



estudio  
previo  
de  
terrenos



**autopista**  
**Madrid - Burgos**  
**TRAMO : TORRELAGUNA - PRÁDENA**

**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.

**M.O.P.**

DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS Y CAMINOS VECINALES  
DIVISION DE MATERIALES

**ESTUDIO PREVIO DE TERRENOS**

AUTOPISTA MADRID-BURGOS

*TRAMO: TORRELAGUNA-PRADENA*

CUADRANTES:

458-2 y 3 PRADENA

484-1,2,3 y 4 BUITRAGO DEL LOZOYA

509-1 y 4 TORRELAGUNA

FECHA DE EJECUCION: SEPTIEMBRE 1.971

## INDICE

	<u>Pág.</u>
<b>0. INTRODUCCION Y GENERALIDADES</b>	<b>1</b>
<b>1. ZONAS DE ESTUDIO</b>	<b>3</b>
<b>2. ESTRATIGRAFIA GENERAL DEL TRAMO</b>	<b>5</b>
<b>3. ZONA I: MACIZO MONTAÑOSO DEL GUADARRAMA Y VERTIENTE NORTE</b>	<b>7</b>
3.1 GEOMORFOLOGIA	7
3.2 GRUPOS GEOTECNICOS.	8
3.3 RESUMEN DE LA ZONA.	14
3.4 RECOMENDACIONES	16
<b>4. ZONA II: VALLE DEL LOZOYA</b>	<b>17</b>
4.1 GEOMORFOLOGIA	17
4.2 GRUPOS GEOTECNICOS	20
4.3 RESUMEN DE LA ZONA	30
4.4 RECOMENDACIONES	31
<b>5. ZONA III: ALINEACION MONTAÑOSA DE LA PEDRIZA-PERDIGUERA-CABEZA DE LA BRAÑA</b>	<b>33</b>
5.1 GEOMORFOLOGIA	33
5.2 GRUPOS GEOTECNICOS	34
5.3 RESUMEN DE LA ZONA	47
5.4 RECOMENDACIONES.	49
<b>6. ZONA IV: VALLE DE GUADALIX-TORRELAGUNA</b>	<b>51</b>
6.1 GEOMORFOLOGIA	51
6.2 GRUPOS GEOTECNICOS	53
6.3 RESUMEN DE LA ZONA	71
6.4 RECOMENDACIONES.	72
<b>7. ESTUDIO DE YACIMIENTOS</b>	<b>73</b>
7.1 CANTERAS	73
7.2 GRAVERAS	73
7.3 PRESTAMOS	73
7.4 YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON DETALLE	74
<b>8. OBSERVACIONES GENERALES SOBRE LAS INDICACIONES GEOTECNICAS Y LAS PROSPECCIONES LLEVADAS A CABO</b>	<b>75</b>

## **INTRODUCCION Y GENERALIDADES**

El Tramo Torrelaguna—Prádena comprende los siguientes cuadrantes de las Hojas del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.

458—2,3  
484—1,2,3,4  
509—1,4

El presente Estudio Previo de Terrenos ha sido realizado por GEOTEHIC, Ingenieros Consultores, en colaboración con el SERVICIO DE GEOTECNIA Y PROSPECCIONES de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas.

La cartografía se ha confeccionado originalmente sobre mosaicos de fotografía aérea a escala 1:25.000 y trasladado oportunamente mediante transvisión simultánea a planos 1:50.000 del Mapa Topográfico Nacional.

Ha supuesto el levantamiento del mapa geológico del Tramo, mediante fotogeología y geología de campo yuxtapuestas o simultaneadas, seguidas del estudio micropetrográfico y geotécnico de las muestras recogidas en la fase de campo. Principalmente tales muestras corresponden a materiales susceptibles de ser aprovechados en la construcción de las futuras redes viarias del Tramo, o hayan de constituir el cimiento de las mismas. Los resultados de dicha investigación son considerados en las descripciones geotécnicas que se hacen para cada zona de estudio considerada.

El estudio comprende una primera parte, de carácter general, en la que se expone la división del Tramo en zonas y la descripción de la columna litoológica de conjunto. En segundo lugar se hace el estudio específico de cada una de dichas zonas, en sus aspectos morfológico, litológico, estructural y geotécnico.

Acompañan a la Memoria numerosos gráficos (columnas lito-estratigráficas, cortes geológicos, diagramas de plasticidad, etc), así como cuadros—resúmenes de materiales, láminas de fotografías aéreas, fotos de campo y un mapa geológico a escala 1:50.000.

La simbología adoptada en los superponibles de los fotoplanos a escala 1:25.000 es la inserta en el Pliego de Condiciones Facultativas para el Estudio Previo de Terrenos, publicado por la Dirección General de Carreteras con fecha Enero de 1970.

La clasificación geotécnica de los materiales del Tramo está apoyada a menudo en el estudio y ensayo de las numerosas muestras recogidas a lo largo de la fase de geología de campo, o durante las prospecciones (sondeos helicoidales) realizadas. Pese a ello, en numerosos casos se trata de clasificaciones geotécnicas estimadas o deducidas por comparación con otros materiales ensayados, litológicamente equivalentes a aquéllos.

## **1. ZONAS DE ESTUDIO**

El presente Tramo ha sido dividido para su estudio en cuatro zonas, denominadas respectivamente:

1. Macizo montañoso del Guadarrama y vertiente norte
2. Valle del Lozoya
3. Alineación montañosa de La Pedriza—Perdiguera—Cabeza de la Braña
4. Valle de Guadalix—Torrelaguna

En líneas generales y como su propio nombre expresa, las zonas 1 y 3 constituyen los umbrales rocosos prominentes del Tramo, mientras las 2 y 4 son asiento de los valles y penillanuras interiores. Todas ellas se hallan dentro del ámbito general de la sierra de Guadarrama.

El esquema adjunto muestra, de manera gráfica, la situación, extensión relativa y distribución general de las citadas zonas.

# ESQUEMA DE DISTRIBUCION DE ZONAS

ESCALA 1:200.000

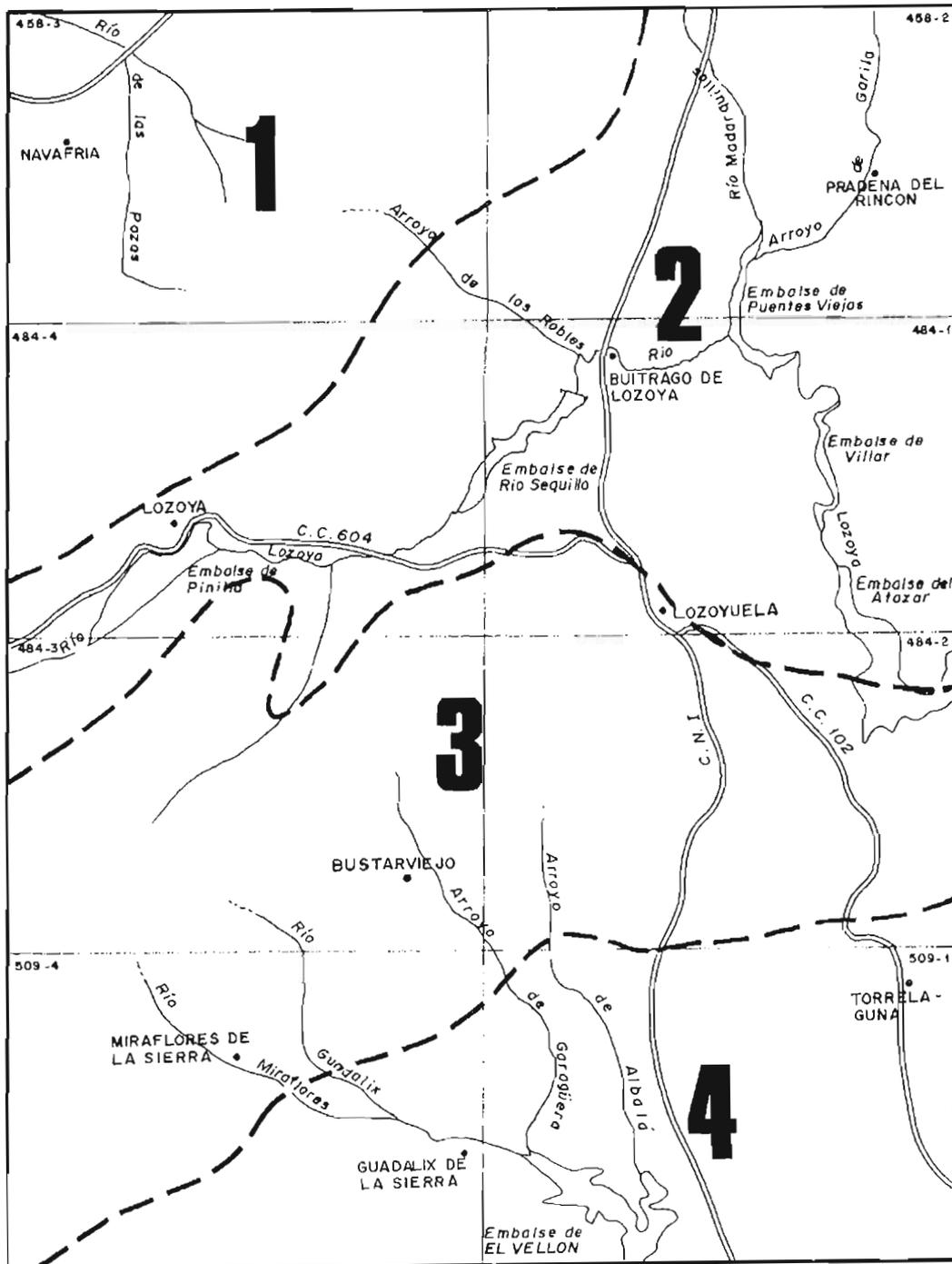


Fig. I

## 2. ESTRATIGRAFIA GENERAL DEL TRAMO

La columna lito—estratigráfica general del Tramo estudiado comprende un zócalo cristalino o paleozoico (en parte granítico s.l., en parte metamórfico) y una cobertera meso-terciaria, en la que solo cabe separar el Cretácico, con dos tramos bien diferenciados y el Terciario, bastante completo (Paleógeno y Neógeno). Todo ello cubierto parcialmente por formaciones residuales de potencia y naturaleza muy variadas, o acúmulos aluvio—deyectivos—morrénicos de muy limitada extensión e importancia geotécnica.

