentan, estimada en torno a valores medios, y de la posibilidad de que ocurran asentamientos diferenciales, habrán de tenerse especialmente en cuenta los bordes de terraza, en donde la deformabilidad de un sustrato margoso puede dar origen a un desplome o a un deslizamiento.

### 3.4. ZONA 4

#### 3.4.1. Geomorfología

La Zona 4 ocupa las partes más deprimidas y las laterales del curso del río Guadalquivir en todo su trayecto por el Tramo estudiado. Su forma es alargada y está orientada casi de Este a Oeste (Fig. 13). El responsable de la morfología actual ha sido predominantemente el río; éste, a lo largo del tiempo, ha excavado en los materiales que, desde el Keuper al Cretácico, presentan muestras de haber soportado fuertes empujes tectónicos.

El relieve desciende de forma bastante suave y regular en los materiales terciarios; las suaves pendientes tan sólo presentan algunos pequeños escalones más pronunciados allí donde aparecen capas de arenisca calcárea. En el Cretácico y en el Keuper, cerca del cauce del río, el relieve es más variado porque en ambas formaciones hay capas duras, lo bastante potentes como para dar lugar a cerros que, si bien no suelen tener desniveles muy fuertes, pueden presentar pendientes bastante grandes. A veces sorprende la aparición de alguna cantera en lo alto de un cerro con materiales del Keuper, pero cuando se ve que se explotan en ellas los yesos masivos de esta formación o las calizas y dolomías jurásicas, se explica de forma lógica que, por su mayor resistencia a la erosión, estén ocupando las cimas de dichos cerros. En otros lugares son las calizas arenosas del Cretácico las que forman las elevaciones más prominentes. En los extremos occidental y oriental de esta Zona 4 aparece, coronando los relieves más destacados, otra formación carbonatada, las dolomías y calizas del Lías, que al Este y Sur del Tramo dan lugar a grandes relieves (Sierra de Cazorla y Sierra Mágina, entre otros).

El fondo del valle por donde discurre el río Guadalquivir tiene a ambos lados varios niveles de terrazas, con anchuras variables que alcanzan a veces hasta 2 km. Las terrazas generalmente tienen una suave pendiente hacia el río; la superior, situada a veces a 50 m por encima del cauce, es muy potente y presenta cementación carbonatada.

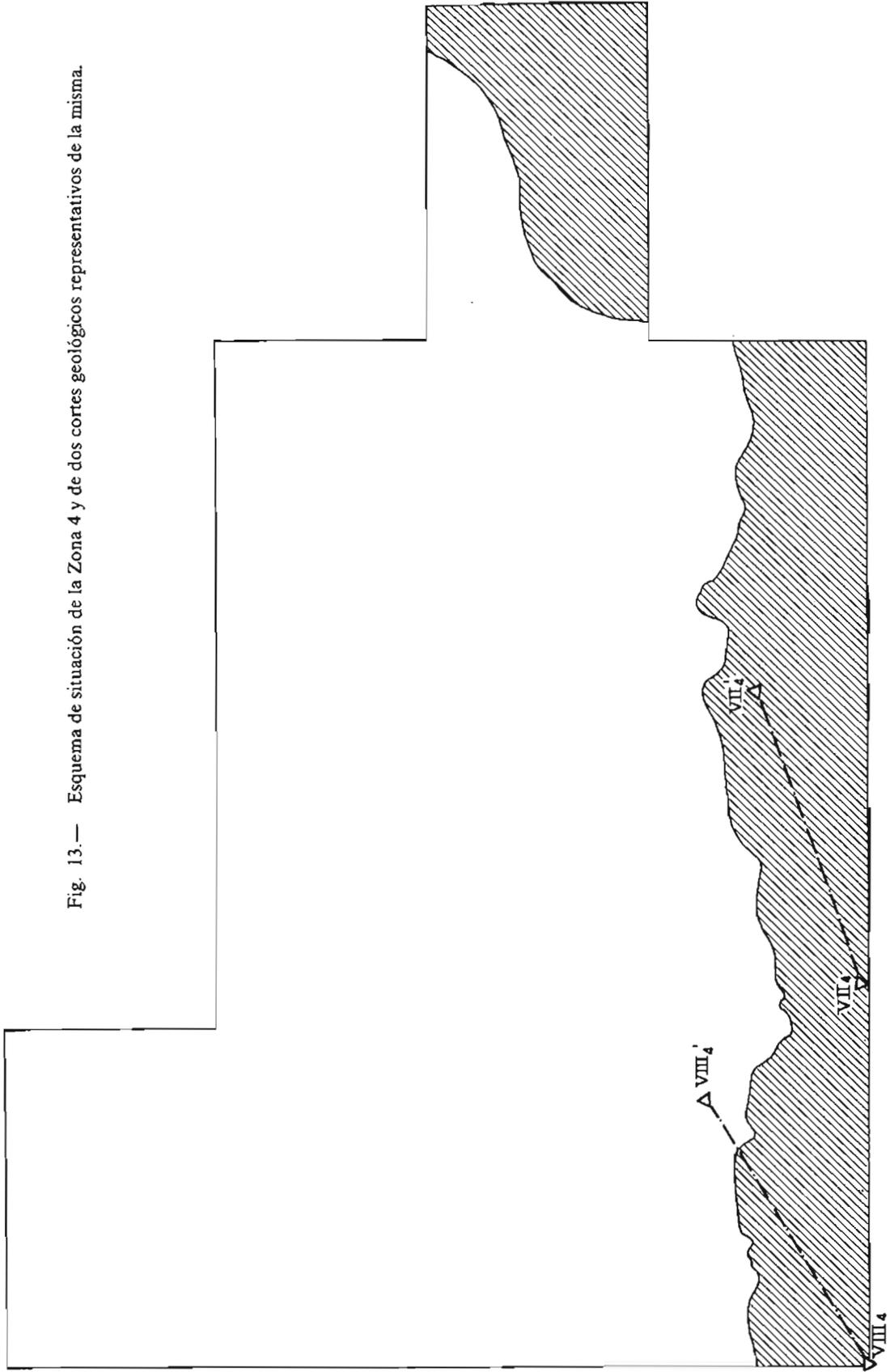
Los procesos inestables en las laderas de los terrenos ocupados por las margas del Keuper, Cretácico o Mioceno, son muy abundantes e importantes. La existencia de niveles freáticos colgados sobre estos materiales, creados por las formaciones calcáreas y detríticas del Mesozoico, Terciario o Cuaternario, es el origen de esta importante problemática.

#### 3.4.2. Tectónica

En esta Zona hay una clara diferencia entre la disposición subhorizontal de los materiales miocenos y cuaternarios con la de los materiales inferiores del Mesozoico que sufrieron fuertes empujes alpinos. El contacto entre ambas series de materiales es discordante erosivo, pudiendo descansar los primeros sobre cualesquiera de los mesozoicos basales. El tipo de distorsión tectónica que afecta a los materiales mesozoicos es de una gran complejidad, con unidades rotas (separadas de sus raíces estratigráficas) y arrastradas por fuertes empujes a distancias considerables, aunque difíciles o imposibles de precisar; son, pues, frecuentes los fenómenos de cabalgamiento, de arrastre y de pinzadura; pocas veces

aparecen pliegues completos y, cuando éstos se ven, son de corto radio, asimétricos y distorsionados. Las fracturas y zonas brechificadas son abundantes y están a veces rellenas de materiales caolinizados. A pesar de la notable distorsión tectónica, cuando aparecen grandes masas de roca, éstas suelen tener buzamientos suaves, pocas veces superiores a 15°; los buzamientos fuertes se suelen limitar a capas o estratos de cortas dimensiones (Fig. 14).

Fig. 13.— Esquema de situación de la Zona 4 y de dos cortes geológicos representativos de la misma.



**CORTE VII<sub>4</sub>-VII<sub>4</sub>**



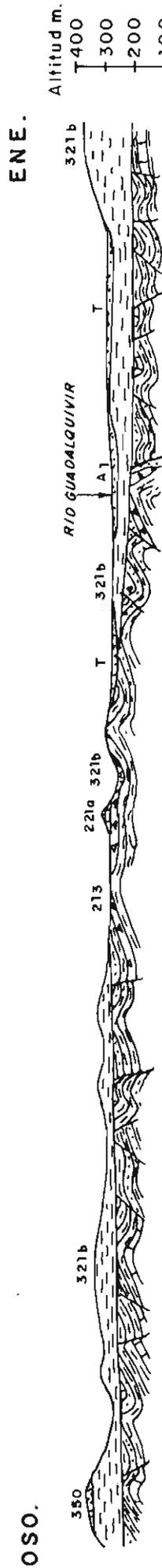
ESCALA HORIZONTAL 1:50.000



**LEYENDA**

- A<sub>1</sub> .- Arenas, gravas y limos. Aluvial. Cuaternario.
- T .- Gravas, arenas y limos. Terrazas. Cuaternario.
- GL<sub>1</sub> .- Limos y arenas con cantos dispersos. Glacis Cuaternario.
- 321 b.- Margas grises y arcillas margosas. Niveles dispersos de areniscas y areniscas calcáreas. Mioceno Media.
- 230 .- Arenas, arcillitas, calizas, calizas arcillosas y calizas arenosas. Cretácico indiferenciado.
- 221a .- Calizas, calizas dolomíticas y dolomías. Jurásico Lías.
- 213 .- Margas con sales y yesos, areniscas, arenas arcillosas y bancos de yesos. Triásico Keuper.

**CORTE VIII<sub>4</sub>-VIII<sub>4</sub>**



ESCALA HORIZONTAL 1:50.000



**LEYENDA**

- A<sub>1</sub> .- Arenas, gravas y limos. Aluvial. Cuaternario.
- T .- Gravas, arenas y limos. Terrazas. Cuaternario.
- 350 .- Conglomerados, limos y margas arenosas. Plio-cuaternario
- 321 b.- Margas grises y arcillas margosas. Niveles dispersos de areniscas y areniscas calcáreas. Mioceno Media.
- 221 a.- Calizas, calizas dolomíticas y dolomías. Jurásico. Lías
- 213 .- Margas con sales y yesos, areniscas, arenas arcillosas y bancos de yesos. Triásico. Keuper.

Fig. 14.— Cortes geológicos representativos de la Zona 4.

### 3.4.3. Columna estratigráfica

Grupo Litológico	Grupo Geotécnico	Litología	Potencia en m.	Edad
A <sub>1</sub>	G9	Aluvial. Arenas, gravas y limos.	0-4	Cuaternario.
A <sub>2</sub>	G9	Aluvial. Limos y arenas.	0-3	Cuaternario.
T.	G9	Terraza. Gravas, arenas y limos.	3-10	Cuaternario.
D <sub>2</sub>	G9	Cono de deyección. Limos con cantos dispersos.	7	Cuaternario.
C	G9	Coluvial. Limos, limos arenosos, y arenas con cantos dispersos.	0-5	Cuaternario.
Gl <sub>2</sub>	G9	Glacis. Gravas y limos arenosos.	6-8	Cuaternario.
350	G4	Conglomerados, limos y margas arenosas.	15	Plio-cuaternario.
321b	G7A	Margas grises y arcillas margosas. Niveles dispersos de areniscas y areniscas calcáreas.	150-220	Mioceno Medio.
232	G2	Calizas, calizas detríticas y calizas arcillosas.	100	Cretácico. Cenomanense.
230	G7A	Arenas, argilitas, areniscas, calizas arenosas, margas y margo-calizas.	300	Cretácico indiferenciado.
221a	G2	Calizas, calizas dolomíticas y dolomías.	20-30	Jurásico. Lías.
221	G5	Calizas, calizas dolomíticas y dolomías. Niveles de margas dolomíticas y arcillas.	50	Jurásico. Lías.
213	G8	Margas con yesos, areniscas, arenas arcillosas, argilitas, bancos de yesos y, localmente, calizas oquerosas.	150-200	Keuper.
200	G8	Margas, margo-calizas, arcillas yesíferas (predominantes) y yesos.	500	Keuper-Cretácico.

#### 3.4.4. Grupos litológicos

LOS GRUPOS (A<sub>1</sub>) y (A<sub>2</sub>) han sido descritos en la Zona 1.

TERRAZAS, GRAVAS, ARENAS Y LIMOS. (T).

**Litología.**— Casi todas las terrazas de esta Zona 4 tienen una capa superficial de limos cuyo espesor varía entre 1 y 2 m, de color gris oscuro y con algunos cantos, sueltos y dispersos, de caliza. Debajo de esta capa superficial hay gravas de matriz arenosa y arenas; en ambos casos la fracción de limos no alcanza el 9 % en volumen. Las gravas tienen cantos predominantemente de caliza y, en menor proporción, de ofitas y calizas arenosas; son subredondeados, heterométricos y con tamaño máximo de unos 30 cm, y una moda de unos 4 cm. Las gravas y arenas están dispuestas en capas irregulares, frecuentemente cementadas en las terrazas altas. La potencia total es variable, con un máximo de unos 10 m (Foto 30).

**Estructura.**— La disposición de los materiales es predominantemente horizontal y discordante sobre los materiales inferiores, aunque a veces tienen una ligera pendiente hacia el río que puede llegar al 5 %. No están afectados por fenómenos tectónicos (Foto 31).

**Geotecnia.**— La permeabilidad es media a baja, en los limos superficiales, y alta, en el resto de la formación. La suave pendiente evita la acumulación de agua, que es posible en zonas de limos arcillosos. Toda la formación es fácilmente



Foto 30.— Terraza del Guadalquivir y lomas del Mioceno, al Oeste de Santo Tomé.



Foto 31.— Conglomerados de una terraza alta, dispuestos sobre materiales cretácicos del grupo 230, cerca de la localidad de Mogón.

ripable, ya que no hay áreas cementadas. Los taludes naturales y artificiales son generalmente estables con pendientes fuertes, incluso subverticales, salvo en el caso de que bajo los materiales detríticos afloren los margosos del Mesozoico o Terciario y pueda formarse entre ambos un acuífero que provoque deslizamientos locales de estas márgenes, o bien en el caso de que la erosión y zapa fluviales ocasionen el desplome o deslizamiento de las mismas, o ambas circunstancias conjuntamente. La capacidad de carga de esta formación cuaternaria debe estimarse como de valor medio, aunque siempre habrá que prever problemas de asientos diferenciales por las bruscas variaciones litológicas de los depósitos detríticos tanto horizontal como verticalmente, así como por sus variaciones de potencia. En situaciones de cargas que puedan repercutir en el sustrato, habrá que estudiar las condiciones litológicas y estructurales del mismo, dada la existencia casi constante de materiales altamente deformables, como los de las formaciones margosas del Mioceno, Cretácico y Triásico, o los solubles y agresivos de naturaleza yesífera de este último.

EL GRUPO (D<sub>2</sub>) ha sido descrito en la Zona 2.

EL GRUPO (C) ha sido descrito en la Zona 1.

EL GRUPO (GI<sub>2</sub>) ha sido descrito en la Zona 3.

#### CONGLOMERADOS, LIMOS Y MARGAS ARENOSAS, (350).

**Litología.**— Este grupo lo forman conglomerados de color gris oscuro y cemento calcáreo, duros y consistentes, con clastos y bloques predominantemente calizos, subredondeados, heterométricos y que pueden llegar a tener hasta 50 cm de diámetro. A veces estos conglomerados tienen encima niveles de limos y margas arenosas, de 1 a 5 m de espesor. La potencia máxima de la formación se sitúa cerca de los 15 m.

**Estructura.**— La serie se presenta subhorizontal, en discordancia erosiva sobre los niveles inferiores y, a menudo, está fragmentada en grandes bloques que son arrastrados ladera abajo por los deslizamientos que afectan a las bases arcillosas o margosas en que se apoya (Fotos 32 y 33).

**Geotecnia.**— La formación es permeable a través de fisuras, áreas de disolución carbonática e irregularidades estratigráficas. No hay generalmente problemas de drenaje, excepto en algunas áreas muy llanas. Los conglomerados no son ripables y, en cambio, los limos y margas sí lo son. La capacidad portante de esta formación es alta, salvo en las zonas de borde en donde puede presentar problemas de asientos bruscos al estar afectada por procesos de deslizamiento gravitacional cuyas causas hay que buscarlas en la alteración, deformación y deslizamiento del sustrato margoso en que se apoya; aquellos procesos están favorecidos por el acuífero creado en el contacto de ambos grupos.

EL GRUPO (321b) ha sido descrito en la Zona 3.

#### CALIZAS, CALIZAS DETRÍTICAS Y CALIZAS ARCILLOSAS, (232).

**Litología.**— En algunos puntos en que afloran con la suficiente extensión, se han diferenciado entre los materiales del Cretácico (230), aquellos que destacan del resto por su mayor dureza y cohesión relativas y dan lugar generalmente a resaltes en el relieve. Son calizas, calizas detríticas, calizas arcillosas e incluso, en algunos lugares, recifales, de colores pardos o blanquecinos, bien estratificadas en bancos de potencia variable, bastante homogéneos en general y que pueden tener hasta 3 m de espesor. Su grado de coherencia y dureza no es suficiente para que puedan ser utilizados como áridos (Foto 34).

**Estructura.**— Estas calizas localmente pueden presentar fuertes buzamientos, pero en general cuando afloran masas potentes, éstos son inferiores a 20° y la dirección de los estratos es variable, aunque predominen en el extremo oriental las orientadas de NO a SE. No se observan pliegues completos, sino que forman



Foto 32.— Bloques de conglomerados del grupo 350 desprendidos sobre materiales del Keuper, al Oeste de Puente del Obispo.



Foto 33.— Conglomerados del grupo 350, al Sur del Embalse de Doña Aldonza.



Foto 34.— Calizas del grupo 232 en la ladera de la Loma del Gato, cerca del río Guadalquivir.

más bien capas monoclinales limitadas por fracturas o cabalgamientos. El tipo de tectónica que afecta a estos materiales parece ser el típico en que se producen arrastres, cabalgamientos, fracturas con desplazamiento y removilización de grandes masas de roca. A estos fenómenos tectónicos se añaden a menudo otros de inestabilidad gravitacional de ladera que tienen su origen en la alteración y deformación de las bases arcillosas sobre las que se apoyan las calizas. La potencia máxima de esta formación puede ser superior a 100 m.

**Geotecnia.**— Debido a las frecuentes zonas brechificadas y falladas, estos materiales oponen escasa oposición a la filtración de agua, por lo que no presentan en general problemas de escorrentía. En condiciones especiales en que estén limitados por margas o arcillas, pueden formar acuíferos. Estas calizas no son ripables, ya que la cementación carbonatada les da suficiente consistencia. Por esta misma razón, su capacidad portante es alta.

Los taludes naturales y los de los desmontes (algunos con alturas próximas a 60 m) pueden llegar a ser subverticales con notable grado de estabilidad. Dada la fuerte tectónica, habrá que considerar siempre cada caso particular de taludes, porque las numerosas fracturas pueden complicar su estabilidad. También habrá que estudiar con cuidado las áreas de borde de la formación, en zonas de ladera, donde estos materiales están afectados por fenómenos de inestabilidad debidos a la influencia de los materiales margosos subyacentes y a la del acuífero creado por las calizas detríticas.

ARENAS, ARGILITAS, ARENISCAS, CALIZAS ARENOSAS, MARGAS Y MARGO-CALIZAS. (230).

**Litología.**— Este grupo litológico está constituido por una serie de materiales atribuidos al Cretácico Inferior y al Cenomanense, aunque en algún caso pudieran existir isleos de materiales del Keuper ocultos bajo el recubrimiento aluvio-coluvial, dada la gran complejidad tectónica que identifica a este área. Bajo todos los materiales que constituyen este grupo parece existir un substrato de margas y yesos del Keuper, deducible por los constantes isleos en donde este último aflora con aspecto diapírico.

El Cretácico Inferior de facies Wealdense que constituye los tramos basales de la serie, aflora muy claramente en los límites orientales del Tramo y está constituido por arenas de grano fino o medio, de colores abigarrados, caolínicas o micáceas, argilitas y areniscas. Los materiales que se atribuyen al Cenomanense están representados por una serie alternante de margas, margo-calizas y calizas arenosas de tonos claros, ocreos o salmón. El predominio litológico corresponde a las margas, que pueden ser de tonos grises verdosos o muy claras, casi blancas, pasando en este caso a una facies más margo-caliza. Los niveles de margo-calizas compactas o calizas arenosas pueden aparecer formando una alternancia irregular de estratos de algunos decímetros de espesor, superando difícilmente el metro, o bien como finas o esporádicas intercalaciones entre las grandes masas de margas. Las áreas ocupadas por estratos potentes de calizas arenosas, e incluso calizas arrecifales, son reducidas en comparación con las del resto de los materiales (Fotos 35 y 36).

**Estructura.**— Es un grupo muy tectonizado a pequeña y gran escala en la zona del río Guadalquivir, con escamas que se imbrican en otros grupos o dando lugar a discontinuidades dentro del mismo. La continuidad lateral y vertical de las series es difícil de seguir debido a esta compleja tectónica. Los tramos duros se presentan generalmente notablemente diaclasados y brechificados, con buzamientos muy variados de sus estratos, aunque cuando aparecen en extensas masas suelen tener inclinaciones medias o ligeras, sin llegar a formar generalmente verdaderos pliegues. La potencia total de la formación no es posible determinarla, pero puede superar los 300 m en algunos lugares.

**Geotecnia.**— La permeabilidad de esta formación, en su conjunto, es muy pequeña dado que los materiales que son permeables por fisuración o porosidad constituyen una fracción minoritaria dentro de la misma. El dominio corresponde a las margas impermeables, cuya capacidad de retención de agua es grande debido a la existencia de una topografía de lomas con pendientes generalmente no muy fuertes y, muy especialmente, al fuerte agrietamiento de las superficies de los suelos; en consecuencia, con esta circunstancia, se produce un fenómeno de solifluxión de los suelos margosos, que puede considerarse que es un proceso generalizado en todo el Tramo de Estudio. Los taludes naturales se ven afectados con cierta normalidad por deslizamientos fósiles en profundidad, además de por flujos superficiales; la permeabilidad de los paquetes de calizas arenosas y areniscas o arenas, favorece la formación de acuíferos colgados, que originan una alteración muy rápida de las margas de tonos grises-verdosos, dando lugar, con mucha facilidad, a flujos en manto. Los desmontes realizados en los materia-

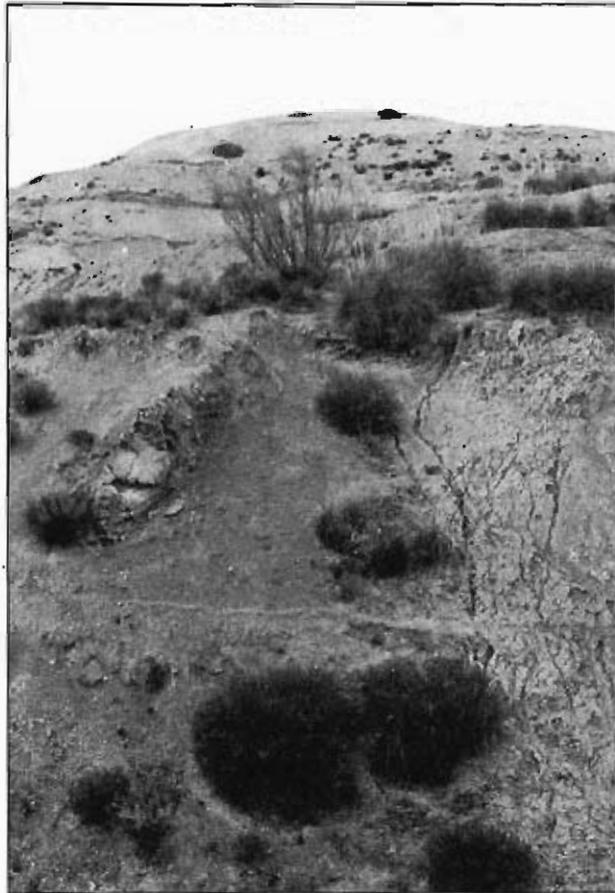


Foto 35.— Margas con areniscas calcáreas intercaladas.  
Grupo 230. Proximidades del Embalse de Doña Aldonza.



Foto 36.— Alternancia de margas, calizas y margo-calizas, en el grupo 230, cerca del  
Embalse de Pedro María.

les margosos y arenosos sufren, por tanto, una degradación rápida, especialmente si se trata de las mencionadas margas grises-verdosas. Los excavados en niveles alternantes de margas, margo-calizas y calizas arenosas, serán más o menos estables en razón de la disposición estructural de los estratos respecto al plano del talud. Sobre paquetes potentes de calizas arenosas, los taludes no deben presentar muchos problemas. En cualquier caso deberían estudiarse detenidamente los aspectos geomorfológicos de la formación (dada la importancia que tienen los procesos gravitacionales fósiles y activos en la introducción de factores muy negativos en el proceso constructivo) tanto en lo que se refiere a estabilidad de taludes como a la capacidad de carga del terreno que, con la excepción de reducidas áreas de dominio de materiales duros, habrá que considerar con valores de moderados a bajos (Fotos 37 y 38).

EL GRUPO (221a) ha sido descrito en la Zona 2 (Foto 39).

CALIZAS, CALIZAS DOLOMITICAS, DOLOMIAS, MARGAS DOLOMITICAS Y ARCILLAS, (221).

**Litología.**— En el extremo oriental de la Zona 4 y en el ámbito geográfico de la Sierra de Cazorla, el Lías presenta ciertas características que lo distinguen del situado más al Oeste. Destaca en dicha parte oriental la mayor presencia de potentes niveles de margas dolomíticas o dolomías margosas y arcillas de colores abigarrados con algunas similitudes a las de la base del Cretácico. Los tramos duros los constituyen las típicas calizas o dolomías grises, litográficas, duras y coherentes, tableadas o constituyendo gruesos bancos. Estos tramos duros suelen tener espesores de 10 a 30 metros, mientras que los blandos (margas y arcillas) llegan hasta 40 m de espesor máximo. La intensa y complicada tectónica hace muy difícil establecer la sucesión completa de la formación y, debido a las numerosas escamas, pueden repetirse niveles iguales a distintas alturas topográficas.

**Estructura.**— El grupo (221), perteneciente al Jurásico, aparece intensamente tectonizado a pequeña y gran escala en esta Zona, situada en parte dentro del ámbito tectónico del Prebético Externo y que supone un límite hasta donde llegaron los fuertes empujes alpinos. A gran escala, son frecuentes las escamas tectónicas, y, en pequeña escala, la fuerte brechificación y el diaclasado también afectan con particular intensidad los niveles más duros.

La potencia total de la formación en el ámbito de la Sierra de Cazorla la han establecido diversos autores en 130 a 200 metros.

**Geotecnia.**— Generalmente no hay problemas de drenaje, debido a las fuertes pendientes de las áreas en que aparece representada esta serie. La permeabilidad es alta por fisuración, diaclasado y karstificación, en el caso de los niveles carbonatados, y escasa o nula, en el de los arcillo-margosos. Sólo son ripables los tramos margosos. La capacidad de carga de la formación debe estimarse de moderada a alta; en aquellas áreas afectadas por procesos inestables de ladera, fósiles o vivos, debe considerarse baja.



Foto 37.— Efectos catastróficos en edificios causados por un deslizamiento ocurrido en las margas del grupo 230.



Foto 38.— Flujos superficiales de las margas del grupo 230, en las proximidades del Embalse de Doña Aldonza.

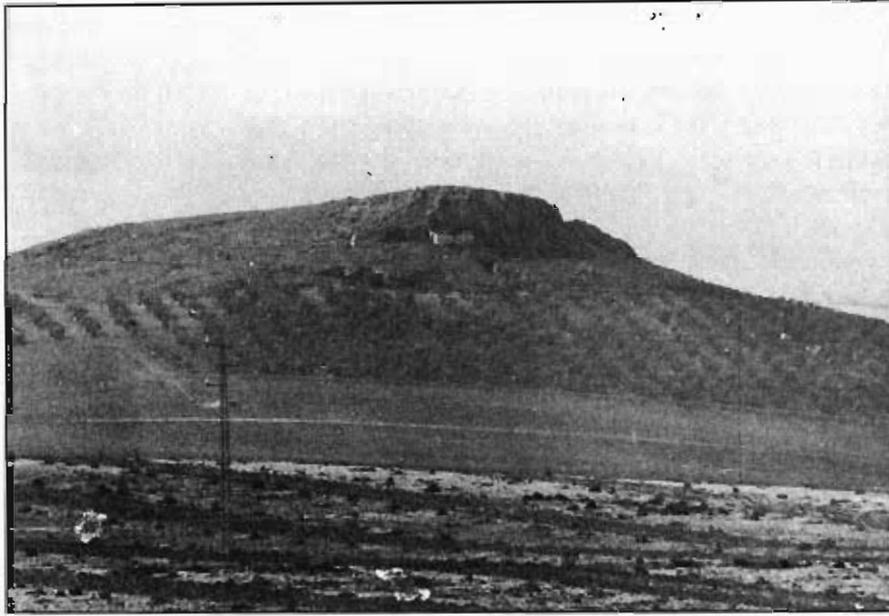


Foto 39.— Grupo 221a en la Zona 4. Calizas sobre el Keuper en el cerro Piedra de Gil.

Los taludes de los desmontes oscilan de medios a muy fuertes, estos últimos en los niveles duros carbonatados. Generalmente son estables en pequeñas o medias alturas, y serán inestables para dichas alturas cuando los desmontes se realicen en áreas afectadas por deslizamientos fósiles; es el caso de las zonas de contacto calizas-margas dentro del Jurásico o, más frecuentemente, en el Jurásico-Keuper o Jurásico-Cretácico Inferior. En taludes de cierta consideración habrá que tener muy en cuenta la fuerte tectonicidad de estos materiales, a fin de prever los problemas de desprendimientos y corrimientos de cuñas que se pueden producir en los estratos calizos.

MARGAS CON YESOS, ARENISCAS, ARENAS ARCILLOSAS, ARGILITAS, BANCOS DE YESOS Y, LOCALMENTE, CALIZAS OQUEROSAS, (213).

**Litología.**— En la Zona 4 no es posible una visión completa de esta serie por dos razones: primero, porque el fuerte diastrofismo no ha mantenido la serie en su disposición original en ningún punto y, en segundo lugar, porque en ningún corte hay suficiente continuidad para establecer la primitiva sucesión estratigráfica. Sin embargo, casi todos los materiales de esta serie que afloran aquí, lo hacen también en la parte norte del Tramo, donde están dispuestos subhorizontalmente. Por tanto, puede deducirse que los paquetes de arenisca roja, cementada y con mineralizaciones de hierro, pertenecen a los niveles basales; las areniscas son duras, compactas, de grano fino, tableadas en capas delgadas y su potencia es de unos 5 metros. También aparecen argilitas del mismo color vinoso, ricas en caolinita, situadas bajo las areniscas anteriores y cuya potencia no se puede precisar. Encima de estas series basales hay otras, más potentes, formadas por arcillas arenosas de grano fino y margas con yeso o evaporitas, de colores abigarrados o grises. Los yesos están dispuestos generalmente en capas finas,

pero hacia el techo de la formación hay bancos de yesos masivos de hasta 10 m de potencia; estos yesos son cristalinos y su aspecto es a veces sacaroideo y alabeado. En algunos lugares, en el techo de la formación, hay calizas oquerosas masivas que pueden atribuirse a la misma (Fotos 40 y 41).

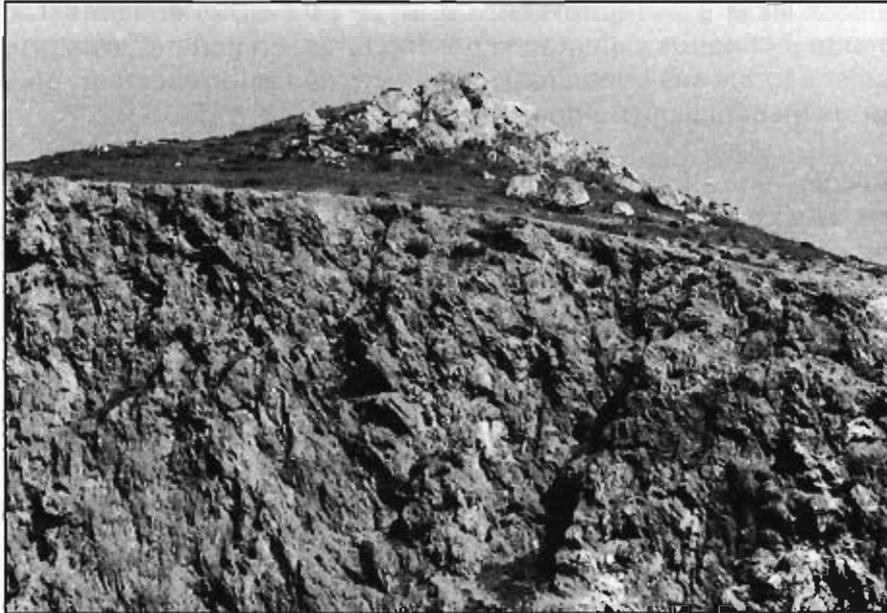


Foto 40.— Yesos del Keuper en la cantera de la Loma Blanca.