El contacto entre el estrato basal y los diversos términos de la cobertera, es anormal, casi siempre de tipo erosivo. Sólo podría hablarse de contacto mecánico en zonas intensamente fracturadas o en alineaciones estructurales con fallas longitudinales inversas con dispositivo cabalgante, como ocurre al N de Torrelaguna o en la zona de Redueña—Venturada.

Por su parte, el contacto granito—gneis o granito—micasquistos (micacitas y rocas afines) es, con cierta frecuencia y siempre localmente, mecánico, aunque lo general es que aparezca como contacto difuso, con paso gradual de uno a otro tipo de roca.

El Paleógeno acompaña al Cretácico formando con él una unidad tectónica, aunque es presumible la existencia de discordancias angulares locales entre ambas formaciones.

El Neógeno es generalmente transgresivo sobre el Paleógeno, en el que se apoya indistintamente concordante, acordante o discordante. El Plioceno recubre parcialmente a ámbitos cristalinos siempre mediante contacto erosivo, sin que se haya observado en la zona estudiada la superposición de Plioceno y otros miembros del Terciario de la región.

En lo que a litología se refiere es preciso indicar, dentro del zócalo granítico, la existencia de numerosos afloramientos de rocas filonianas diversas, generalmente ácidas, (pórfidos cuarcíferos, pegmatita, aplitas, etc) y enclaves de composición y textura diversa dentro de la familia granitoide. Son rocas generalmente granudas, de gran compacidad y dureza, aunque el macizo rocoso que integran se halla muy fracturado y dislocado en general.

El gneis constituye asimismo un componente principal dentro de la columna litológica de conjunto. Presenta también diversas litofacies, de las que solamente dos han sido separadas en cartografía. La diferencia esencial entre ambas reside en el tamaño de grano y el estado de fracturación.

Los micasquistos cartografiados representan un estado múltiple dentro del proceso metamórfico desarrollado por la intrusión granítica sobre la serie sedimentaria encajante, de tal manera que existe una amplia gama de metamorfitas entre el granito o gneis propiamente dichos y las pizarras sericíticas del Portillo del Lobo (N de Torrelaguna).

Son rocas lajeadas, extraordinariamente ricas en mica con textura y tamaño de grano variables.

Las pizarras sericíticas citadas afloran únicamente en el paraje antes indicado. Se trata de rocas arcillosas de textura fina, pizarrosa, con marcada hojosisidad y muy exfoliables.

La serie cretácica comprende dos tramos: el inferior, integrado por arenas arcillosas, arcillas versicolores y areniscas blandas (a veces molasas francas), y el superior, básicamente formado por calizas margosas con algunas intercalaciones de margas poco consolidadas, lo que provoca una erosionabilidad diferencial muy notable, con los consiguientes "descalces" de los bancos calizos y sus eventuales y siempre locales desprendimientos.

El Terciario es esencialmente detrítico, salvo en las capas basales del Eoceno, en las que aparecen cambios laterales de facies de matriz marcadamente evaporítica. Comprende dos/tres tramos dentro del Paleógeno y otros dos/tres dentro del Neógeno. El Plioceno constituye un único grupo litológico igualmente detrítico de origen continental, y se dispone horizontalmente sobre el estrato gneísico o micasquistoso del borde oriental del Tramo.

Finalmente, el Cuaternario está representado por el conjunto de depósitos recientes de origen aluvial, deyectivo o morrénico, y los suelos residuales (eluvio-coluviales) procedentes de la meteorización y erosión progresiva del substrato geológico formado por los grupos descritos.

### 3. ZONA I: MACIZO MONTAÑOSO DEL GUADARRAMA Y VERTIENTE NORTE

#### 3.1 GEOMORFOLOGIA (Fig. 2 y 3)

Esta zona comprende aproximadamente el 17 % de la superficie total del tramo, y en ella se encuentran los puntos topográficamente más elevados del mismo. Se extiende en dirección SW-NE en el extremo noroeste del área estudiada, correspondiendo a la parte más oriental de la Sierra de Guadarrama. Constituye la divisoria entre las grandes cuencas de los ríos Duero y Tajo.

En la zona de las cumbres (fig. 2) el punto más alto corresponde al vértice Nevero con 2209 m, junto al borde oeste de la zona. A partir de este punto y hacia el NE las cotas se hacen menores hasta alcanzar los 1773 m en el Puerto de Lozoya-Navafría; siguiendo en la dirección NE, de nuevo se elevan las cotas, culminando en el vértice Muela con 2103 m. A partir de este punto la cresta de la sierra va perdiendo altura media de forma suave, de manera que ya, en el borde N de la zona, queda a la cota 1759, próximo al Puerto de Peña Quemada (fuera de la zona).

La cresta de la sierra es de perfil transversal redondeado, excepto en las zonas de Realejo Alto, Muela y Lomo Gordo, y del Nevero, en donde se encuentran sendas llanuras (fig. 3), con aspecto de restos de una antigua superficie de erosión (Foto 1, Lám. 1).

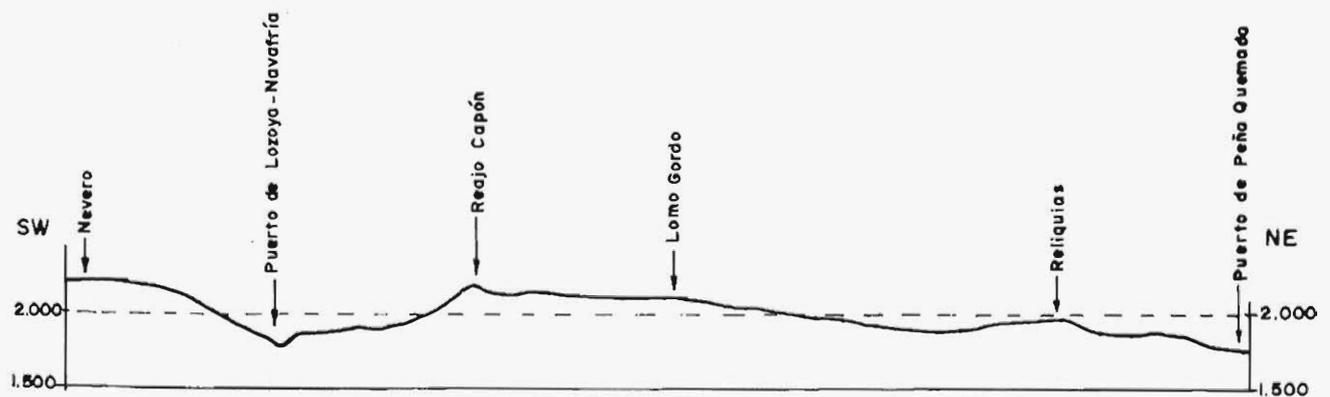


Fig. 2.— Perfil longitudinal de la zona I, siguiendo las cumbres de la Sierra del Guadarrama.  
Escala: H = 1:150.000; V = 1:50.000

Las dos vertientes son muy desiguales, especialmente desde el puerto de Lozoya-Navafría hacia el NE. La vertiente norte es de trazado uniforme y suave, con ausencia de grandes entrantes y salientes topográficos. Al oeste del citado puerto, la vertiente norte es análoga a la del sur, es decir muy abrupta, con arroyos encajados y salientes topográficos muy marcados.

El trazado de la red hidrográfica de la zona está influenciado en buena parte por las fracturas y fallas. La disposición de los materiales le afecta relativamente poco ya que éstos presentan una esquistosidad sensiblemente paralela a la dirección de la sierra.