Foto 41.— Afloramiento del Keuper cerca del Cortijo de Maranchón. Pequeña explotación de los yesos que, junto a margas y masas de calizas oquerosas, se presentan mezclados como consecuencia de una fuerte tectónica. Al fondo se ve la ciudad de Ubeda.

**Estructura.**— La serie aparece fuertemente distorsionada en gran parte de esta Zona, y es posible que la causa de esta distorsión no sea siempre tectónica, sino que también la plasticidad de los materiales y su naturaleza salina puede haber dado lugar a fenómenos de diastrofismo originados por movimientos de inestabilidad gravitacional o diapirismo. En el extremo occidental es donde está dispuesta más horizontalmente, con las calizas y dolomías jurásicas concordantes con ella en la cima de algunos cerros. En el resto de la Zona los estratos están generalmente inclinados y afectados por fracturas. En general, este grupo litológico establece todos sus contactos con el resto de las formaciones, en este área, de una forma mecánica, incluido el Mioceno.

**Geotecnia.**— La permeabilidad es baja y la escorrentía superficial presenta problemas salvo en las áreas de fuertes pendientes. La capacidad portante varía mucho de unos puntos a otros, según el contenido en agua, arcilla y sulfatos. Salvo los yesos masivos y las areniscas cementadas de la base, el resto de los materiales de la formación es ripable. Los taludes naturales son generalmente inestables, sobre todo en áreas donde estos materiales establecen contacto con formaciones que pueden constituir acuíferos colgados. Los yesos masivos suelen dar consistencia a la formación siempre que el agua esté ausente del terreno. En los taludes de los desmontes habrá que considerar en cada caso el contenido de agua y sulfatos, y el carácter más o menos arcilloso de la formación.

MARGAS, MARGO-CALIZAS, ARCILLAS YESIFERAS (PREDOMINANTES), Y YESOS. (200).

**Litología.**— Debido a los complejos fenómenos tectónicos del área que ocupa este grupo y al recubrimiento coluvial, que sólo permite puntuales observaciones sobre la naturaleza del substrato, se estima como hipótesis más razonable la que lo considera formado por materiales margosos y margo-yesíferos correspondientes al Cretácico y al Keuper. En los afloramientos que pueden verse en las laderas, son las margas y yesos del Keuper los materiales que pueden observarse y los que, sin duda, constituyen la mayor parte del substrato, aunque, por extrapolación a otras áreas del Estudio, no se descarta la existencia de materiales margosos del Cretácico. En realidad, los materiales en superficie que ocupan el área que define este grupo, son depósitos de ladera de naturaleza arcillosa con gran contenido de fragmentos y bloques de calizas areniscosas cretácicas, originados en procesos de deslizamientos y desplomes que afectan al substrato margoso y a las calizas que se le superponen.

**Estructura.**— La disposición estructural de los materiales de esta formación es difícil de ver debido a los recubrimientos y deslizamientos que la afectan, pero, como en otros lugares próximos en que aflora el Keuper, lo más razonable es suponer que la tectonización de los materiales es bastante fuerte.

La potencia máxima puede llegar a 500 m.

**Geotecnia.**— Los materiales del substrato y los del recubrimiento deslizante deben considerarse de naturaleza impermeable, especialmente los primeros. El recubrimiento, debido a la existencia de planos de rotura que acompañan a los

deslizamientos y a cierta irregularidad superficial, permite la percolación a niveles más profundos del agua meteórica, dotando a la formación de una gran cantidad de agua retenida; este agua, junto a la que pueden proporcionar las surgencias en el contacto, ladera arriba, con las calizas del Cretácico, crea las condiciones óptimas de inestabilidad natural de la ladera, cuya pendiente es alta. En general no deben existir problemas al realizar la excavación de estos materiales con medios mecánicos normales. La capacidad portante del terreno debe estimarse baja o muy baja.

#### 3.4.5. Grupos geotécnicos

Los materiales y formaciones que aparecen en esta Zona 4 se han agrupado en los siguientes grupos geotécnicos:

**G2 - Materiales rocosos carbonatados.**— Rocas duras, coherentes y no ripables. La capacidad portante es alta o muy alta. La filtración del agua es posible a través de fisuras y diaclasas. Los taludes son estables, sin problemas de deslizamientos, salvo en caso de ser arrastrados a causa de la deformación de sus bases arcillosas. Pertenecen a este grupo geotécnico los grupos litológicos referenciados con (221a) y (232).

**G4 - Conglomerados cementados.**— Rocas duras y coherentes, no ripables. La capacidad portante es alta. La filtración del agua es posible a través de fracturas y diaclasas. Los taludes naturales están afectados por problemas de inestabilidad gravitacional de sus bases de apoyo. Pertenecen a este grupo geotécnico el grupo litológico (350).

**G5 - Calizas y dolomías, predominantes, y materiales arcillosos, menos frecuentes en general.**— La capacidad portante es alta en los tramos duros y baja o media en los arcillosos. La filtración del agua se realiza a través de fisuras y diaclasas en las calizas y es casi nula en las arcillas. Las rocas calcáreas son duras y coherentes. Los tramos carbonatados no son ripables y los tramos blandos sí lo son. Los taludes naturales están afectados frecuentemente por una inestabilidad acusada de los materiales subyacentes, Keuper generalmente. De no existir este problema potencial, los taludes en los tramos carbonatados pueden ser bastante estables, aunque siempre podrán darse fenómenos de desprendimientos. Pertenecen a este grupo geotécnico el grupo referenciado con (221).

**G7A - Materiales margosos y arcillosos con intercalaciones detríticas y carbonatadas de importancia desigual.**— Son rocas predominantemente blandas y ripables, aunque bastante duras y coherentes en los tramos carbonatados. La capacidad portante es escasa, salvo en los niveles carbonatados. La permeabilidad es débil o escasa. Los fenómenos de inestabilidad gravitacional (deslizamientos y flujos) son muy frecuentes. Los taludes naturales y artificiales son muy poco estables. Pertenecen a este grupo geotécnico los grupos litológicos referenciados con (230) y (321b).

**G8 - Materiales predominantemente arcillosos y margosos, con yesos y sales; los niveles duros carbonatados o de areniscas son menos frecuentes.**— Son rocas predominantemente blandas y ripables, con problemas de inestabilidad gravitacional frecuentes y, a veces, notables. La capacidad portante debe considerarse normalmente entre moderada y baja. La permeabilidad es, en general, baja. La disolución de sus yesos y sales puede dar lugar a hundimientos por fenómenos de karstificación. Los taludes naturales y artificiales son poco estables, excepto cuando dominan las capas duras y no existe agua en el terreno. Pertenecen a este grupo geotécnico los grupos litológicos referenciados con (213) y (200).

**G9 - Materiales detríticos de edad cuaternaria, con alto contenido en limos y arcillas y generalmente poco potentes.**— Son rocas blandas y ripables en general, salvo en el caso de los glaciares y terrazas cementadas. La capacidad portante es bastante diversa en los diferentes grupos litológicos que forman este grupo geotécnico. La permeabilidad es alta en general. No hay problemas de inestabilidad gravitacional reseñables, salvo en los bordes escarpados, en donde la presencia de un substrato margoso, mesozoico o terciario, puede crear un manto o capa freática en el contacto que provoque deslizamientos locales de estos márgenes. Además la erosión y zapa fluviales pueden ocasionar, asimismo, su desplome o deslizamiento. Pertenecen a este grupo geotécnico los grupos litológicos referenciados con: (A<sub>1</sub>), (A<sub>2</sub>), (T), (D<sub>2</sub>), (C) y (G<sub>1</sub>).

#### 3.4.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona

Los problemas geotécnicos más relevantes que pueden presentarse en esta Zona provienen, sin duda, de los procesos fósiles y activos de inestabilidad de laderas que afectan de una forma casi generalizada, en mayor o menor grado, a casi todos los grupos litológicos, muy especialmente a los de naturaleza margosa del Mioceno, Cretácico, Jurásico y Triásico (Fotos 42 y 43). Relacionados con estos problemas de estabilidad, se darán los de drenaje y capacidad de carga; los asentamientos diferenciales importantes tendrán gran repercusión en obras lineales y puntuales. La fuerte meteorización de algunas importantes formaciones margosas, a la vez que su fácil erosionabilidad, va a favorecer la rápida degradación de sus taludes. La existencia de materiales yesíferos (margas yesíferas y yesos en capas) implica problemas de agresividad de los sulfatos en algunos sectores de la Zona. No hay que olvidar los efectos erosivos fluviales en las márgenes del Guadalquivir y ríos y arroyos laterales. Por último, cabría mencionar la influencia negativa del factor sísmico o neotectónico de un área con un proceso de transformación geológica muy vivo, que constituye el frente de los empujes o esfuerzos tectónicos béticos; dicho frente incluye o queda patentizado por la franja de influencia y juego tectónico de lo que se define como "falla del Guadalquivir", cuya actividad a nivel geológico sigue viva en la actualidad.



Foto 42.— Deslizamientos en las laderas constituidas sobre el grupo 321b en la margen derecha del río Guadalquivir, al Sureste de Torreblascopedro. Los efectos de estos movimientos rompen la alineación de los olivos

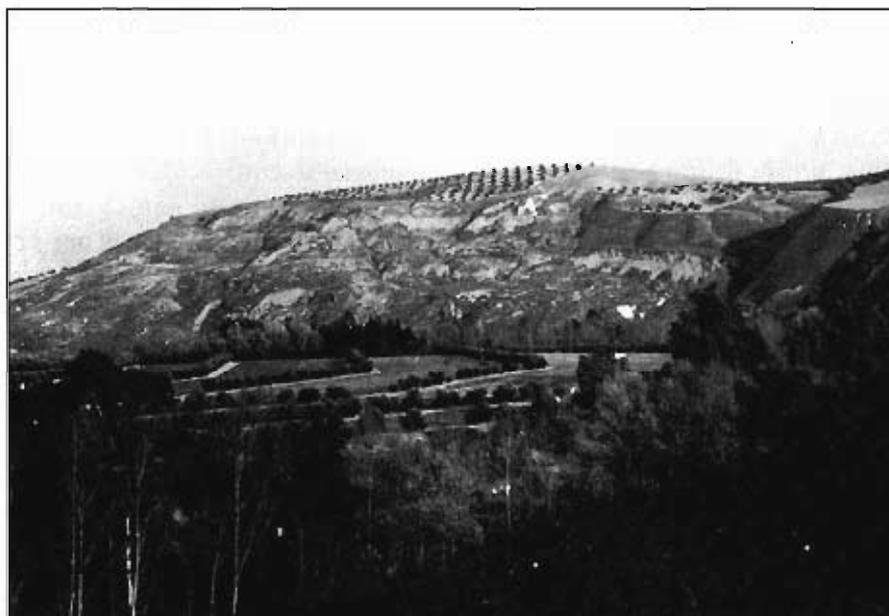


Foto 43.— Deslizamientos profundos en las laderas del Cerro de Don Benito. Meandro del río Guadalquivir, al Sureste de Puente del Obispo. Grupo 321b.

## **4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO**

### **4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRAFICOS**

Aunque en el Tramo estudiado no hay un relieve montañoso acentuado y predominan las zonas de colinas con pendientes suaves, los desniveles totales en áreas próximas son lo bastante importantes como para presentar dificultades notables en la construcción de carreteras. La gran Loma de Ubeda, Sabiote, Torreperogil y Villacarrillo está unos 400 metros más alta que los terrenos inmediatos de los ríos Guadalquivir y Guadalimar, cuyo trazo es principalmente en sentido Este-Oeste. Por lo tanto, las vías construidas en dirección Norte-Sur deberán salvar primero uno de los ríos, ascender posteriormente hasta la cima de la Loma, descender luego casi el mismo desnivel y cruzar el otro río. Al Norte del río Guadalimar, la altitud aumenta otra vez hasta los Altos de las Navas de San Juan, y también asciende al Sur del Guadalquivir, aunque de forma más suave.

Las carreteras no pueden tener a veces las pendientes tan acentuadas de las laderas de la Loma de Ubeda, y adaptan su trazado oblicuamente a la pendiente principal. Al Oeste del Tramo, en el área donde se acercan a su confluencia los ríos Guadalquivir y Guadalimar, apenas hay un desnivel de 30 a 40 m que los separa, y en la cima de ese desnivel existe un amplio glacis-terrazza, casi horizontal, que tiene en algunos puntos varios kilómetros de amplitud. La Loma de Linares alcanza una altura bastante menor que la de Ubeda y, en consecuencia, las diferencias de cota que es necesario salvar no son tan grandes, aunque en algunos puntos en donde la base de conglomerados triásicos forma la cima de la plataforma, sus bordes laterales descienden bruscamente. Al Noroeste del Tramo, donde aflora el Carbonífero, los relieves son algo más complicados, aunque tampoco hay desniveles muy acentuados; en esta área los afluentes del río Guadalquivir están orientados casi en sentido Norte-Sur, lo cual supone que las carreteras en esta dirección tendrán que salvar menos obstáculos orográficos. En sentido Este-Oeste las pendientes son más suaves y el obstáculo topográfico mayor está en el cruce del río Guadalimar.

### **4.2. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOMORFOLOGICOS**

La mayor parte de los materiales del Tramo de Estudio están dispuestos en estratos subhorizontales, creando geomorfológicamente un relieve de plataformas o gradualmente escalonado, en el que los tramos duros resisten mejor la erosión y forman los bordes de las plataformas que tienen las pendientes más acentuadas de la comarca. Los ríos Guadalimar, Guarrizas y Guadalquivir han ido

profundizando su cauce hasta alcanzar los niveles más antiguos (granitos, Carbonífero, Keuper) y, según la resistencia y dureza de los materiales que encontraban, lo han excavado de forma más o menos abierta. En el granito hay algunos lugares en que los cauces son estrechos y las paredes abruptas; también ocurre lo mismo al cruzar las calizas jurásicas y, en menor medida, las calizas detríticas del Cretácico. En el extremo noroeste donde aflora el Carbonífero, los materiales están plegados en sentido próximo al Este-Oeste, siendo cortados más o menos perpendicularmente por la red fluvial de dirección N-S. También la Zona 4, al sur y sureste del Tramo, tiene los materiales afectados por fenómenos tectónicos, pero la irregularidad y la complicación estructural de éstos es a veces tan grande que no se pueden dar directrices válidas para toda la comarca. En esta misma Zona 4 los cerros prominentes suelen tener, en sus cimas, calizas detríticas cretácicas, calizas o dolomías jurásicas o, a veces, incluso, yesos masivos del Keuper, por ser todos estos materiales los más resistentes de las formaciones que los constituyen. Aunque estos materiales suelen ser potentes, debido a su escasa continuidad, se presentan predominantemente en cerros aislados, fáciles de vadear.

El problema geomorfológico más importante que va a afectar muy directamente a la construcción de cualquier obra lineal que atraviese el Tramo de Estudio es el alto grado de inestabilidad fósil o activa de gran parte de los materiales que cubren el área estudiada. Adquieren especial significación las laderas de la Plataforma de Ubeda, cuya activa inestabilidad es bien patente en todas las carreteras que se asientan sobre ellas, existiendo a modo de ejemplo vivo de las dificultades geotécnicas de estos terrenos, la infraestructura arruinada y abandonada de un ferrocarril trazado a media ladera en la vertiente sur de la Loma. La carretera nacional 322, que no presenta problemas en tanto se asienta en la zona llana o ligeramente alomada de la Plataforma, comienza a tener problemas de estabilidad, con asientos importantes, en el momento en que se emplaza en una zona de ladera, aunque ésta sea a veces muy tendida y no haya sido necesaria la realización de desmontes.