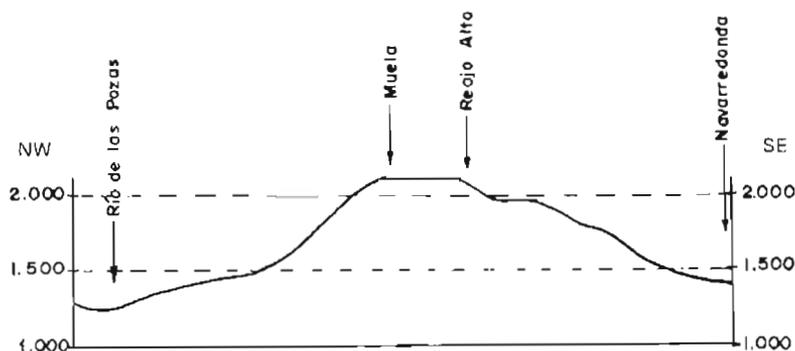


Fig. 3.— Perfil transversal de la zona I.  
Escalas: H = 1:150.000; V = 1:50.000

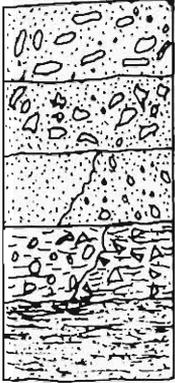
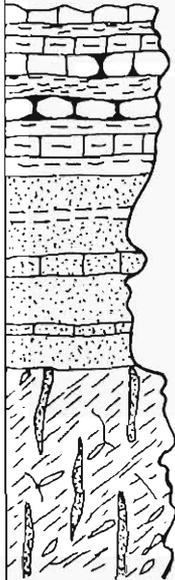
El perfil longitudinal de los distintos arroyos es abrupto, como corresponde a las cabeceras de cuenca; igualmente, el perfil transversal es en uve aguda, a veces con escarpes subverticales. La erosión remontante en algunos casos ha actuado profundamente afectando sensiblemente a la cresta de la sierra. Tal es el caso del río de Las Pozas, por la vertiente norte, debido a cuya acción erosiva, en gran parte, se ha formado el puerto de Lozoya—Navafría.

Los principales cursos de agua en la vertiente norte son el río Cega y el río de Las Pozas y los arroyos de Peña Negra, del Toril, de los Tejos y del Chorro, todos ellos, en último extremo, afluentes del río Cega.

En la vertiente sur los arroyos son más numerosos si bien ninguno llega a la importancia de los principales del norte. Son, de NE a SW, los siguientes: arroyo de Las Fuentes (o de la Solana), de la Dehesa, de la Trocha, Buitraguillo, de los Robles, del Chorro, Mata del Tirón, de la Fuensanta, del Navarejo, del Palomar y de los Moyos, como más importantes.

### 3.2 GRUPOS GEOTECNICOS

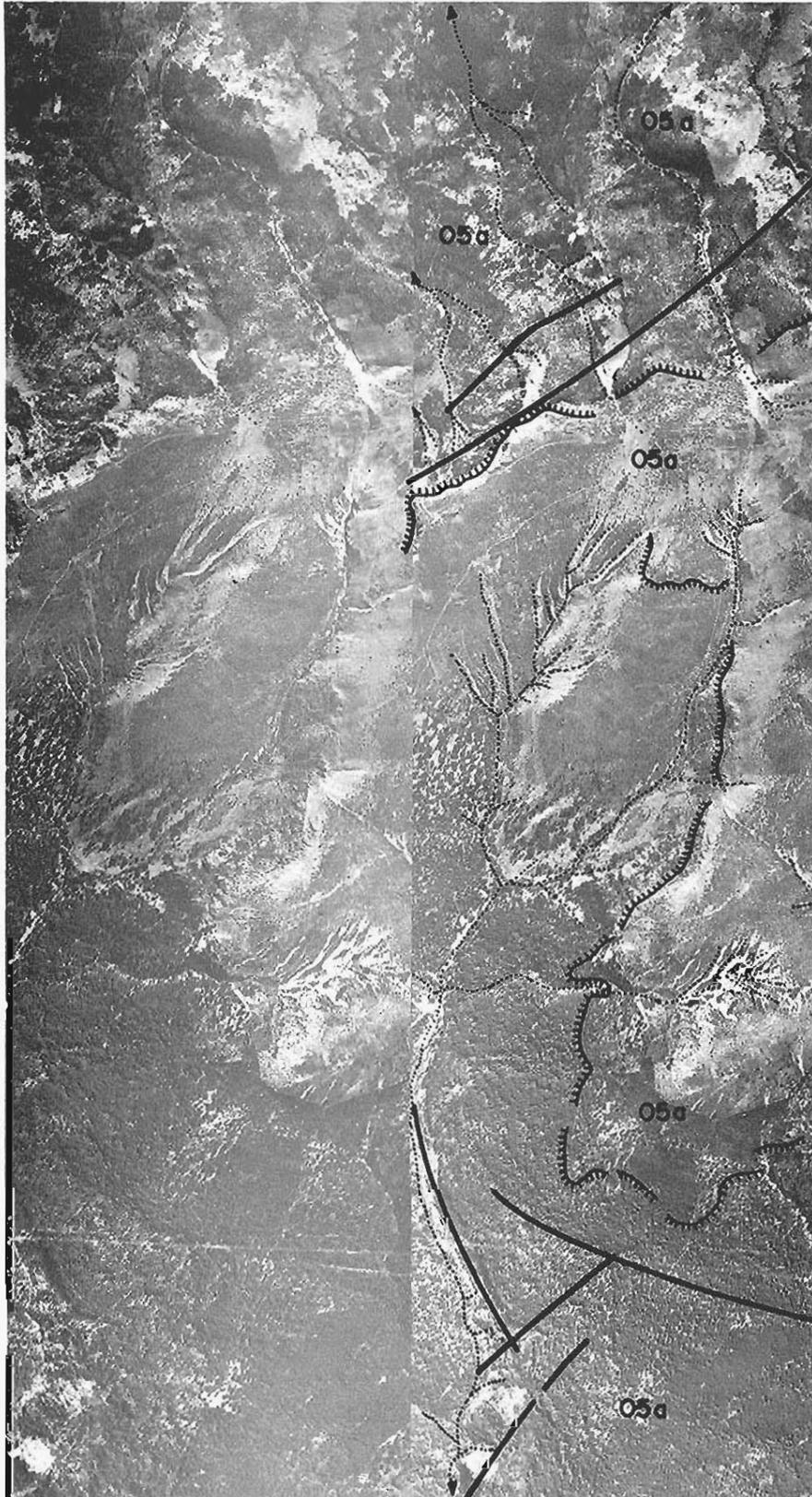
A continuación se describen los diversos grupos geotécnicos que se han diferenciado en la zona, tal como se muestra en la columna litológica. Las superposiciones y separaciones que aparecen en esta columna de los grupos de suelos del cuaternario son puramente esquemáticas y no reales, como fácilmente puede comprenderse.

COLUMNA LITOLÓGICA	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	EDAD
	40e	Morrenas de circo glaciar, con abundantes bolos y bloques, mezclados con gravas y limos fundamentalmente. Ripables, permeables.	Cuaternario
	40c	Suelos coluviales de gravas abundantes, con bolos mezclados en proporción muy variable de unos puntos a otros, con finos limo-arcillosos no muy abundantes.	Cuaternario
	40a	Suelos de arrastre, con cantos rodados de naturaleza gneílica fundamentalmente, de tamaño grava con algunos bolos y finos arcillo-limosos, a veces muy abundantes. Ripables.	Cuaternario
	40c	Coluviales a veces poco importantes, de gravas con bolos abundantes y finos escasos. Permeables. Ripables.	Cuaternario
	40b	Suelos eluviales de textura fina, ricos en limos y arcillas. Ripables.	Cuaternario
	28a	Calizas cristalinas algo arcillosas, blanquecinas y de tintes crema, con intercalaciones menores de 1 m de niveles margocalizos y margas. En general no ripables. Erosionables solo los niveles margosos.	Cenomanense
	27	Arenas arcillosas versicolores y areniscas blanco-amarillentas, alternando. Ripables a marginales en los niveles de areniscas. Erosionables.	Albense
	05a; 04p 04a; 04g	Gneis embrechítico-glandulares, con cristaloblastos de feldespato a veces de varios centímetros. Grano grueso en general. Textura gneílica muy manifiesta, con bandas muy ricas en feldespatos y cuarzo y otras muy ricas en micas. Diques de pórfidos cuarcíferos, de fracturación irregular; y diques de pegmatitas (poco importantes) y aplitas.	—

#### SUELOS (40a, 40e, 40c, 40b)

Hemos agrupado en este apartado las formaciones superficiales cartografiadas en la zona de estudio, bien sean acúmulos recientes (aluviales y morrenas) o suelos residuales (eluviales y coluviales).

Litología.— Los suelos aluviales (40a) están generalmente formados por gravas sucias, arenoso-arcillosas, con recintos locales de gravas lavadas. La naturaleza de los cantos



varía desde gneís a pórfidos y aplitas, fundamentalmente, siendo los más abundantes los de gneís.

Las morrenas (40e) constituyen siempre acúmulos granulares de textura heterogénea y basta. La proporción de finos es muy variable, normalmente de tipo limoso. La arena es frecuentemente minoritaria. Incluyen bloques dispersos.

Los suelos eluviales (40b)—coluviales (40c) son fundamentalmente arenoso—arcillosos de textura fina y compacidad media.

Estructura.— Las formaciones del presente grupo tienen carácter masivo o con ligera diferenciación de capas lenticulares de disposición subhorizontal. Morfológicamente sus afloramientos coinciden con vaguadas o zonas de pie de ladera igualmente deprimidas.

Las morrenas no presentan la topografía típica de estas formaciones, debido a que han sido muy erosionadas (Foto 2, Lám. II).

Geotecnia.— Son materiales granulares poco o nada trabados por cemento y, en consecuencia, bastante erosionables y completamente ripables. Permeables o cuando menos semipermeables, presentan niveles freáticos someros siempre que la topografía y el substrato geológico condicionan la estanqueidad del agua de escorrentía. No contienen en general materias agresivas al hormigón.

#### FORMACION CALIZO—MARGOSA DE GALLEGOS (28a). Fig. 4

Litología.— Formación caliza y calizo—margosa, en sucesión regular de capas de 0,4 a más de 1 m y entre las que se intercalan, de manera esporádica, tramos tableados margo—calizos y margas blancas. La formación puede alcanzar una potencia total del centenar de metros o superior, siendo siempre minoritaria la proporción de niveles blandos. Se halla carstificada en parte y densamente diaclasada, por lo que la progresión de este fenómeno es bastante rápida dentro de la escala geológica.

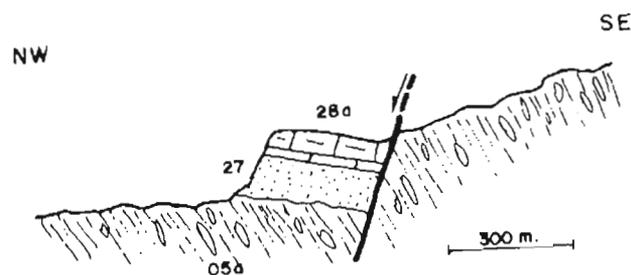


Fig. 4.— Esquema del afloramiento mesozoico del norte de Gallegos.

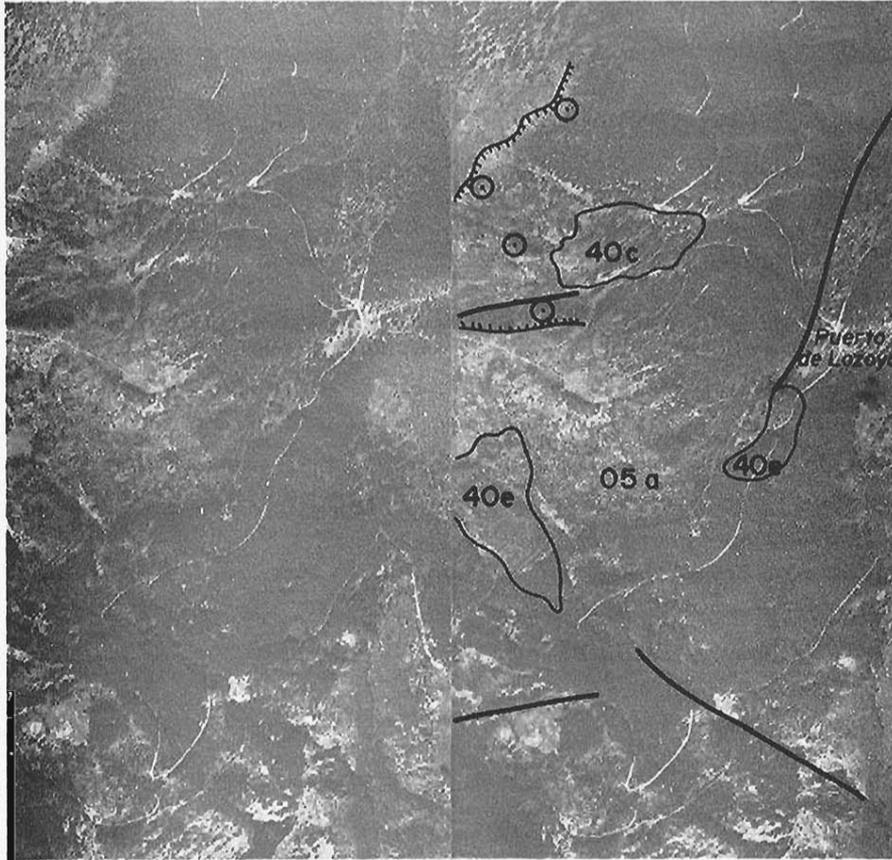


Foto 2.— Formaciones morrénicas en la zona del Puerto de Lozoya.  
Substrato gneésico. Hoja 484—4.

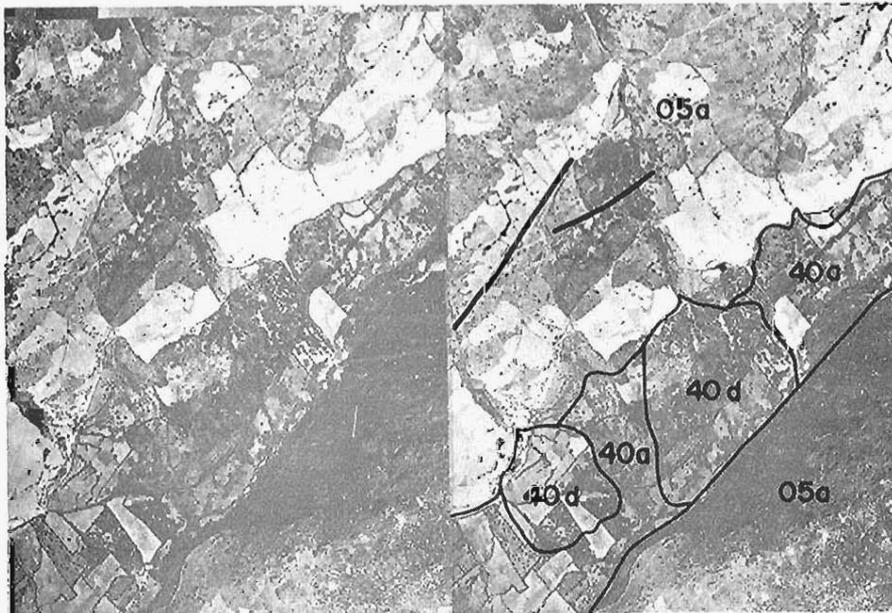


Foto 3.— Conos de deyección al NE de Lozoya. Hoja 484—4.

Estructura.— La serie caliza cretácica constituye un paquete monoclinal, con buzamiento de unos 25 grados, en el que la "cuesta" de los estratos coincide más o menos con la superficie topográfica del afloramiento, y el "talud" de los mismos da origen a laderas escarpadas e irregulares, con salientes y cornisas de las que se desprenden numerosos bloques calizos.

Geotecnia.— Son rocas con diaclasado medio, distribuídas en gruesos bancos y fino tableado localmente. Su permeabilidad es notoria, de origen estructural y cárstico. Producen ocasionales desprendimientos de cornisas cuando un estrato calizo se apoya sobre margas blandas, erosionables. Carsticidad media. No ripables en general.

#### ALBENSE DE GALLEGOS (27). Fig. 4

Litología.— Formación alternante de arenas arcillosas versicolores y areniscas amarillentas, poco endurecidas frecuentemente. Los niveles arenosos incluyen asimismo capas arcillosas francas de color blanco o blanquecino, pobres en cantos y granos silíceos. Las areniscas tienen siempre trama silícea cerrada y cemento de naturaleza variada (arcilloso o carbonatado), apareciendo algunos bancos de verdaderas molas amarillentas. El espesor de las capas arenosas oscila entre 0,5 y 1 m, mientras los horizontes arcillo—arenosos muestran estratificación cruzada y potencia de hasta 1,5 a 2 m.

Estructura.— Dada la perfecta concordancia entre el presente grupo (Albense) y el anterior (Cenomanense), todas las indicaciones hechas sobre la tectonoestática de aquél son asimilables a éste.

Geotecnia.— Erosionabilidad diferencial acusada entre los lechos de arenas y las capas arenosas o molásicas, produciéndose algunos descalces y caídas de cornisas de poca importancia. Taludes medios estables de 30—35 grados. Capacidad portante del conjunto media a alta. Permeables a semipermeables. Perfectamente ripables los lechos arenosos y con ripabilidad marginal los paquetes arenosos.

#### MACIZO GNEISICO DE GUADARRAMA (05a). Fig. 5

Litología.— Gneis glandular lajeado de textura cristalina basta, netamente porfiroide, de gran compacidad. En su masa destacan cristales de feldespato de hasta 7—10 cm, con formas angulosas, más frecuentes lenticulares. Hacia el E estos gneis se hacen menos glandulares, pasando a gneis bandeados, biotíticos y sillimaníticos, en ocasiones con almandino, y cuya proporción de feldespato es muy variable, aunque en general se observa que, conforme se progresa hacia el E, la facies se hace más esquistosa y menos feldespática. Disyunción regular de tendencia lajosa. Se halla afectado por una densa red de diaclasas, por lo que su alteración y degradación son notables. Su afloramiento se halla cruzado por numerosos diques de pórfidos y rocas afines, cuya potencia y corrida varían entre medio metro y una decena de metros. La capa meteorizada puede

alcanzar 3–4 m, proporcionando un manto eluvio–coluvial potente y continuo de naturaleza arenoso–arcillosa.

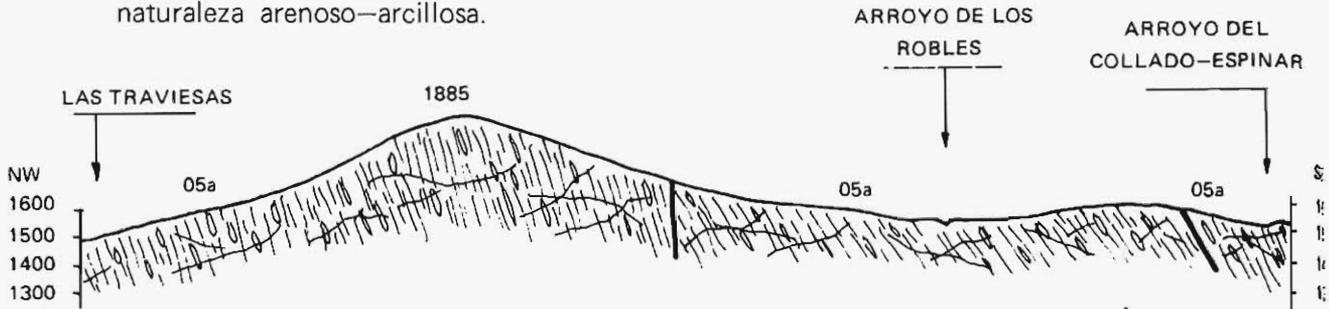


Fig. 5.— Corte geológico transversal de la zona axial de la sierra al SE de Gallegos. 05a: gneis. Escala 1:25.000.