Procesos de inestabilidad de laderas se dan, así mismo y con notable intensidad, en las vertientes de los ríos Guadalimar y Guadalquivir; están asociados a la existencia de formaciones altamente deformables y alterables, pertenecientes al Trías (Keuper y Buntsandstein, éste en menor medida), Cretácico (Wealdense e indiferenciado), y Mioceno especialmente (Fotos 44 y 45).

Los márgenes de los cauces fluviales y los bordes de las terrazas altas también se ven afectados por fenómenos de inestabilidad; en este caso las causas son la erosión fluvial o la alteración y deformación del sustrato margoso.

En la mayoría de estos problemas de inestabilidad está siempre presente, actuando como causa desencadenante, la existencia de acuíferos colgados sobre formaciones margosas altamente alterables y deformables, las cuales, a su vez, arrastran en sus movimientos los materiales duros y permeables que soportan.

#### **4.3. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS**

Los grupos litológicos con problemas afines se han agrupado en grupos geotécnicos, lo que permite una visión globalizada de las características geotécnicas del Tramo.



Foto 44.— Escalonamiento provocado por los deslizamientos generalizados de las laderas miocenas en la margen derecha del río Guadalquivir.

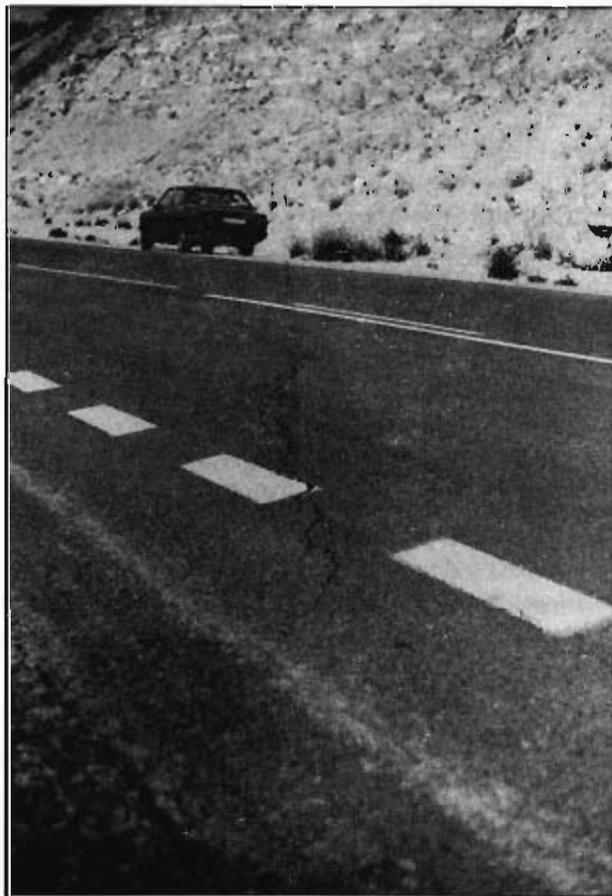


Foto 45.— Grietas en la carretera C-321 cuando discurre sobre el grupo 321c, cerca de Ubeda.

**G1 - Granitos.**— Por estar constituida por rocas duras, coherentes y nada ripables, no hay en esta formación problemas de inestabilidad gravitacional reseñables salvo en el caso de desmontes realizados en zonas donde la roca esté muy brechificada y diaclasada, en que es posible que se produzcan desprendimientos. Solamente es ripable la capa superficial alterada, que no presentará tampoco problemas de escorrentía por ser principalmente arenosa y permeable. El grupo litológico (001) es el único que pertenece a este grupo G1.

**G2 - Materiales rocosos carbonatados.**— Los problemas que pueden presentar estas formaciones son parecidos a los del grupo anterior, o sea, posibles desprendimientos en taludes subverticales a causa de diaclasas o fracturas en la roca. Por otra parte, ésta es dura y coherente, nada ripable y con alta capacidad portante. Sin embargo, hay que reseñar que frecuentemente estos materiales sufren procesos de desplome y deslizamiento en los bordes de las vertientes por deformación de los materiales que los sustentan, favoreciendo este fenómeno la constitución de acuíferos colgados en el contacto de ambas formaciones. Este tipo de fenómeno está prácticamente generalizado en el contacto Triásico-Jurásico, aunque es común en todas las áreas en las que sobre materiales impermeables se sitúan rocas permeables susceptibles de constituir acuíferos. Los grupos litológicos (221a) y (232) forman este grupo G2.

**G3 - Pizarras y areniscas apizarradas.**— Estos materiales solamente son ripables en las zonas alteradas y, excepto en los casos en que la disposición de las capas y la inclinación del terreno lo favorezca, no tienen problemas de inestabilidad gravitacional. La escorrentía no presenta problemas importantes debido al fuerte relieve. El grupo litológico (150) forma este grupo G3.

**G4 - Conglomerados y areniscas cementadas.**— Son rocas duras, coherentes y nada ripables. Pueden presentar problemas de desplomes o deslizamientos en los bordes y escarpes de las vertientes, a causa de la deformación de los materiales de sustentación, hecho que viene favorecido por la constitución de un horizonte freático en el contacto de ambas formaciones. Por estar dispuestos generalmente en capas horizontales, pueden presentar problemas de escorrentía y embolsamientos o encharcamientos en períodos lluviosos. Los grupos litológicos (211a), (321a) y (350) constituyen este grupo G4 (Foto 46).

**G5 - Calizas y dolomías con materiales margosos.**— Estos materiales podrán presentar problemas de estabilidad por desprendimientos y desplomes, así como asientos diferenciales bruscos, especialmente en las áreas de borde de las vertientes, en donde se ven influenciados por la alteración y deformabilidad del sustrato margo-yesífero del Keuper. En general los problemas de desprendimientos en taludes son debidos a la tectonicidad. En las áreas en donde los tramos calizos alternan con los margosos, los problemas provienen de la inestabilidad natural de las vertientes. Esta inestabilidad se produce por la disposición estructural de los materiales, la fuerte tectonicidad que acompaña normalmente a las áreas de contacto calizo-margosas y la existencia de agua en dicho contactos. Sólo son ripables los tramos margosos. El grupo litológico (221) es el único que constituye este grupo G5.

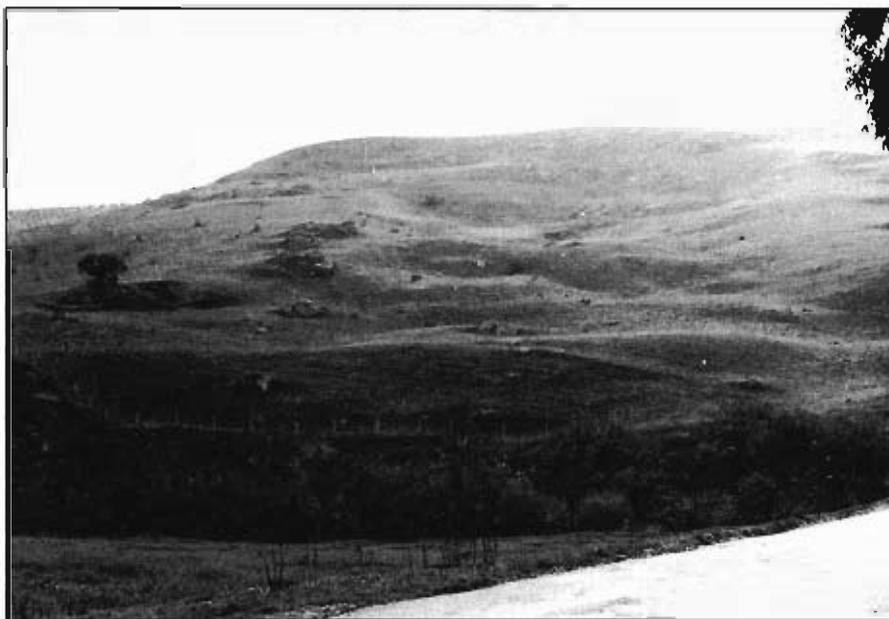


Foto 46.— Conglomerados del grupo 350 deslizados sobre margas cretácicas.

**G6 - Materiales arcillosos y lutitas con intercalaciones dispersas de areniscas y dolomías.**— Estos materiales no presentan generalmente dificultades de excavación, aunque, a veces, las lutitas estén algo endurecidas. Los problemas que puedan suscitarse en este grupo vendrán motivados por los procesos fósiles o activos de inestabilidad de ladera que con cierta frecuencia le afectan cuando soporta materiales permeables que pueden constituir acuíferos colgados, dado el carácter globalmente impermeable de este grupo. El grupo litológico (211b) forma este grupo G6.

**G7A - Materiales margosos y arcillosos con intercalaciones detríticas y carbonatadas de importancia desigual.**— Los problemas de ripabilidad sólo podrán darse en algunos niveles potentes de areniscas calcáreas intercalados entre las margas. Los auténticos y graves problemas que se suscitarán en las formaciones de este grupo provendrán de la extensa y profunda inestabilidad fósil y activa de las laderas, muy especialmente de las constituidas por los materiales de las formaciones miocenas 321b y 321c. La inestabilidad de los taludes naturales y artificiales, y los asentamientos totales y diferenciales definen a este grupo como de malas o pésimas condiciones constructivas, tanto en obras lineales como puntuales, si bien se pueden exceptuar amplias áreas del grupo litológico 230, donde las condiciones de inestabilidad natural se aminoran o reducen a un fenómeno superficial o marginal, o bien no existen. Los grupos litológicos (230), (321b) y parte del (321c), son los que forman este grupo G7A.

**G7B - Materiales margosos y arcillosos con abundantes intercalaciones de calizas detríticas.**— Son ripables los tramos blandos y aquellos en que las capas duras tienen escasa potencia. Por formar exclusivamente áreas de plataforma, los problemas de inestabilidad gravitacional se reducen a aquellos taludes en que los

tramos margosos y arcillosos alcanzan bastante potencia. En general la capacidad portante es alta debido a la abundancia de niveles duros. Una parte importante del grupo litológico (321c) forma este grupo G7B.

**G8 - Materiales predominantemente arcillosos y margosos, con yesos y sales. Los niveles duros carbonatados son poco frecuentes.**— En general son materiales ripables. Los problemas geotécnicos más importantes provendrán de la estructura inestable, fósil y activa, de las laderas, fenómeno que puede considerarse generalizado en este grupo por todo el ámbito del estudio. La alterabilidad, deformabilidad y solubilidad parcial de los materiales, favorecidas por la existencia de acuíferos colgados en el contacto con las calizas del Jurásico, constituyen las causas de una problemática que puede crear graves problemas constructivos en obras lineales o puntuales. Los fenómenos inestables fósiles son a menudo de tal magnitud que pequeñas actuaciones sobre los mismos pudieran no repercutir en las condiciones de equilibrio actuales, aunque también pudiera pasar lo contrario, es decir, pequeñas actuaciones podrían romper un equilibrio precario de un gran movimiento fósil o acelerar uno latente o vivo. Los problemas podrán surgir tanto por inestabilidad en taludes naturales o artificiales, como por asentamientos importantes de estructuras lineales o puntuales. Otra dificultad más de este grupo se debe a la agresividad de las aguas que tienen contacto con él, debido a la gran proporción de yesos que entran en su constitución. Los grupos litológicos (213), (210) y (200) forman este grupo G8.

**G9 - Materiales cuaternarios: depósitos detríticos en general.**— Los problemas geotécnicos que pueden producirse en estas formaciones son: los debidos a su fácil erosionabilidad, especialmente de las márgenes en meandros de ríos y arroyos; los desplomes y deslizamientos en esas mismas márgenes, y, en general, en los límites de terrazas, por la existencia de un sustrato margoso deformable; la aparición de asentamientos diferenciales como consecuencia de los continuos cambios de la composición litológica de los horizontes detríticos o la influencia desigual que puedan tener las cargas sobre un sustrato margoso deformable o soluble; y, finalmente, los debidos a un mal drenaje superficial de algunas áreas. Los grupos litológicos (A<sub>1</sub>), (A<sub>2</sub>), (T), (D<sub>1</sub>), (D<sub>2</sub>), (C), (G<sub>1</sub>), (G<sub>2</sub>), (G<sub>3</sub>) y (E) están englobados en este grupo geotécnico G9 (Foto 47).

#### 4.4. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS

Considerando los problemas topográficos, geomorfológicos y geotécnicos expuestos en los apartados anteriores, se han elegido unos corredores de paso, a lo largo de los cuales la construcción de carreteras tendría en conjunto menos dificultades. En líneas generales estos corredores coinciden con las actuales rutas viarias, introduciendo pequeñas variantes.

En el esquema adjunto (Fig. 15), se hace una síntesis gráfica de estos corredores, de los cuales se exponen algunas consideraciones a continuación.

El corredor que, a lo largo de la cima de la Loma de Ubeda, enlaza Baeza y Villacarrillo, está trazado por la parte más alta de la formación (321c), donde los fenómenos de inestabilidad gravitacional son menos frecuentes, y por donde en la actualidad discurre la carretera N-322. Aunque hay algunos tramos de inestabili-

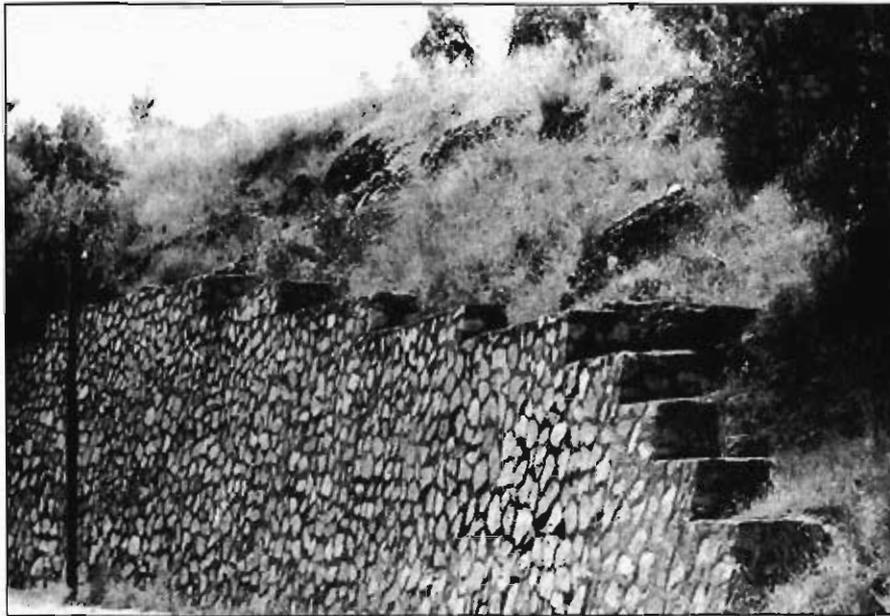


Foto 47.— Muro de contención de los desprendimientos y desplomes de una terraza del río Guadalimar situada sobre el grupo 321b.

dad, no parece existir otra alternativa mejor dentro del área de estudio en su trazado Albacete-Bailén. En dirección Norte-Sur y a través de la Loma de Ubeda, no hay modo de evitar la formación (321b) que, como se ha repetido anteriormente, tiene una inestabilidad gravitacional muy extendida. Los trazados de las actuales carreteras son, con ligeras variantes, los más recomendables.

En la parte occidental del Tramo hay una posibilidad de cruzarlo de Norte a Sur sin pasar por las citadas formaciones, eligiendo el siguiente corredor: La Carolina - Fernandina - Estación de Valdollano y, por las terrazas de los ríos Guadalén y Guadalimar, seguir hasta el borde sur, donde se alcanzaría el Guadalquivir. En gran parte, este recorrido coincide con el del ferrocarril Madrid-Algeciras.