Estructura.— No siempre es neta la orientación de la esquistosidad y el bandeo claro–oscuro de estas rocas. Puede afirmarse, sin embargo, que estas soluciones de continuidad y cualesquiera otras heterogeneidades de este macizo gneísico adoptan orientaciones locales muy variables, sin que pueda establecerse una orientación preferencial en la mayor parte de los casos (Foto 4, Lám. III). Las fracturas que afectan al macizo son importantes tanto por su densidad como por su amplitud. Ellas condicionan diversos aspectos geotécnicos del grupo, tales como la existencia de niveles freáticos someros en algunos puntos, mantos eluvio–coluviales locales anormalmente potentes, y formas topográficas bruscas susceptibles de provocar desprendimientos de bloques.

Geotecnia.— Rocas de elevada compacidad, dureza y resistencia en estado sano, pierden totalmente estos caracteres en estado de alteración, por efecto de la acción química y física del agua de lluvia. Esta acción se encuentra facilitada y ampliada por la textura (grano muy grueso) y la tupida red de diaclasas que afecta al macizo rocoso. Los suelos eluvio–coluviales desarrollados sobre él son de naturaleza granular, arenoso–arcillosa, permeables y perfectamente ripables. La ripabilidad disminuye al disminuir el grado de alteración de la roca, hasta hacerse nula. Los taludes medios son estables hasta la verticalidad en roca sana; disminuyen su pendiente de equilibrio hasta 30–35 grados en los suelos eluvio–coluviales.

### 3.3 RESUMEN DE LA ZONA

De los diversos grupos litológicos de la zona, el más importante por su extensión es el de los gneis, pues ocupa, aflorando como tal, casi toda la zona y constituye además el substrato de todos los suelos. Prácticamente toda la formación gneísica se encuentra cubierta por una capa de alteración localmente potente, a lo que contribuyen dos hechos fundamentales: uno es la propia naturaleza de la zona, con su textura característica, en donde la abundancia de minerales laminares favorece la meteorización, así como el desequilibrio químico–mineralógico en que se encuentran prácticamente todos los componentes; por otra parte, toda la formación aparece afectada por numerosas fracturas, que son vías de penetración fácil a la meteorización. Debido a la topografía abrupta,

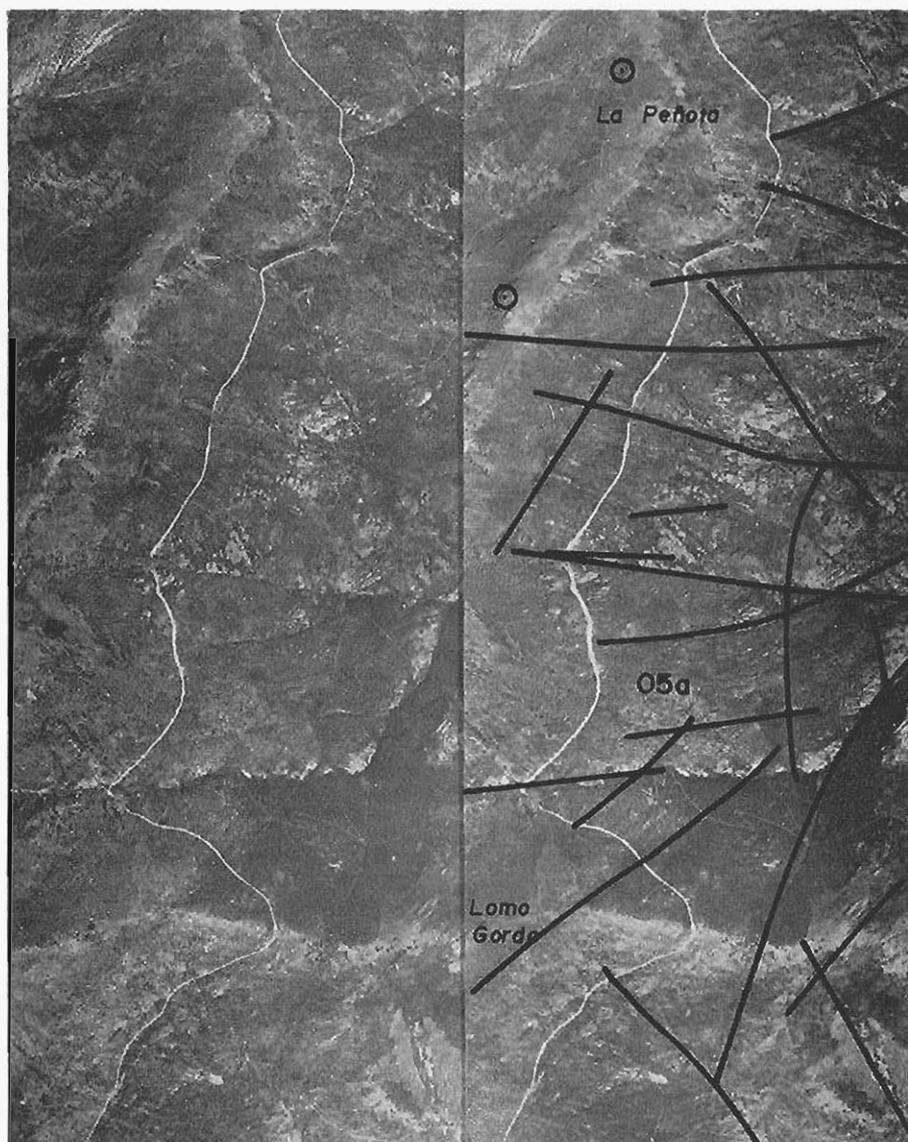


Foto 4.— Red de drenaje impuesta por la tectónica local. La Peñota-Lomo Gordo, en la cumbre de la sierra de Guadarrama, al este del puerto de Lozoya. Hoja 458-3.

los suelos eluviales, se hallan cubiertos en numerosos puntos por suelos coluviales, fácilmente alimentados por la capa de alteración; no hay que olvidar que la zona comprende las cumbres y laderas de un tramo de la sierra de Guadarrama, con pendientes muy pronunciadas e incluso escarpes verticales.

De las distintas fracturas, las más importantes, tanto por su abundancia como por su extensión son las de dirección NE–SW, sensiblemente paralelas a la dirección de la sierra. Le siguen en importancia las de dirección N–S, ligeramente viradas hacia el este o el oeste. Por último las E–W son las menos frecuentes.

Si bien el gneis es una roca compacta y resistente, alterado pierde gran parte de estas características, pasando del comportamiento de roca al de suelo, poco o nada trabado, según el grado de alteración.

Los desprendimientos de bloques observados son muy abundantes en la zona axial, en donde la topografía es más abrupta, con frecuentes escarpes.

El drenaje superficial y el profundo están bien desarrollados, salvo en recintos muy pequeños y localizados. Únicamente el drenaje es dificultoso en el aluvial al oeste de Gallegos, apareciendo con frecuencia encharcado.

### **3.4 RECOMENDACIONES**

Se recomienda el estudio sistemático y periódico de las variaciones de los niveles freáticos en las áreas del NW de la zona, con vistas a evaluar su importancia e influencia en el comportamiento geotécnico de los suelos correspondientes. A fin de evaluar la resistencia del gneis como substrato de eventuales vías de comunicación (a cielo abierto y en túnel), sería necesario conocer su comportamiento como macizo rocoso, para lo cual es imprescindible un estudio extenso e intenso de todos los tipos de soluciones de continuidad existentes (diaclasas, fracturas, diques, juntas en general, etc), así como su relación con las estructuras primarias de la roca.

Es recomendable estudiar las características geomecánicas de las aplitas y pórfidos, a fin de evaluar más concretamente su valor como árido.

## 4. ZONA II. VALLE DEL LOZOYA

### 4.1 GEOMORFOLOGIA. Figs. 6, 7 y 8

Esta zona comprende algo más del 30 por ciento de la superficie total del tramo. Corresponde al Valle del río Lozoya, el cual penetra en la zona hacia la mitad del borde oeste estudiado. La forma y disposición de la zona puede verse en el esquema de la figura 1; comprende, como hemos dicho, las partes bajas de la cuenca del río Lozoya y sus afluentes principales. También incluimos aquí la parte NE del tramo que, por su situación y extensión, no aconsejaban separarlas para formar otra zona distinta.

En general presenta una topografía suavemente ondulada, en la que se pueden distinguir varias partes. En primer lugar se encuentra el valle de Lozoya-Pinilla (Fotos 5 y 6, Lám. IV), alargado en dirección NE-SW, de origen tectónico (fosa), parcialmente relleno por aluviones (foto 8, Lám. V), parte del cual constituye actualmente el vaso del embalse de Pinilla. Por él discurre el río Lozoya, hasta llegar a la altura de la villa

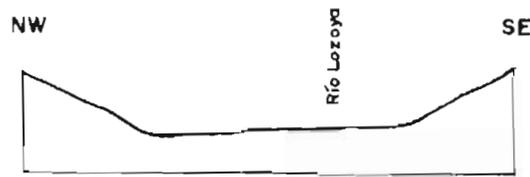


Fig. 6.— Perfil topográfico esquemático de la zona II transversal al valle de Lozoya-Pinilla.