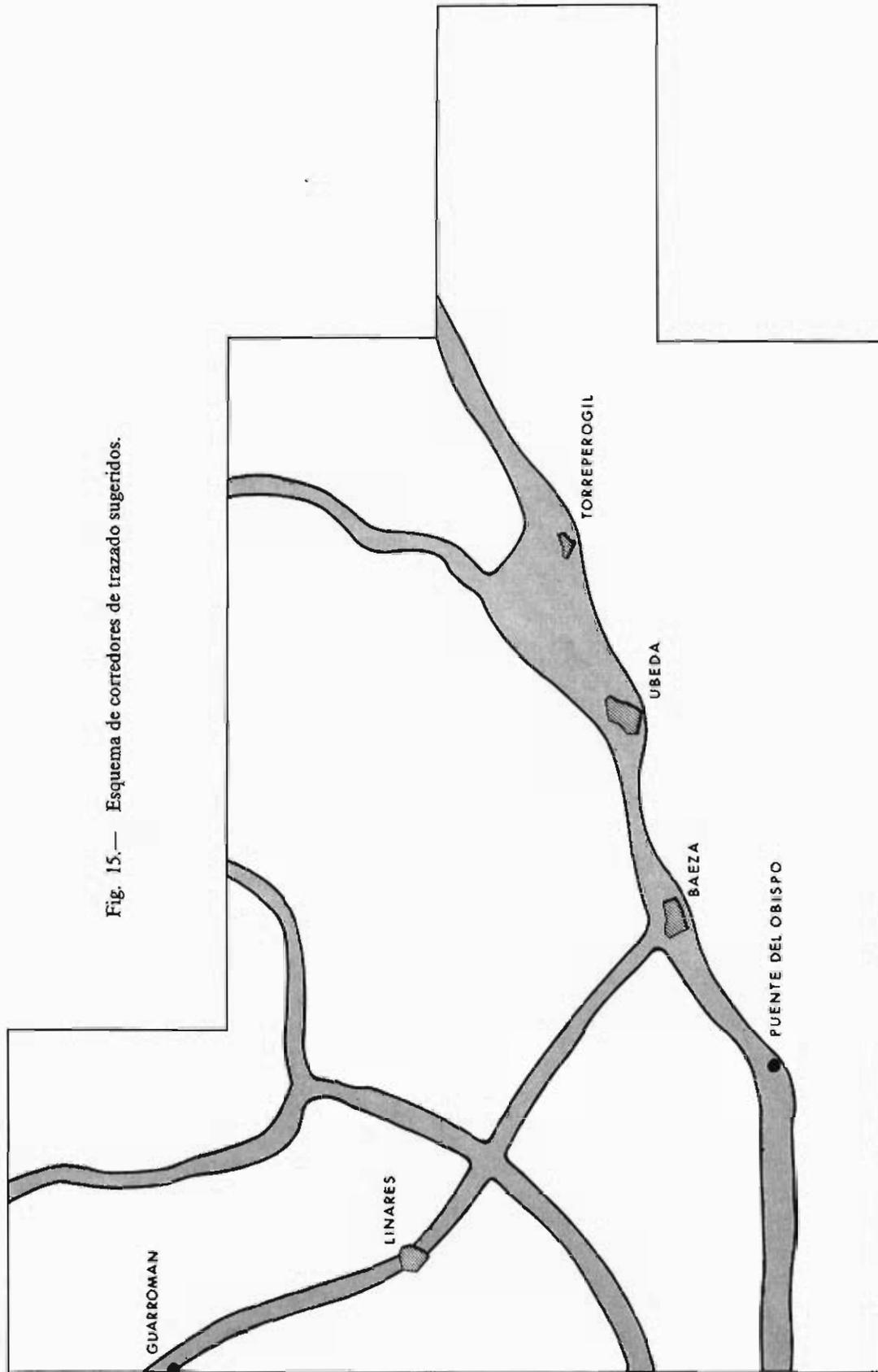


Fig. 15.— Esquema de corredores de trazado sugeridos.

# **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 estudio detallado de los yacimientos de roca aptos para ser utilizados en obras de carreteras no es un objetivo de este trabajo, aunque dada la utilidad de la información a este respecto se da una visión resumida de las reservas existentes, los yacimientos más importantes y las canteras abiertas dentro del Tramo estudiado (Fig. 16).

### **5.2. YACIMIENTOS ROCOSOS**

Las rocas aptas para ser explotadas con el fin de utilizarlas como áridos en carreteras son bastante escasas. En algunas de las capas de base de los firmes puede emplearse el granito y éste aflora ampliamente en el extremo noroeste del Tramo; en algunos lugares está recubierto por una capa de roca superficial alterada, pero en otros forma buenos yacimientos. En la fig. 16 se señala el punto donde está situada una cantera de grandes dimensiones, actualmente en explotación y cerca del km 14 de la carretera que conduce de Linares a Arquillos (Y<sub>R-1</sub>).

Del resto de materiales que afloran en el Tramo, los únicos que tienen posibilidades de ser utilizados con estos fines son las calizas y dolomías de la formación (221a), que están también incluidas en la (221). Sin embargo, esta formación presenta varios inconvenientes: uno de ellos es su relativa escasa potencia: 20-30 metros; otro, la de presentar afloramientos amplios en escasos lugares; y, por último, el de estar en muchas áreas muy brechificada, y en la brecha mezclarse con ella otros materiales desechables en proporción excesiva.

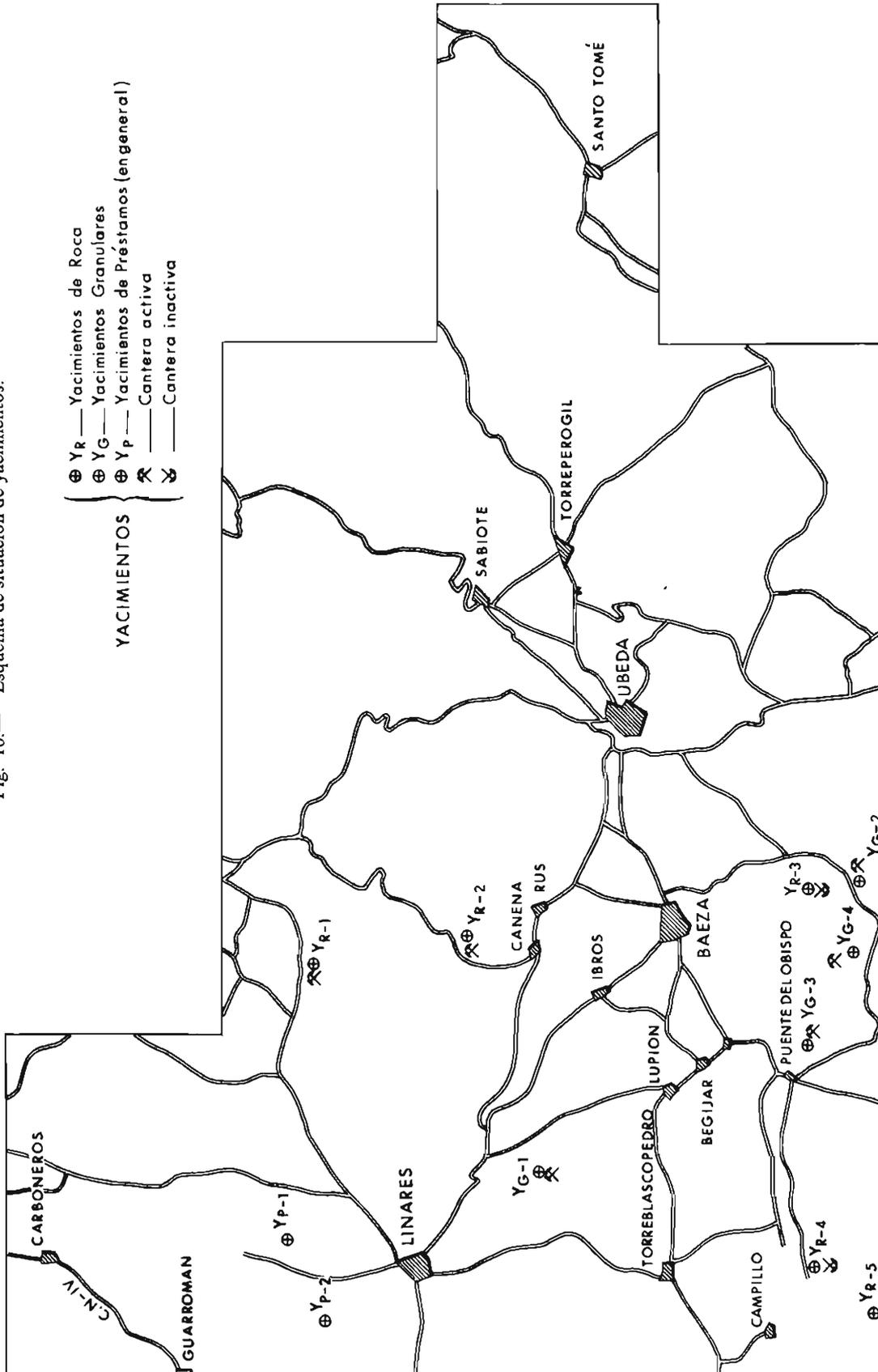
En pocos lugares del Tramo hay canteras explotadas, y en general están inactivas y solamente algunas se explotan a intervalos según sean las necesidades. Al Norte de Canena la capa de calizas jurásicas forma una pared con cierto saliente por encima del Keuper y se ha aprovechado esta circunstancia para abrir algunos frentes de cantera de reducidas dimensiones; debido a que los bancos de caliza tienen por encima otros materiales, las explotaciones no pueden profundizar mucho y ésta es la causa principal de su escaso interés general. Al Suroeste del Tramo, en las proximidades de Torrequebradilla y al sureste de Campillo, hay algunos cerros coronados por las calizas y dolomías jurásicas que, por su extensión, dan lugar a los mejores yacimientos de áridos de esta formación y, por lo tanto, del Tramo estudiado.

### **5.3. YACIMIENTOS GRANULARES**

Gran parte de los materiales del Tramo estudiado son de naturaleza arcillosa o detrítica fina y, por lo tanto, el hecho de que en los aluviales predomine esta

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

Fig. 16.— Esquema de situación de yacimientos.



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

componente, les hace perder su posible interés como yacimientos granulares. Las terrazas, en cambio, por su amplitud, fácil acceso y la presencia de gravas y arenas en una proporción dominante (la fracción limosa no suele superar el 9%), constituyen unos magníficos yacimientos que son explotados en varios lugares de forma continua.

Las terrazas suelen tener en su superficie una capa de limos y arcillas de 1 a 2 metros de espesor. En las explotaciones granulares, ésta se retira, para evitar que los limos se mezclen con las gravas y arenas que tienen debajo (Fotos 48, 49, 50 y 51).

En las escombreras de las minas del área de Linares hay algunas en que la roca, troceada y lavada, tiene el tamaño de una arena gruesa y, por tanto podrían ser utilizadas en alguna de las capas de los firmes de carreteras.

#### 5.4. MATERIALES PARA TERRAPLENES Y PEDRAPLENES

Las formaciones superficiales de glacia, coluviales y aluviales tienen una proporción de finos demasiado alta, o bien, como ocurre algunas veces, la cementación de los conglomerados es un impedimento para su explotación.

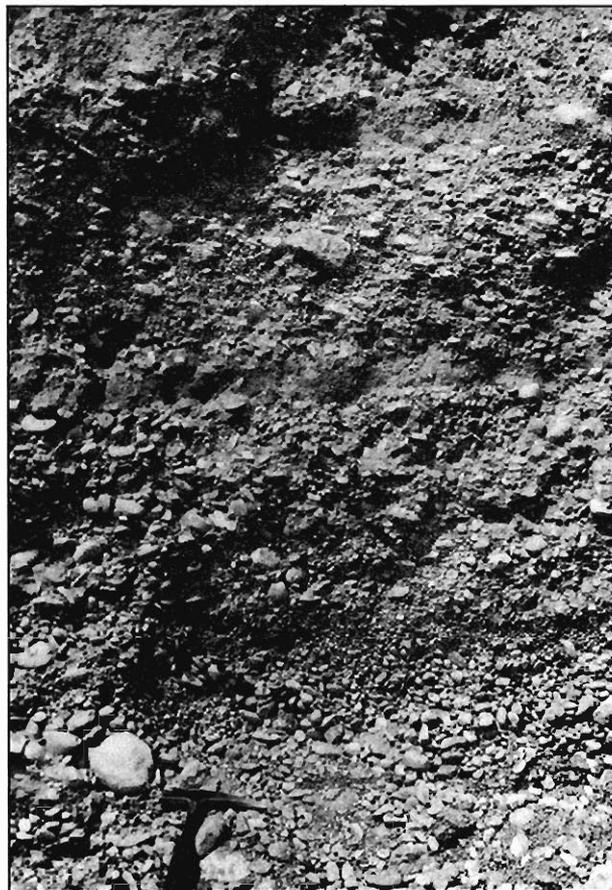


Foto 48.— Detalle de los materiales de una gravera junto al río Guadalquivir.

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

Aunque la parte alterada superficial podría utilizarse en la construcción de terraplenes, suele ser bastante débil de espesor. Por tanto, los mejores materiales para terraplenes son también los que se encuentran en las terrazas de los ríos. La dificultad de su utilización es más económica que técnica, porque los precios del metro cúbico de estos materiales suelen ser bastante altos.



Foto 49.— Gravero de una terraza del río Guadalimar, al Sur de la estación de ferrocarril Linares-Baeza.

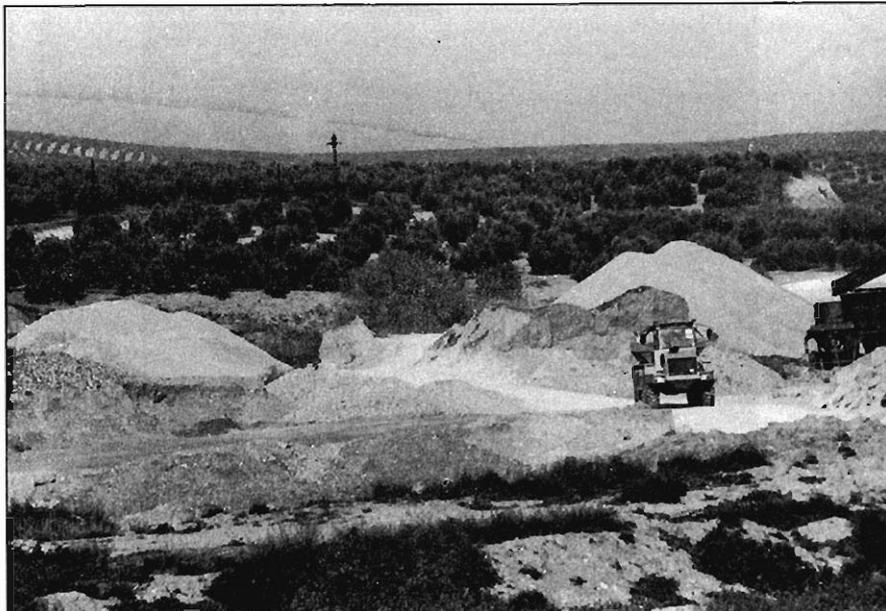


Foto 50.— Gravero en una terraza del río Guadalquivir, al Sureste de Puente del Obispo.

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

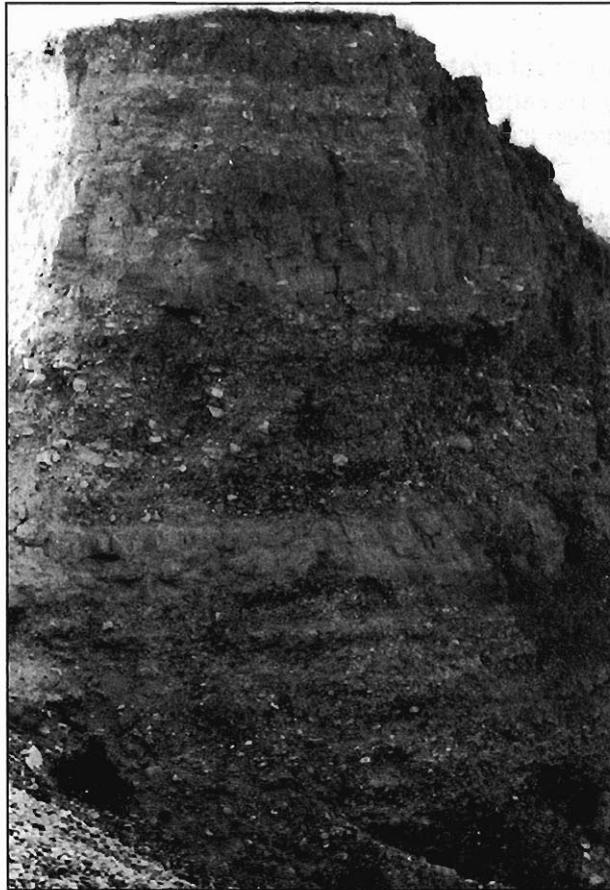


Foto 51.— Corte en las gravas y arenas de una terraza del río Guadalquivir, en la gravera de Puente del Obispo.