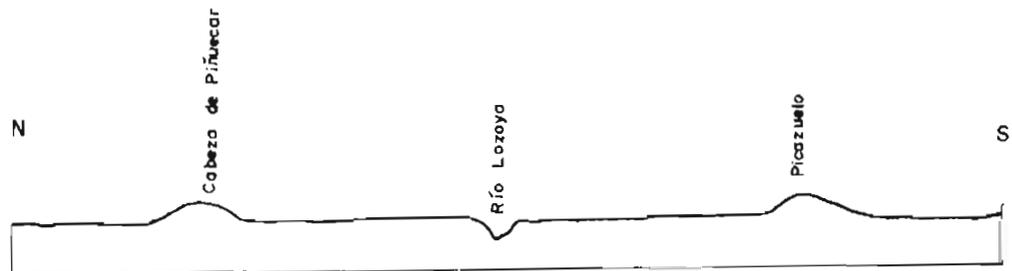


Fig. 7.— Perfil topográfico esquemático de la zona II entre las proximidades de Aoslos (N) y Cincovillas (S).

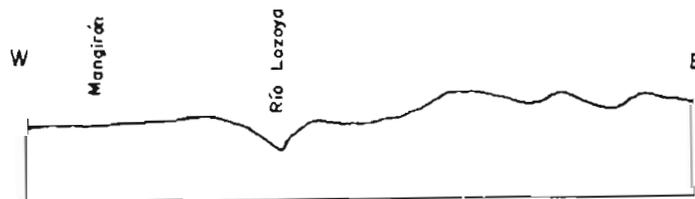


Fig. 8.— Perfil topográfico esquemático de la zona II, por Mangirón.

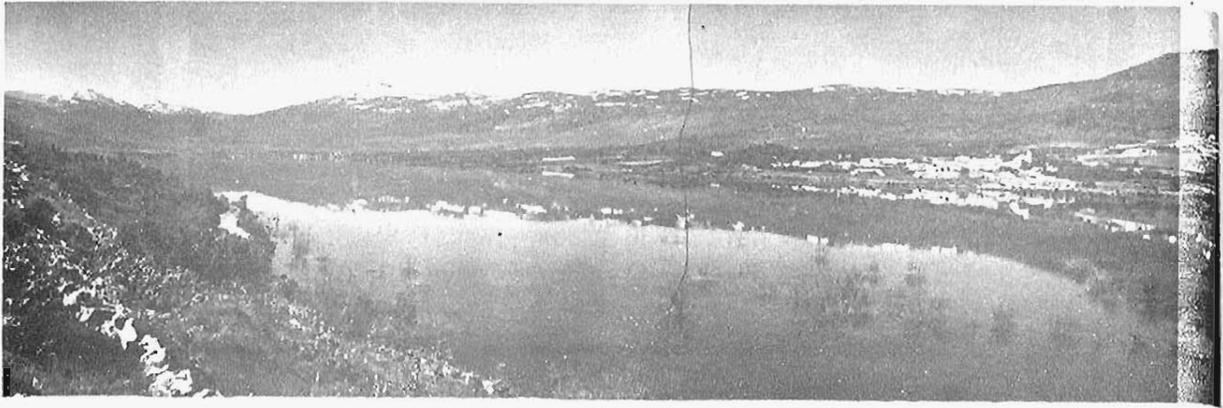


Foto 5.— Embalse de Pinilla, en el valle-fosa de Lozoya. Al fondo, la sierra de Guadarrama. A la derecha, Lozoya, Hoja 484-4 (98 H-80 y 82).



Foto 6.— Valle de Rascafría-Pinilla. Al fondo, la sierra de Guadarrama. En el centro, formación cretácica. Hoja 484-3 (98 H-88 y 90).

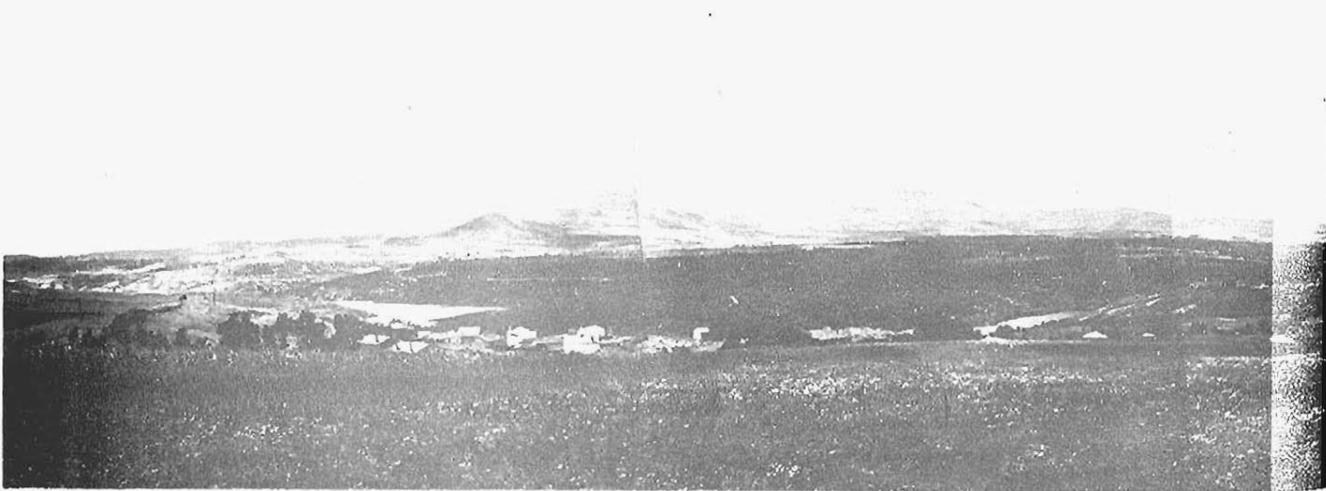


Foto 7.— Panorámica desde las proximidades de Cervera de Buitrago hacia el oeste. Al fondo, alineación montañosa de Cabeza de la Braña. A la izquierda, embalse del Atazar, en el río Lozoya. Hoja 484-2 y 3.



Foto 8.— Valle del Lozoya, cubierto parcialmente por terrazas y aluviones recientes. En el centro, la localidad de Pinilla. La parte de la derecha del valle se encuentra actualmente cubierta por el embalse de Pinilla. Hoja 484-4 y 3.

del mismo nombre, en donde abandona el valle, encajado entre las elevaciones de Cachiporrilla y La Cruz. Continúa el río con un trazado meandriforme no muy acusado y relativamente encajado, discurriendo por una amplia zona abierta, encajándose cada vez más, hasta salir de la zona por el borde SE (Foto 7, Lám. IV). Varios embalses se han construido a lo largo del río Lozoya dentro de la zona, aprovechando su trazado, ondulado y poco inclinado, que les da capacidad, y su encajamiento, que proporciona adecuadas cerradas. Estos embalses son, aparte del ya citado de Pinilla, los de Rioseco, Puentes Viejas, El Tenebroso, El Villar y finalmente el Atazar (cuya presa está fuera de la zona).

El río Lozoya recibe varios afluentes, no muy importantes en general, de los que los principales son, por la margen izquierda, los siguientes: arroyo de Los Hoyos, de Navarejo y de Fuensanta, del Villar (todos en el valle de Lozoya–Pinilla), de la Nava de Pinilla, de los Robles, de las Cárcavas y río Madarquillos, que recibe a su vez al río de la Nava. A partir de este punto recibe numerosos arroyos que descienden de la alineación montañosa de Peña de la Cabra (fuera de la zona y junto al borde oriental). Por su margen derecha recibe los arroyos de los Collados, de Canencia y de Garganta de los Montes como más importantes.

Además de la elevación de La Cruz (oeste del Gargantillo del Lozoya), la más importante es la de Cabeza de Piñuécar, que se alza más del centenar de metros sobre la zona llana, entre Piñuécar y la Serna del Monte. Análogamente ocurre con el Picazuelo, al NW de Cincovillas.

La zona al este de la alineación río Madarquillos–río Lozoya, es bastante accidentada, con alineaciones montuosas importantes, como la comprendida entre Prádena del Rincón y Horcajo de la Sierra.

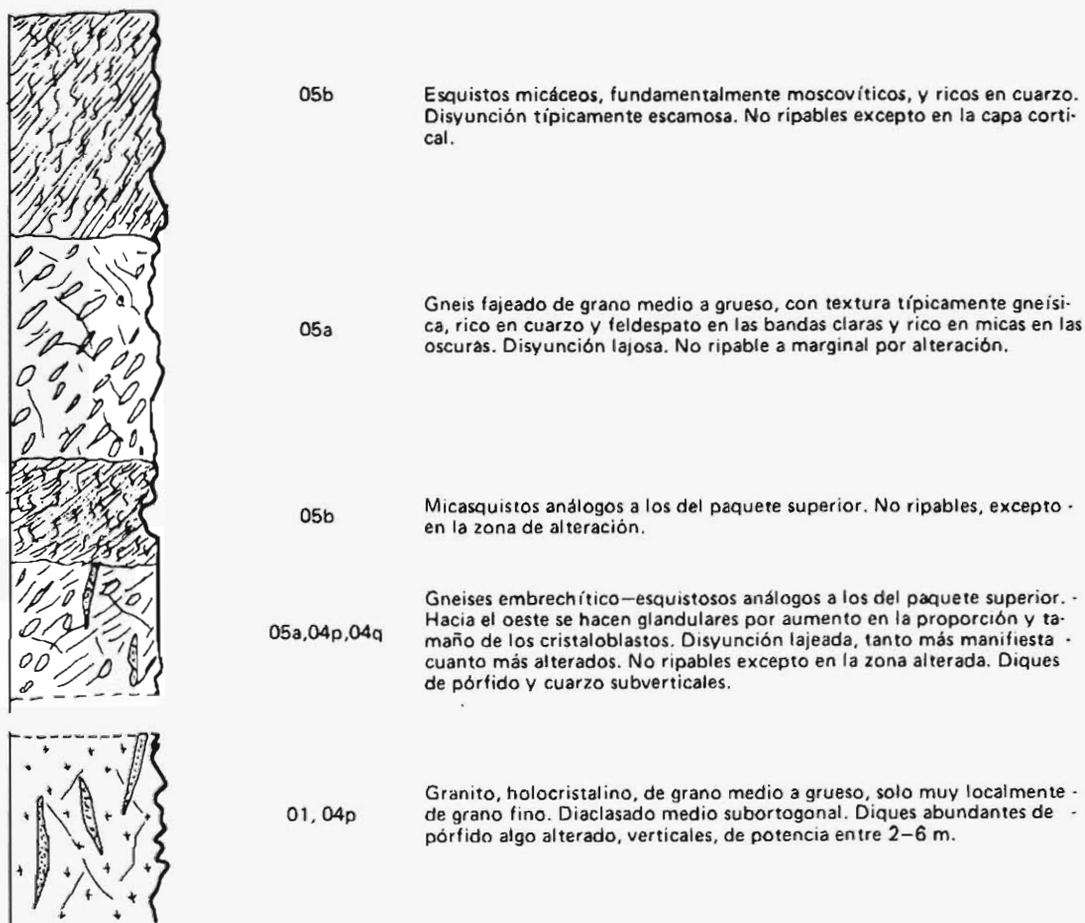
## **4.2 GRUPOS GEOTECNICOS**

Se describen a continuación los diversos grupos geotécnicos diferenciados en la zona, tal como aparecen en la columna litológica. En ella aparecen sintetizados todos los grupos, en orden de edad. Las superposiciones de la columna pretenden agrupar materiales de cierta analogía (suelos) o bien superposiciones reales de los materiales. Las separaciones se insertan para mayor comprensión, por no existir contacto real o por ser éste variable de unos puntos a otros.

### **SUELOS (40a, 40d, 40c, 40b)**

Hemos formado un grupo complejo incluyendo todas las formaciones superficiales de la zona, ya tengan origen de acúmulo más o menos alejado de su "patria" (aluviones, conos de deyección y algunos coluviones), bien se trate de suelos residuales, producto de la alteración meteórica del substrato, que permanecen más o menos sobre las rocas

COLUMNA LITOLOGICA	REFERENCIA	DESCRIPCION	EDAD
	40a	Suelos granulares de gravas rodadas y finos. Localmente son poco abundantes las gravas y a veces lo son los finos. Ripables. Permeables.	Cuaternario
	40c	Coluviales y conos de deyección de material granular de tipo grava, con abundantes finos limosos en general. Ripables. Permeables.	Cuaternario
	40b	Suelos residuales de textura arenosa, con limos a veces muy abundantes y escasos bolos y bloques. Permeables. Ripables.	Cuaternario
	36	Conglomerados de cemento arcilloso rojizo, con trama de cantos rodados de cuarcita (muy abundantes), granito, gneis, pizarras, esquistos, etc. Muy erosionables. Ripables.	Plioceno
	32a	Conglomerados calizos de cantos subsféricos y cemento calcáreo rojizo, en capas de 0,7 m. alternando con arcillas margosas y margas marrones. Erosionabilidad media a baja. Ripables a marginales.	Neógeno
	28b	Alternancia de calizas y margas blanquecinas, notablemente erosionables, cubiertas a menudo por suelos eluviales pulverulentos. Pasan lateralmente a la litofacies siguiente. Ripabilidad marginal a nula.	Cenomanense
	28a	Calizas algo arcillosas, carstificadas, en capas de 0,4-1 m, con intercalaciones de margocalizas y margas blancas, tableadas. En el muro calizas arenosas y molasas. No ripables. Permeables en general.	Cenomanense
	27	Sucesión alternante de arenas arcillosas blancas o versicolores en paquetes gruesos con estratificación cruzada; y areniscas (a veces molasas) amarillentas, en capas de 0,5-1,5 m. Ripables a marginales.	Albense



de las que proceden.

Litología.— Los suelos aluviales (40a) tienen naturaleza diversa, generalmente granular, con presencia constante de la fracción arenoso—arcillosa y bloques aislados minoritarios. Existen recintos de gravas rodadas limpias, o con pequeña proporción de finos, en general aptas para ser utilizadas como áridos en carreteras. Su potencia varía de unos puntos a otros. Donde mejor desarrollados están es en el valle de Lozoya—Pinilla, si bien en buena parte se encuentran actualmente cubiertos por las aguas del embalse de Pinilla.

Los conos de deyección (40d) son siempre formaciones muy localizadas de naturaleza granular de cantos poco rodados y matriz arcillosa abundante. Existe una zonación selectiva de tamaño de cantos correspondiendo la fracción más gruesa a la parte inferior del cono. Algunos presentan una ligera cementación.

Los suelos eluvio—coluviales (40b y 40c) son generalmente arcillo—arenosos, sin diferenciación visible de capas. Contienen una pequeña proporción de cantos mayores, angulosos. Su naturaleza y textura varía en relación con las correspondientes al substrato sobre el que se desarrollan.

Estructura.— Todas ellas son formaciones horizontales o subhorizontales (los conos de deyección presentan una ligera inclinación en favor de la pendiente (ver Foto 3, Lám. II), y la diferenciación de capas es siempre local y no muy neta.

Geotecnia.— Presentan niveles freáticos someros a menudo y superficiales localmente. Su capacidad portante sufre amplias variaciones en relación con su variada naturaleza, morfología y textura. Son siempre ríptiles y en buena parte aprovechables como áridos o como préstamos. No permiten taludes medios estables de más de 30–35 grados de pendiente como término medio.

#### MATERIALES DETRITICOS DE EL FRONTON (36). Fig. 9

Litología.— Están formados por cantos rodados de procedencias diversas (granitos, gneis de varios tipos, cuarcitas, pizarras, etc) entre los que abundan los de cuarcita. Los tamaños más frecuentes son de 3 a 15 centímetros y no es raro encontrar grandes bolos de varios decímetros de diámetro. Los cantos aparecen mezclados entre sí de forma grosera, tanto por naturaleza como por tamaño, inmersos en una masa limo–arcillosa y arenosa rojiza.

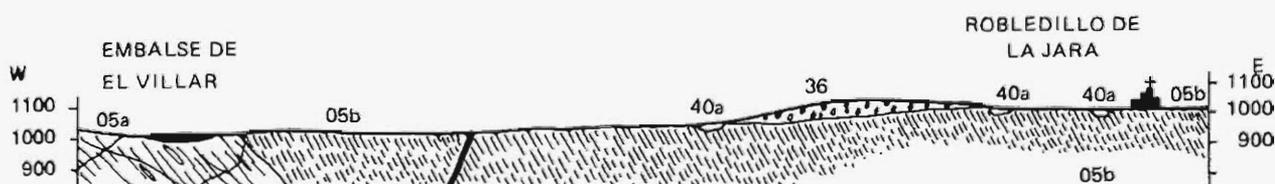


Fig. 9.— Corte geológico E–W por Robledillo de la Jara, mostrando la disposición del Plioceno (grupo 36) sobre los esquistos. 05b: micasquistos; 36: conglomerados arcillosos; 40a: aluviones. Escala 1:25.000.

Estructura.— En conjunto, estos sedimentos detríticos parecen horizontales, si bien su estratificación no es muy clara. Difícilmente pueden verse capas por lo que su posición se deduce del conjunto más que del detalle. Por la forma de los afloramientos, la disposición general es de estar horizontales, con ligera inclinación al sur y oeste.

Geotecnia.— Son materiales de capacidad portante elevada. Admiten taludes medios estables próximos a los 40 grados, si bien son fácilmente erosionables. Perfectamente ríptiles.

#### CAPAS DETRITICAS DE ALAMEDA DEL VALLE (32a)

Litología.— Aparece como una monótona alternancia de arcillas margosas marrones, algo arenosas, y conglomerados poligénicos cementados, de cantos heterométricos, rodados en general. La potencia máxima del tramo se desconoce pero por el tipo de afloramiento se puede estimar en más de 50 m.

Estructura.— La estratificación es muy marcada, con lechos de 0,4 a 1 m y buzamiento variable pero siempre muy tendido. Buzan en sentido contrario a la superficie topográfica,

por lo que aparentemente buzan mucho más. Sus contactos están ocultos por mantos de depósitos fluvio—coluviales.

Geotecnia.— La consolidación y cohesión de los materiales de este grupo son notables. En consecuencia su erosionabilidad es menor y su estabilidad en los taludes, naturales o artificiales, alta. Es una formación semipermeable. Su capacidad portante debe ser media a alta y su ripabilidad marginal.