Las escombreras de las minas tienen cantos y bloques de tamaños medios (en torno a 20 cm) y naturaleza granítica; en algunos casos, poco frecuentes, están formadas por arenas procedentes de la trituración y lavado de los materiales graníticos. Dada su naturaleza y su fácil excavación, podrían ser utilizados como materiales de préstamos.

Para la construcción de pedraplenes en el Tramo estudiado pueden utilizarse como materiales adecuados, aquellos productos pétreos procedentes de la excavación y explotación de las siguientes rocas: granitos, conglomerados y areniscas de la base del Buntsandstein, y calizas y dolomías jurásicas.

En algunos casos podrían también ser utilizados, pero requiriendo hacer antes un estudio especial de la roca, los siguientes tipos de materiales: las pizarras y areniscas apizarradas del Carbonífero, las calizas detríticas del Cretácico, y los conglomerados de la base del Mioceno.

Las mencionadas escombreras de minas del área de Linares, compuestas en su mayor parte de fragmentos de granito y conglomerados de la base del Buntsandstein, se incluyen dentro de los materiales útiles para pedraplenes; el tamaño de esos fragmentos podría ser el adecuado, sin precisar trituración previa.

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

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

Por las buenas características del material, sus importantes reservas, o por ambas condiciones, se recomienda estudiar con más detalle los siguientes yacimientos, que se pueden localizar en la Fig. 16.

Símbolo en esquema	Tipo de Yacimiento	Grupo Litológico	Situación		Tipo de Roca	Acceso
			Hoja Cuadrante	Coordenadas UTM		
Y <sub>R-1</sub>	Rocoso	001	906-4	457.7 4221	Granito	Pista en buen estado.
Y <sub>R-2</sub>	Rocoso	221a	906-4	458,5 4214,7	Calizas y dolomías	Pista Canena-Arquillos.
Y <sub>R-3</sub>	Rocoso	221a	927-4	461 4200,3	Calizas y dolomías	Pista estrecha en mal estado.
Y <sub>R-4</sub>	Rocoso	221a	926-1	445.2 4199,1	Calizas y dolomías	Pistas en mal estado.
Y <sub>R-5</sub>	Rocoso	221a	926-1	442 4196,5	Calizas y dolomías	Pistas desde Torrequebradilla.
Y <sub>G-1</sub>	Granular	T	905-2	448,5 4211,3	Gravas y arenas	Pista en mal estado.
Y <sub>G-2</sub>	Granular	T	927-4	460,3 4198,2	Gravas y arenas	Carretera local de Jumena a Baeza.
Y <sub>G-3</sub>	Granular	T	926-1	453,5 4199,8	Gravas y arenas	Pista en buen estado.
Y <sub>G-4</sub>	Granular	T	927-4	458,8 4198,2	Gravas y arenas	Pista en buen estado.
Y <sub>P-1</sub>	Prestamos	E	905-1	445,5 4220,5	Escombreras de mina	Pistas en buen estado.
Y <sub>P-2</sub>	Prestamos	E	905-1	442,5 4220	Escombreras de mina	Pistas en buen estado.

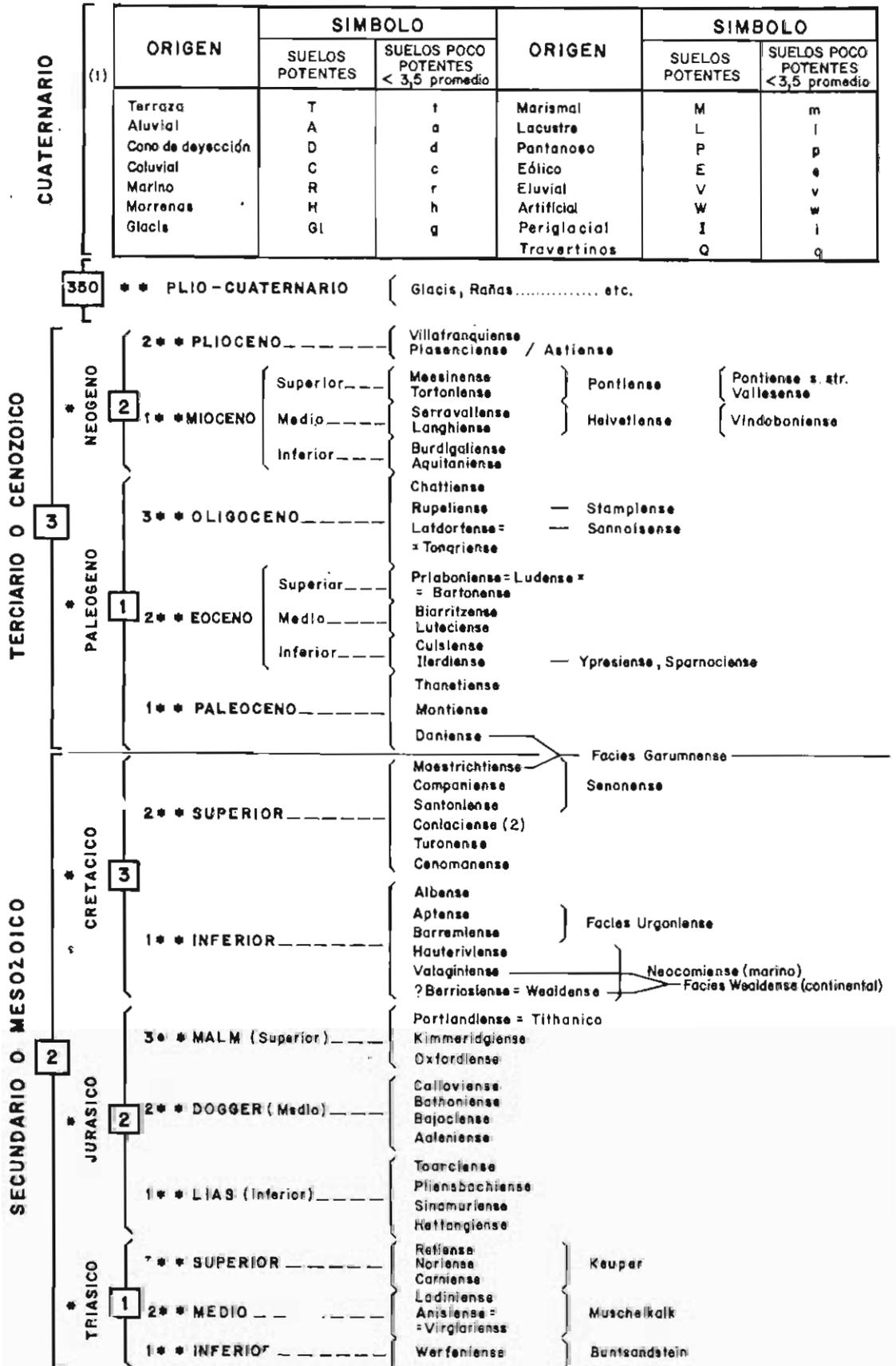
## 6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

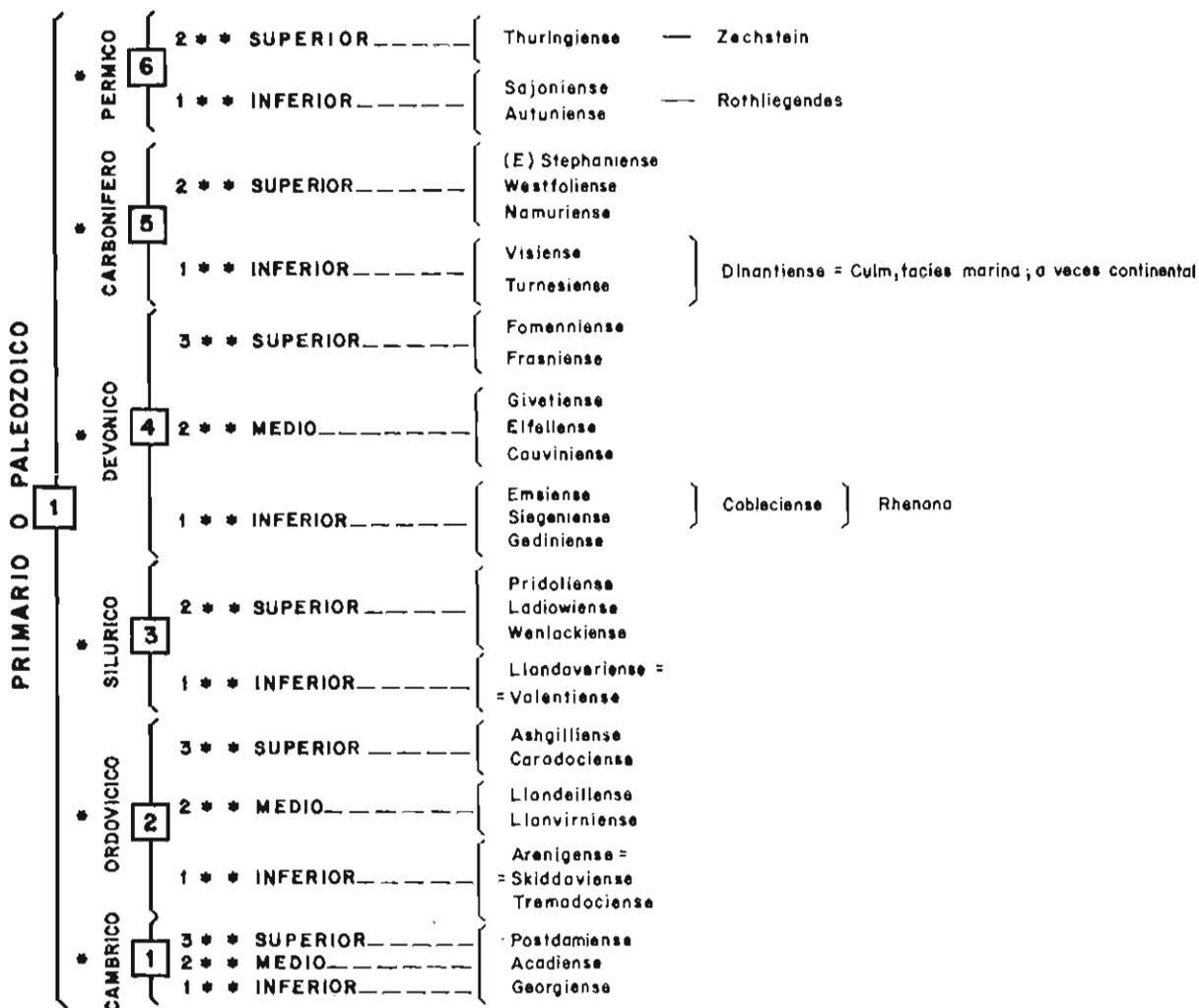
- AZEMA, J., CHAMPETIER, Y. (1970).— "Le Jurassique dans la partie orientale des zones des Cordillères Bétiques: Essai de Coordination". Cuad. Geol. Iber., I.G.M.E.
- CABANAS, R. (1956).— "Notas estratigráficas de la provincia de Jaén". Est. Geol., núm. 31-32 (1956), pp.267-272, Instituto "Lucas Mallada". Madrid.
- CHAUVEL, J., DROT, J., PILLET, J., y TAMAIN, G. (1969).— "Précisions sur l'Ordovicien moyen et supérieur de la "Série-Type" du Centenillo (Sierra Morena Orientale)". Bull. Soc. Géologic. de France, pp.613-626.
- DABRIO, C.J., y LOPEZ GARRIDO, A.C. (1970).— "Estructura en escamas del sector noroccidental de la Sierra de Cazorla y del borde de la Depresión del Guadalquivir". Cuad. Geol. Univ. Granada, t.I, Nº 3.
- FALLOT, P. (1928).— "Sur la terminaison occidentale de la Sierra de Cazorla". C.R. Ac. Sc., t. 186, pp. 89-91.
- FALLOT, P. (1948).— "Les Cordillères Bétiques". Est. Géol., Nº 8, pp. 83-172.
- FOUCAULT, S. (1956).— "Mouvements tectoniques d'âge paléocrétacique dans la région de haut Guadalquivir". C.R.S.G., France, Fac. 5/1965.167.
- FOURCADE, E. (1970).— "Le Jurassique et le Crétacé aux confins des Chaînes Bétiques et Ibériques". Thèse Fac. Sc. Paris.
- GONZALEZ DONOSO, J., y LOPEZ GARRIDO, A. (1970).— "El Mioceno pre-tectónico del extremo oriental de la Depresión del Guadalquivir". Cuad. Geol. I.G.M.E.
- GROTH, J. (1913).— "Sur la Bordure méridionale de la Meseta Ibérique". Compt. Rend. Acad. Scienc. Paris, 1914.
- GROTH, J. (1914).— "La Sierra Morena". Compt. Rend. Acad. Scienc., Paris, 1914.
- HENKE, W. (1974).— "Aportación a la geología de Sierra Morena en la parte norte de La Carolina (Jaén)". Public. extr. sobre geol. Espa. C.S.I.C., Madrid, t. VII, pp. 71-99, 153.
- HERNANDEZ PACHECO, E. (1911).— "Elementos geográficos y geológicos de la Península Ibérica". Asoc. Esp. para el progreso de las cienc., Congreso de Granada.
- I.G.M.E. (1973-1974).— "Leyenda y mapa geológico a escala 1/50.000". Serie Magna. Hojas: La Carolina, Nº 884; Linares, Nº905; Ubeda, Nº 906; Villacarrillo, Nº 907.
- I.G.M.E. (1972).— "Leyenda y mapa geológico a escala 1/200.000". Hojas: Linares, Nº 70; Jaén, Nº 77.
- LOPEZ GARRIDO, A.C. (1971).— "Geología de la zona prebética al NE de la provincia de Jaén". Tesis doctoral. Univ. Granada.
- LOTZE, F. (1945).— "Observaciones respectivas a la división de los Variscidos de la Meseta Ibérica". Public. Extr. sobre geol. Esp., C.S.I.C., t. V, pp. 149-166. 1950.
- PAQUET, J (1970).— "Le Jurassique dans la partie orientale des zones extrêmes des Cordillères Bétiques: Essai de coordination". Cuad. geol. Iber. I.G.M.E.
- SANCHEZ CELA, V y APARICIO YAGÜE, A. (1969).— "Estudio petrológico de los afloramientos graníticos de Santa Elena y Linares (Jaén)". Bol. Geol. y Min., t. LXXX-IV.
- TAMAIN, G. (1967).— "El Centenillo, zone de référence pour l'étude de l'ordovicien de la Sierra Morena orientale (Espagne)". C.R. Ac. Sc., Paris, t.265, pp. 389-392.

## 7. ANEJOS

7.1. ANEJO 1: SIMBOLOGIA UTILIZADA EN LAS COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS

**COLUMNA ESTRATIGRAFICA**





**PRECAMBRICO** 010 \* \*

- Las materiales cristalinos de edad indeterminada se denominaran (001) \*\* para rocas masivas y (002) para diques.
- (1) Los materiales cuaternarios se cartografiarán con la letra correspondiente a suelas potentes o poco potentes.
  - (2) Es discutida la pertenencia del Coniacense al Senonense.
    - \* Los grupos litológicos indeterminados estratigráficamente se denominarán con la primera cifra correspondiente a la era añadiendo dos ceros como signo de indeterminación para el periodo y época.  
En caso de Indeterminación de la época, se denominarán las grupos litológicos con las cifras correspondientes a la era y periodo añadiendo un cero como signo de indeterminación.
    - \* \* Cuando existan varias grupos litológicos dentro de la misma época, se denominarán con el número estratigráfica correspondiente, al que se agregará la letra (a, b, c, .....etc) para diferenciarlos entre sí.

## 7.2. ANEJO 2: CRITERIOS UTILIZADOS EN LAS DESCRIPCIONES GEOTECNICAS.

### INTRODUCCION

Con objeto de precisar, en lo posible, los conceptos más importantes utilizados en las descripciones geotécnicas de los materiales del Tramo, a continuación se exponen los criterios utilizados en lo que se refiere a parámetros del terreno tales como ripabilidad, estabilidad de taludes, capacidad portante, niveles freáticos, etc.

Al no disponer de ensayos, se ha buscado apoyo en los resultados correspondientes a otros materiales geotécnicamente equivalentes a los aquí estudiados, y se ha hecho una evaluación comparativa entre ambos. Para ello se han tenido en cuenta los datos de campo (datos sobre taludes naturales y desmontes, comportamiento geotécnico de los mismos, escorrentía de las aguas superficiales, permeabilidad de las formaciones, observaciones sobre el estado de los firmes de las carreteras existentes en la zona, alterabilidad y erosionabilidad de los materiales, etc.). Con estos datos, recogidos sobre el terreno, se ha pretendido dar un orden de magnitud de los valores y parámetros de estos conceptos geotécnicos, que servirán de base a futuros estudios.

### RIPABILIDAD

En lo que a ripabilidad de los materiales del Tramo se refiere, se han considerado los tres niveles o grados que a continuación se indican:

- a) Se considera ripable todo material (roca natural o suelo) que pueda ser directamente excavado con un ripper de potencia media, sin previa preparación del terreno mediante explosivos u otros medios. Cuando no se indica espesor ripable alguno, se considera que toda la masa es ripable, al menos en el espesor afectado por posibles desmontes en las variantes o modificaciones de un trazado.
- b) Se consideran de ripabilidad media a aquellos materiales que no son ripables utilizando maquinaria de potencia media, pero que sí lo serían empleando maquinaria de mayor potencia. Estos materiales son los llamados "terrenos de transición", que se encuentran en la mayor parte de las formaciones rocosas, y que son semirripables en su zona de alteración o ripables mediante una ligera preparación con voladura.
- c) Se consideran no ripables aquellas formaciones que necesitan para realizar su excavación el empleo de explosivos u otros medios violentos que produzcan su rotura.

## CAPACIDAD PORTANTE

En relación con la capacidad portante de los distintos materiales del Tramo, al no poder contar con resultados de ensayos "in situ", se ha adoptado el siguiente criterio:

- a) Capacidad portante alta o elevada es la que corresponde a una formación constituida por materiales compactos y preconsolidados, o bien a formaciones rocosas estables y resistentes, de excelentes características como cimiento de un firme de carretera o de una obra de fábrica.
- b) Capacidad portante media es la de aquellas formaciones constituidas por materiales compactos y preconsolidados, que tienen sus capas superficiales algo alteradas y que, por tanto, determinan un suelo en el que la aplicación de cargas moderadas superficiales (2-3 kg/cm<sup>2</sup>), produce asientos tolerables de las obras de fábrica. En este caso, la estabilidad del material considerado como explanada del firme es suficiente en general, sin que sea necesaria la mejora del suelo.
- c) Capacidad portante baja es la correspondiente a materiales de suelos desagregados en los que la aplicación de cargas moderadas produce asientos inadmisibles para las obras de fábrica con cimentación superficial. La ejecución de firmes en este tipo de materiales requerirá fuertes espesores estructurales, colocación de explanadas mejoradas, retirada de los suelos plásticos si son poco potentes o cimentación de las obras de fábrica en la formación subyacente.

## ESTABILIDAD DE TALUDES

La evaluación de la estabilidad de taludes se ha apoyado, exclusivamente, en las medidas y observaciones de campo realizadas sobre los taludes naturales y desmontes existentes en el Tramo. Esto confiere a los ángulos de estabilidad de los taludes, asignados a los distintos materiales del Tramo, un carácter puramente estimativo y expresa sólo el orden de magnitud de los taludes existentes en la zona y su comportamiento geotécnico. En cuanto a las alturas de los taludes, se ha seguido el criterio o clasificación que a continuación se indica:

- B: Bajos (0-5 m. de altura)
- M: Medios (5-20 m. de altura)
- A: Altos (20-40 m. de altura)

Para indicar la inclinación de los taludes, salvo en los casos en que se especifica su valor, se han utilizado las palabras "subvertical" (ángulo de más de 65°) y "subhorizontal" (ángulo de menos de 10°).

Se han considerado formaciones con problemas de estabilidad de taludes, aquéllas en las que bien sea porque el ángulo de estabilidad natural del material es muy tendido, bien porque la formación está integrada por materiales de diferente comportamiento geotécnico, pueden producirse derrumbamientos, des-

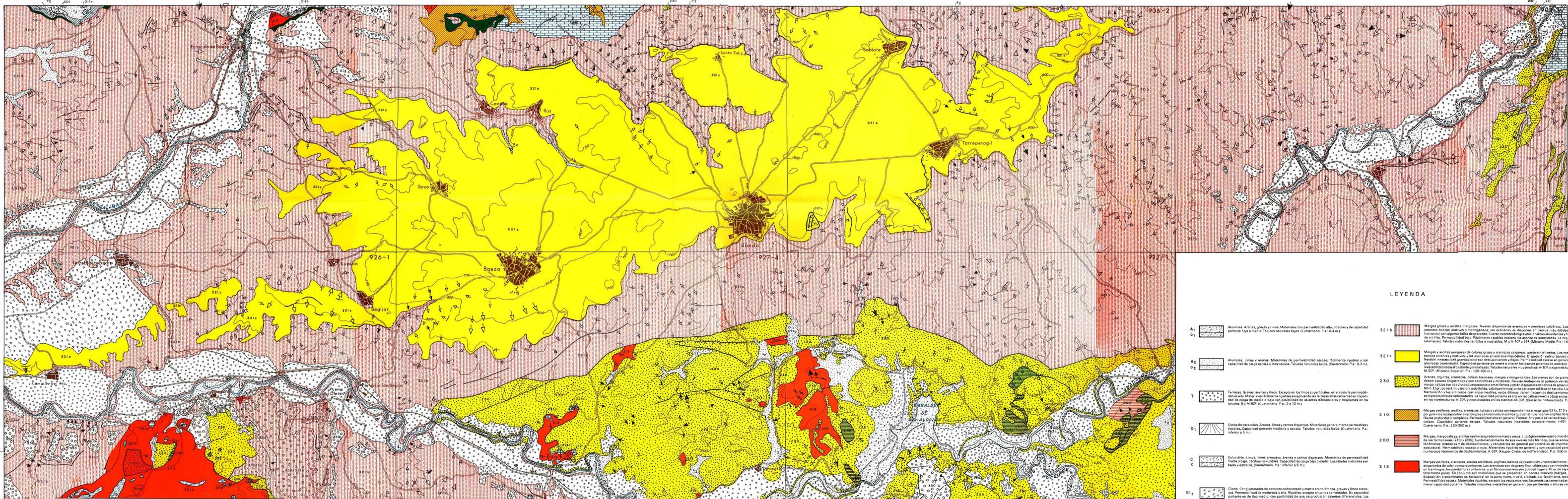
prendimientos o deslizamientos de ladera. En general, para cada material y talud, se indica el tipo de problemas que pueden presentarse.

## DRENAJE

La escorrentía superficial y profunda de las aguas de lluvia, se reseña con suficiente claridad en la descripción de las distintas formaciones litológicas. Conviene resaltar que los datos disponibles para una correcta localización de los niveles freáticos del Tramo y sus periódicas variaciones en relación con las distintas épocas del año, son escasos. Las observaciones realizadas sobre el terreno han permitido dar unas ideas generales sobre el movimiento del agua a través de las formaciones.

MAPA LITOLOGICO - ESTRUCTURAL

ESCALA 1:50.000

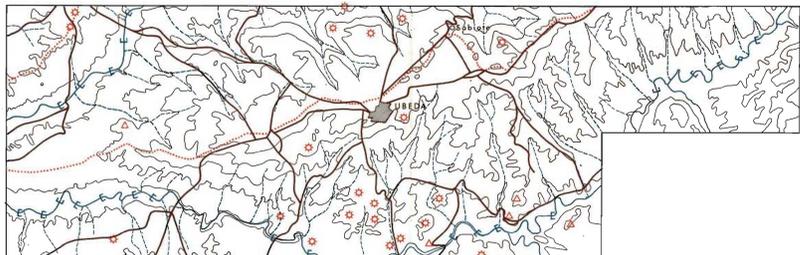


ESQUEMA GEOLOGICO Escala 1:200.000

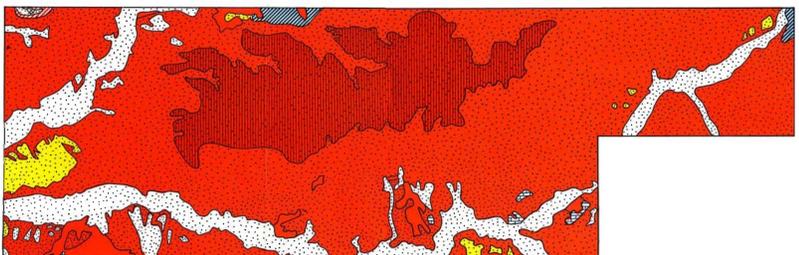
ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR Escala 1:200.000



ESQUEMA GEOMORFOLOGICO Escala 1:200.000



ESQUEMA GEOTECNICO Escala 1:200.000



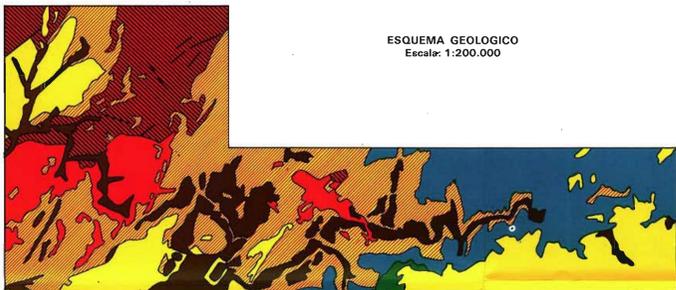
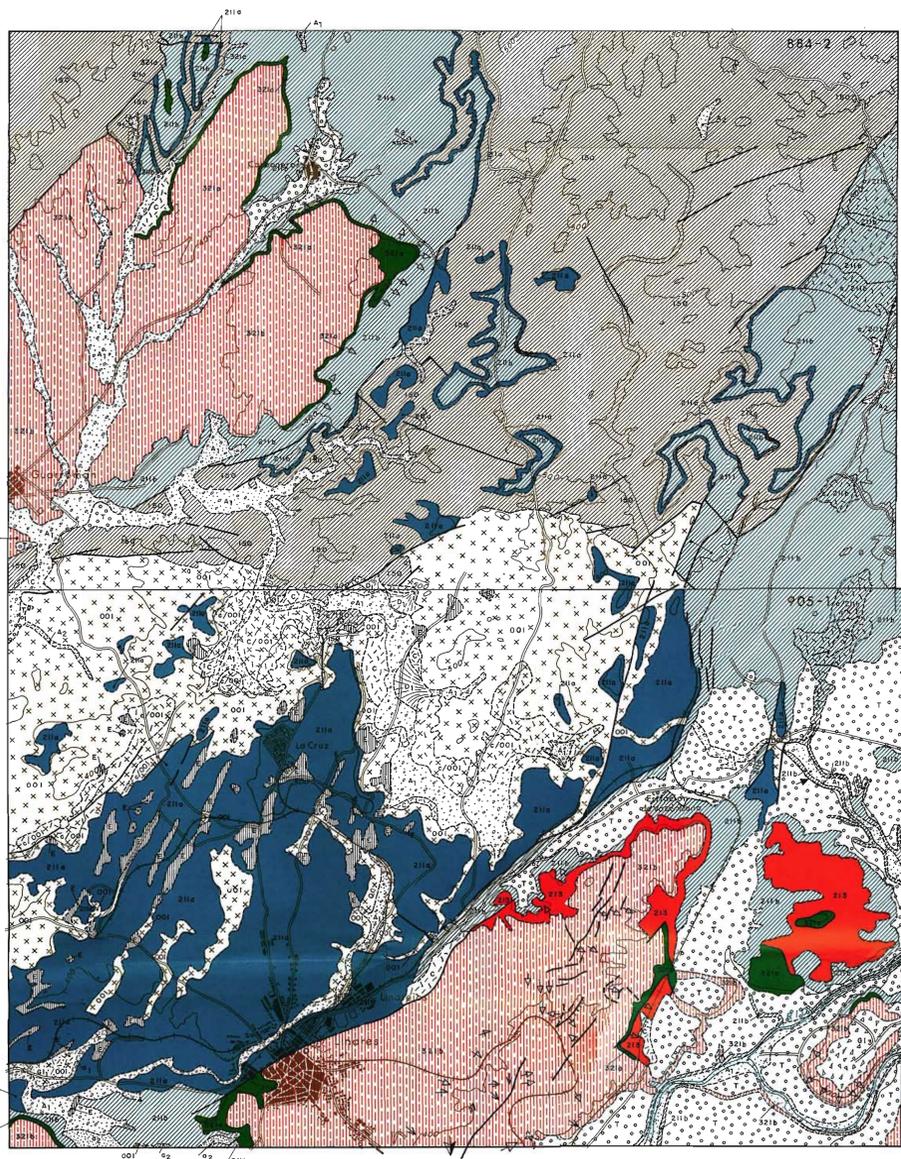
LEYENDA table with 12 rows of symbols and descriptions for geological units and soil types. Includes symbols for A1, A2, T, D1, C, G1, 321b, 321c, 250, 210, 200, 213, and 001.

SIMBOLOGIA table with 12 rows of symbols and descriptions for geological contacts and structural features. Includes symbols for CONTACTO LITOLOGICO NORMAL, CONTACTO LITOLOGICO MECANICO O FALLA, ESCARPE DE FALLA GRAVITACIONAL, ANTICLINAL, DESLIZAMIENTO ACTIVO, DESLIZAMIENTO LATENTE, DESLIZAMIENTO FOSIL, DESLIZAMIENTO FOSIL CON MORFOLOGIA DIFUSA, DESLIZAMIENTO POTENCIAL, DESLIZAMIENTO CON FLUJO ACTIVO, DESLIZAMIENTO CON FLUJO LATENTE, DESLIZAMIENTO CON FLUJO POTENCIAL, FLUJO ACTIVO, FLUJO LATENTE O FOSIL, FLUJO POTENCIAL, CANTERA INACTIVA, CANTERA ACTIVA, and FALLA EN CABEZA DE DESLIZAMIENTO.

ABREVIATURAS UTILIZADAS EN LA LEYENDA table with 4 rows of abbreviations and their corresponding descriptions for soil types and heights.

MAPA LITOLOGICO - ESTRUCTURAL

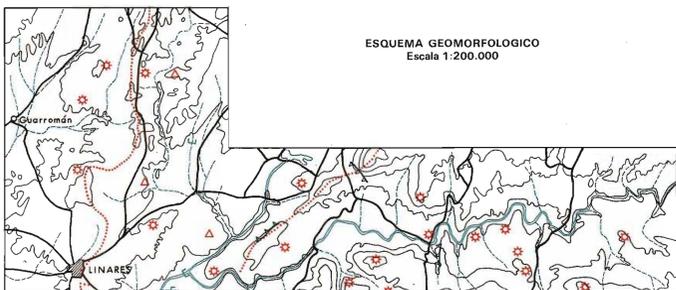
ESCALA 1:50.000



ESQUEMA GEOLOGICO

Escala: 1:200.000

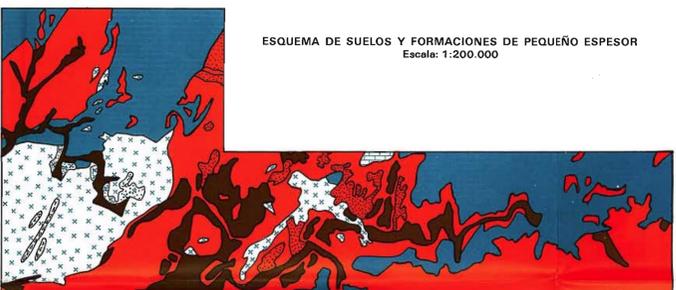
- LEYENDA
- CUATERNARIO
  - TERCIARIO
  - CRETACICO
  - JURASICO
  - TRIASICO
  - PALEOZOICO (Carbonifero)
  - GRANITO
  - FALLA



ESQUEMA GEOMORFOLOGICO

Escala 1:200.000

- SIMBOLOGIA
- Curvas de nivel de 100 en 100 m.
  - Cerro de cima redondeada
  - Cerro de cima aguda
  - Escarpe o pared rocosa
  - Línea divisoria de aguas
  - Río de curso continuo
  - Río de curso intermitente
  - Valle de fondo plano
  - Carretera



ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR

Escala: 1:200.000

- LEYENDA
- 1) SUELOS NO COHESIVOS Y FORMACIONES SUPERFICIALES DE PEQUEÑO ESPESOR
    - Suelos dispersos con fracción de frías gruesa predominante sobre rocas graníticas, conglomerados cementados y arenitas. Densidad media o floja. Materiales no cementados. Permeabilidad alta.
    - Calizales y aluviales de escasa entidad sobre materiales graníticos, arenitas y conglomerados cementados. Fracción de frías predominante y escasa fracción limosa. Densidad media o floja. Materiales no cementados. Permeabilidad alta.
    - Escambrones de cantos y bloques de granito. Densidad alta. Permeabilidad alta.
  - 2) SUELOS COHESIVOS Y FORMACIONES SUPERFICIALES DE PEQUEÑO ESPESOR
    - Suelos dispersos sobre materiales cuaternarios, formados predominantemente por limos y con proporciones variables de arenas y arcillas. Poco consolidados y blandos.
    - Calizales y aluviales de escasa entidad, formados predominantemente por limos, sobre una formación arcillosa o margosa. No consolidados y blandos.
    - Suelos dispersos sobre materiales predominantemente arcillosos o margosos. Poco consolidados y, por su resistencia a la penetración, blandos o muy blandos.
    - Suelos dispersos sobre rocas carbonatadas con importantes niveles margosos o sobre materiales paleozoicos pizarrosos. Son limos con variable proporción de la fracción de frías gruesa. Consolidación escasa o normal. Blandos o con resistencia media a la penetración.
    - Rocas duras predominantes, y suelos arcillosos margo-arcillosos, medianamente consolidados con cemento carbonatado. Resistencia a la penetración media o alta.



ESQUEMA GEOTECNICO

Escala 1:200.000

- LEYENDA
- Materiales cuaternarios predominantemente de frías y margosas, de escasa potencia. Sin apenas problemas de inestabilidad gravitacional.
  - Granitos. Rocas duras, rigibles sólo en la zona alterada. Sin problemas de inestabilidad gravitacional resquebrajados.
  - Rocas carbonatadas. Duras. No rigibles. Problemas de inestabilidad gravitacional por alteración y deformación de los materiales constituyentes de sus bases de sustentación. Existe la posibilidad de que se produzcan algunos deslizamientos en áreas muy discladas.
  - Pizarras y arenitas. Materiales duros, con escasa o nula rigibilidad y algunos problemas muy locales de inestabilidad gravitacional.
  - Conglomerados y arenitas cementadas. Rocas duras, en general no son rigibles. Su potencia es inferior a 20 m. Los posibles problemas de inestabilidad gravitacional son los que se derivan de la alteración y deformación de los materiales constituyentes de sus bases de sustentación.
  - Calizas, dolomías y rocas blandas, formando bandos de considerable potencia. Los tramos blandos son rigibles y tienen problemas de inestabilidad gravitacional. Los tramos duros son no rigibles y en ellos existe la posibilidad de que se produzcan deslizamientos.
  - Materiales arcillosos y lutitas con niveles duros intercalados, dispersos y poco importantes. Materiales generalmente rigibles y con bastantes problemas de inestabilidad gravitacional.
  - Materiales margosos y arcillosos con intercalaciones de frías y carbonatadas de importancia desigual. Los tramos no carbonatados son rigibles. Abundantes problemas de inestabilidad gravitacional.
  - Materiales predominantemente arcillosos y margosos, con vetos y sales. Rocas blandas y rigibles en general. Abundantes problemas de inestabilidad gravitacional y otros de vetos de la solubilidad de los sales.

LEYENDA

- |  |   |  |  |
|--|---|--|--|
| <p>A1 Aluviales. Arenas, gravas y limos. Materiales con permeabilidad alta, rigibles y de capacidad portante baja o media. Taludes naturales bajos. (Cuaternario. P.a.: 0-4 m.)</p> <p>A2 Aluviales. Limos y arena. Mierdas de permeabilidad escasa, fácilmente rigibles y con capacidad de carga escasa o muy escasa. Taludes naturales bajos. (Cuaternario. P.a.: 0-3 m.)</p> <p>T Terrazas. Gravas, arenas y limos. Excepto en los limos superficiales, en el resto la permeabilidad es alta. Materiales fácilmente rigibles, excepto en zonas cementadas. Su capacidad portante es de media a baja con posibilidad de asientos diferenciales y desplomes en los taludes. B y M-BK. (Cuaternario. P.a.: 3 a 10 m.)</p> <p>D1 Conos de deyección. Arenas, limos y cantos dispersos. Materiales generalmente permeables y rigibles. Capacidad portante mediana o escasa. Taludes naturales bajos. (Cuaternario. P.a.: inferior a 5 m.)</p> <p>D2 Conos de deyección. Limos con cantos dispersos. Materiales de permeabilidad escasa y fácilmente rigibles. Capacidad portante baja o media. Taludes naturales bajos. (Cuaternario. P.a.: inferior a 7 m.)</p> <p>C Calizales. Limos, limos arenosos, arenas y cantos dispersos. Materiales de permeabilidad media a baja. Fácilmente rigibles. Capacidad portante alta. Taludes naturales altos. (Cuaternario. P.a.: inferior a 5 m.)</p> | <p>G1 Glacis. Limos y arenas con cantos dispersos. Permeabilidad variable según el contenido en limos. Materiales totalmente rigibles y con capacidad portante media o incluso baja; existe la posibilidad de que se produzcan asientos diferenciales. Taludes naturales bajos o medios. (Cuaternario. P.a.: 6-8 m.)</p> <p>G2 Glacis. Gravas y limos arenosos. Materiales de baja permeabilidad. Totalmente rigibles. Su capacidad portante es baja o de tipo medio, y existe la posibilidad de que se produzcan asientos diferenciales. Los taludes naturales son bastantes sencillos. B o M-BK. (Cuaternario. P.a.: 6-8 m.)</p> <p>G3 Glacis. Conglomerados de cemento carbonatado y matriz arano-limoso, gravas y limos arenosos. Permeabilidad de moderada a alta. Rigibles, excepto en zonas cementadas. Su capacidad portante es de media a baja con posibilidad de que se produzcan asientos diferenciales. Los taludes naturales son bajos. (Cuaternario. P.a.: 4-5 m.)</p> <p>E Escambrones. Fragmentos de roca (granito). Materiales muy permeables. Los taludes naturales son los propios de un material de vertido procedente de formaciones rocosas.</p> <p>O 01 Granito de color gris o rosado, de textura granular y a veces casi porfírica, con algunos filones de apilita y pórfido granítico. Roca tanto más disclada cuanto más próxima está a las grandes fracturas. Permeabilidad variable por fracturas y discladas. No rigible. Capacidad portante alta. Taludes naturales estables. Se trata de una formación en la que los asientos pueden tener taludes subverticales. A-8F.</p> | <p>2.21a Calizas, calizas dolomíticas y dolomías. Rocas de color gris claro o gris oscuro, duras y coherentes, oquerosas, tabeadas o dispuestas en gruesos bancos, poco pliegadas al norte del Tramo, y afectadas por fuerte tectónica de escamas al sur. Bastante permeables por fallas y discladas. No rigibles y con capacidad portante alta. Taludes fuertes y estables. A-7F. (Cretácico-Cenozoico. P.a.: 100 m.)</p> <p>2.32 Calizas, calizas de frías y calizas arcillosas. Colores gris-rosado o blanquecinos. Duras y coherentes medianas. Dispuestas en potentes bancos de 20 cm. de espesor. Están fuertemente tectónicas en la parte sur del Tramo. Bastante permeables por fallas y discladas. No rigibles y con capacidad portante alta. Taludes fuertes y estables. A-7F. (Cretácico-Cenozoico. P.a.: 100 m.)</p> <p>1.50 Pizarras, arenitas apiladas y micropigmentadas. Alternancia de pizarras y arenitas apiladas de grano fino y colores grises, blanquecinos o verdosos, dispuestas en bancos de espesores variables. En la parte sur de la formación existen intercalaciones de micropigmentadas que contienen cantos de cuarzo, cuarzo y plavita, hasta 10 cm. de diámetro, englobados en matriz arano-arcillosa y con cemento silíceo. Existen algunos diques de apilita y de pórfido granítico. Serie pliegada en la Orogenia Hercínica con la dirección predominantemente N-10E. Materiales que al mismo tiempo presentan, de capacidad portante alta, y escasa o nula rigibilidad. Taludes naturales generalmente estables. M-8K. (Carbonífero. P.a.: 300-400 m.)</p> <p>2.11a Arenitas y conglomerados de colores rojos o blanquecinos, muy duros y compactos, con cemento silíceo, y cantos de cuarzo de tamaño de grano fino o medio, y a veces de gran tamaño. Prescuentes zonas metamorfolizadas y metamorfolizadas. Materiales dispuestos en gruesos bancos de forma masiva, subhorizontales y afectados por importantes fracturas. Formación poco permeable. No rigible y con elevada capacidad portante. Taludes naturales y artificiales estables. B o M-8F. (Triásico-Buntsandstein inferior. P.a.: 5 a 10 m.)</p> <p>2.12a Arenitas y conglomerados de colores gris-amarillentos o pardos, cemento calcáreo, matriz arenosa fina, y cantos de caliza heterométricos y subredondados. Med. 4 cm. de diámetro. Abundantes restos fósiles. Gruesos bancos masivos y subhorizontales. Formación escasamente permeable, poco grado rigible y de alta capacidad portante. Taludes naturales y artificiales generalmente estables, aunque los primeros están, localmente, afectados por el deslizamiento de la formación de base. M-8F. (Mioceno inferior. P.a.: 10-20 m.)</p> <p>2.21 Calizas, calizas dolomíticas, dolomías, margas, tabeadas o dispuestas en gruesos bancos. Los tramos blandos son masivos, tienen potencias hasta de 40 m., colores amarillentos. La formación está fuertemente tectónica en la parte sur, y dispuesta subhorizontalmente, en la parte norte. La permeabilidad es alta, por fracturas, discladas y karstificación de los niveles carbonatados, y escasa o nula en el resto. No son rigibles de tramos duros, y sí lo son los blandos. La capacidad portante es alta en las calizas y dolomías, y media en las arcillas y margas. Taludes fuertes en los tramos duros con posibles deslizamientos. M o A-8D. Taludes tendidos en los tramos blandos, con posible deslizamiento. M-8D. (Jurásico-Lias. P.a.: superior a 50 m.)</p> | <p>2.11b Lutitas, arcillas, niveles de arenitas y, circunstancialmente, dolomías. Rocas de color rojo vinoso predominante, dispuestas en potentes bancos homogéneos. Disposición subhorizontal. Permeabilidad generalmente escasa. Rigibilidad alta o media, y capacidad portante alta o media. Taludes naturales poco estables con frecuentes deslizamientos cuando en una situación de secado sobre la formación. I-4F. (Buntsandstein Medio-Superior. P.a.: 100-200 m.)</p> <p>3.21b Margas grises y arcillas margosas. Niveles dispersos de arenitas y arenitas calcáreas. Las margas y arcillas se disponen en potentes bancos masivos y homogéneos. Las arenitas se disponen en bancos más débiles. Disposición predominantemente horizontal, con algunas fallas de gravedad. Fuerte inestabilidad gravitacional con abundantes fracturas masivas de gravedad y frías (arenitas). Taludes naturales tendidos e inestables. M o A-10. (Mioceno Medio. P.a.: 150-220 m.)</p> <p>3.21c Margas y arcillas margosas de colores grises y arenitas calcáreas, pardo-amarillentas. Las margas y arcillas están dispuestas en potentes bancos masivos y homogéneos. Las arenitas se disponen en bancos más débiles. Disposición subhorizontal, con algunas fracturas de gravedad. Notable inestabilidad gravitacional con deslizamientos y flujos. Permeabilidad escasa en general. Fácilmente rigibles, excepto las arenitas cementadas. Capacidad portante de media a alta en los bancos potentes de arena y baja en las lutitas afectadas por M-3D. (Mioceno Superior. P.a.: 120-180 m.)</p> <p>2.30 Arenas, arcillas, arenitas, calizas arenosas, margas y margo-calizas. Las arenas son de grano fino o medio y, como las arcillas, tienen colores abigarrados y son casilinos y micáceas. Forman lentijones de potencia variable. Las calizas arenosas, margas y margo-calizas son de color rojo amarillento o amarillento y están dispuestas en bancos de potencia variable, pudiendo alcanzar hasta 80 m. El grupo está muy tectónico (fallas, cabalgamientos) en la parte sur del área de estudio. Los niveles duros son permeables por fracturación y los arcillosos casi impermeables, excepto últimos con frías discladas y flujos. Son materiales rigibles excepto los niveles carbonatados. La capacidad portante es alta en las calizas y media a baja en las arenas y arcillas. Taludes estables en los niveles duros. A-7D, y poco estables en los blandos. M-3D. (Cretácico inferior. P.a.: 50-300 m.)</p> <p>2.10 Margas yesíferas, arcillas, arenitas, lutitas y calizas, correspondientes a los grupos 2.21a, 2.13 y 2.21b, recubiertas frecuentemente por potentes masas coluviales. Grupo con estructura cálcica que constituye a zonas amplias de labora afectadas por deslizamientos de frías profundas y complejas. Permeabilidad alta en general. Formación rigible salvo las áreas, frecuentes, con masas potentes de fósiles profundos y complejos. Capacidad portante alta. Taludes naturales inestables potencialmente. I-8F. (Jurásico-Keuper-Buntsandstein-Cuaternario. P.a.: 250-350 m.)</p> <p>2.13 Margas yesíferas, arenitas, arenas arcillosas, arcillas, bancos de yesos y, circunstancialmente, calizas oquerosas. Rocas con tonos abigarrados o de color vinoso, dominante. Las arenitas son de grano fino, tabeadas y cementadas. Los yesos se presentan dispersos en las margas, formando foras o lentes, o en bancos masivos que pueden llegar a 10 m. de espesor; en algunos otros aparecen totalmente puros. En conjunto son materiales que se presentan en bancos masivos (margas, arcillas) o bien estratificados. La disposición predominantemente horizontal en la parte norte, y está afectada por fenómenos tectónicos complejos, en la parte sur. Permeabilidad escasa. Materiales rigibles, excepto los yesos masivos, las arenitas cementadas y las calizas que son las que tienen mayor capacidad portante. Taludes naturales inestables en general, con pendientes y alturas variables. (Keuper. P.a.: 150 m.)</p> |
|--|---|--|--|

- SIMBOLOGIA
- CONTACTO LITOLOGICO NORMAL
  - CONTACTO LITOLOGICO MECANICO O FALLA
  - ESCARPE DE FALLA GRAVITACIONAL
  - BUZAMIENTO
  - DESPLAZAMIENTO ACTIVO
  - DESPLAZAMIENTO LATENTE
  - DESPLAZAMIENTO FOSIL
  - DESPLAZAMIENTO FOSIL CON MORFOLOGIA DIFUSA
  - DESPLAZAMIENTO POTENCIAL
  - DESPLAZAMIENTO CON FLUJO ACTIVO
  - DESPLAZAMIENTO CON FLUJO LATENTE
  - DESPLAZAMIENTO CON FLUJO POTENCIAL
  - FLUJO ACTIVO
  - FLUJO LATENTE O FOSIL
  - FLUJO POTENCIAL
  - CANTERA INACTIVA
  - CANTERA ACTIVA
  - FALLA EN CABEZA DE DESPLAZAMIENTO

- ABREVIATURAS UTILIZADAS EN LA LEYENDA
- I. Taludes indefinidos de altura superior a 40 m.
  - A. Taludes altos, de 20 a 40 m. de altura.
  - M. Taludes medios, de 5 a 20 m. de altura.
  - B. Taludes bajos de menos de 5 m. de altura.
  - P.a. Potencia aproximada.