#### FORMACION CALIZO—MARGOSA DEL SUR DE ALAMEDA (28b). Fig. 10

Litología.— Sucesión alternante regular de capas calizas y margosas de color blanquecino o crema y estructura monoclin al suavemente tendida. Las calizas son algo margosas, compactas y duras, con algunas recristalizaciones en vénulas hialinas, pardas o rojas, de calcita. Las margas tienen tacto pulverulento y aparecen tableadas frecuentemente. Los tramos calizos presentan fisuras y huecos cársticos, generalmente rellenos por depósitos carbonatados recientes y arcillas de decalcificación.

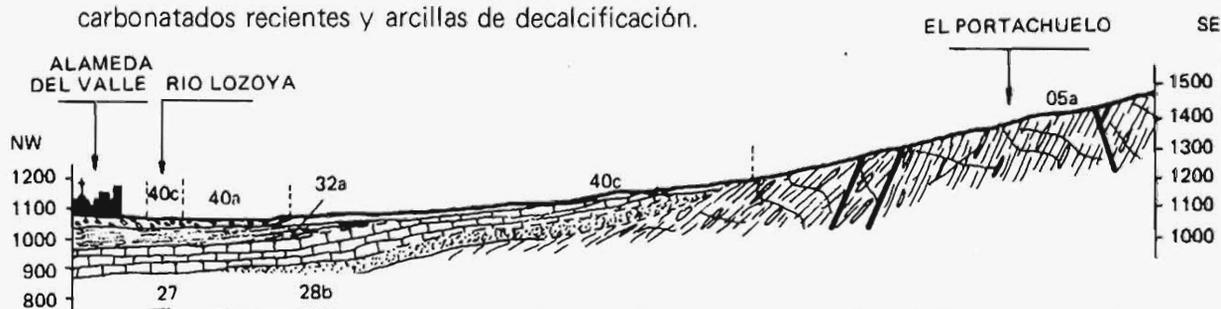


Fig. 10.— Corte geológico NW—SE por Alameda del Valle mostrando la disposición de los materiales meso-terciarios sobre los gneis. 40a: aluvial y terrazas; 40c: coluviales; 32a: neógeno; 28b: cenomanense; 27: albense; 05a gneis. Escala 1:25.000.

Estructura.— Serie monoclin al de vergencia sur, con buzamiento menor de 30 grados al norte. La red de diaclasas es abierta, con signos frecuentes de carstificación en las mismas. La superficie topográfica del afloramiento coincide, a menudo, con la "cuesta" de las capas, produciendo a modo de extensas e inclinadas mesas. A su vez, la superposición de estos materiales sobre el tramo arenoso—arcilloso del Albense, condiciona la formación de resaltes alineados, con cornisas y desprendimientos frecuentes.

Geotecnia.— Son rocas compactas, duras y resistentes en general. Admiten taludes verticales estables, aunque debe prevenirse la posible caída de bloques calizos que eventualmente pueden quedar descalzados por erosión de las capas margosas, sensiblemente menos estables que las calizas frente a los procesos erosivos. Su permeabilidad "en grande" es notable y el drenaje superficial y profundo de sus afloramientos está bien desarrollado. Ripabilidad nula y eventualmente marginal.

#### COMPLEJO CALIZO DEL VALLE LOZOYA—PINILLA (28a). Figs. 11 y 12

Litología.— Formación caliza y calizo—margosa en sucesión regular de capas de 0,4 a

más de 1 m, entre las que se intercalan, de manera esporádica, tramos tableados margocalizos y margas blancas blandas. La formación puede alcanzar una potencia total del centenar de metros o superior, siendo siempre minoritaria la proporción de niveles blandos. Se halla carstificada en parte y densamente diaclasada, por lo que la progresión de este fenómeno es bastante rápida dentro de la escala geológica. Los cambios laterales de facies son poco importantes en la presente zona y afectan, exclusivamente, a la potencia relativa de los diferentes paquetes.

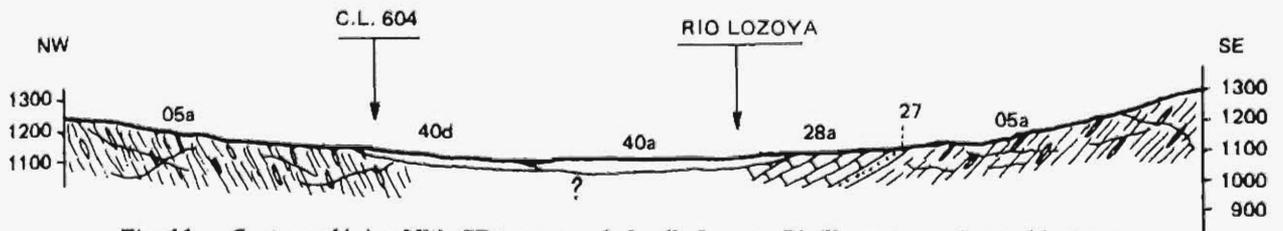


Fig. 11.— Corte geológico NW-SE transversal al valle Lozoya-Pinilla, entre ambas poblaciones. Los acúmulos recientes cubren el fondo del valle, apareciendo solo en los bordes y en algunos puntos el Mesozoico. 40a: aluvial; 40d: conos de deyección; 28a: Cenomanense; 27: Albense; 05a: gneis. Escala 1:25.000.

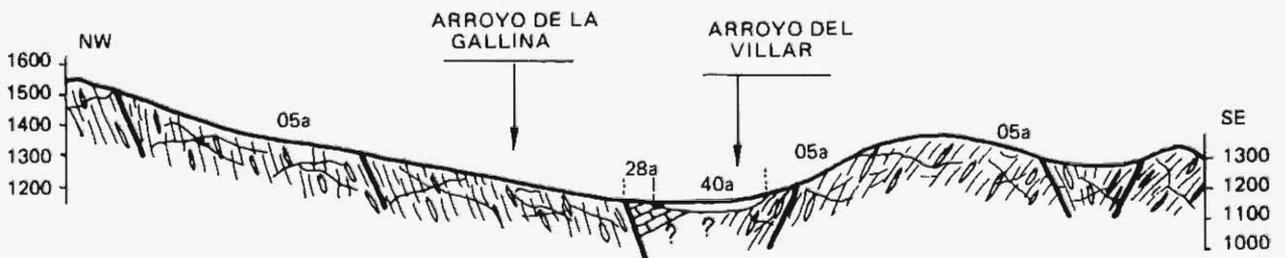


Fig. 12.— Corte geológico transversal del valle Lozoya-Pinilla, entre Lozoya y Gargantilla del Lozoya. 40a: aluvial; 28a: Cenomanense; 05a: gneis. Escala 1:25.000.

Estructura.— Con frecuencia la serie caliza cretácica constituye un paquete monoclin, con buzamiento de 35–45°, en el que la "cuesta" de los estratos coincide más o menos con la superficie topográfica de los afloramientos más importantes, y el "talud" de los mismos da origen a laderas escarpadas e irregulares, con salientes y cornisas de las que se desprenden numerosos bloques calizos. Todo ello condiciona pues la morfología típica de estos afloramientos: prolongaciones montañosas (o montuosas) a modo de estrecho espinazo rocoso, de perfil transversal disimétrico.

Geotecnia.— Son rocas con notable buzamiento y diaclasado medio, distribuidas en gruesos bancos (con tableado fino localmente). Su permeabilidad es notoria, de origen estructural y cárstico. Producen ocasionales desprendimientos de cornisas cuando un estrato calizo se apoya sobre margas blandas, erosionables. Carsticidad media. No ripables

en general.

#### ALBENSE DE ARROYO LONTANAR (27). Figs. 10 y 11

Litología.— Formación alternante de arenas arcillosas versicolores y areniscas amarillentas, poco endurecidas frecuentemente. Los niveles arenosos incluyen asimismo capas arcillosas francas de color blanco o blanquecino, pobres en cantos y granos silíceos. Las areniscas tienen siempre trama silícea cerrada y cemento de naturaleza variada (arcilloso o carbonatado), apareciendo algunos bancos de verdaderas molasas amarillentas. El espesor de las capas areniscosas oscila entre 0,5 y 1 m, mientras los horizontes arcillo—arenosos muestran estratificación cruzada y potencia de hasta 2 m. Los cambios laterales de facies son poco importantes a lo largo y ancho de la región, ya que la continuidad litológica del grupo es notoria, tanto en cuanto a naturaleza del material como en potencia media y disposición estratigráfica del tramo.

Estructura.— Dada la perfecta concordancia entre el presente grupo (Albense) y el anterior (Cenomanense), todas las indicaciones hechas sobre la tectonoestática de aquél son asimilables a éste. Morfológicamente el afloramiento de estos materiales coincide con laderas depresivas de perfil cóncavo hacia arriba, más o menos asurcadas por pequeños abarrancamientos de cauce encajado (Foto 9, Lám. VI).

Geotecnia.— Erosionabilidad diferencial acusada entre los lechos de arenas y las capas areniscosas o molásicas, produciéndose algunos descalces y caídas de cornisas de poca importancia. Taludes medios estables de 30—35 grados. Capacidad portante del conjunto media a alta. Permeables a semipermeables. Perfectamente ripables los lechos arenosos y con ripabilidad marginal los paquetes areniscosos.

#### MICASQUISTOS DE BERZOSA (05b) Figs. 13 y 14

Litología.— Podrían ser clasificados localmente por textura y composición mineralógica como rocas gneísicas de dos micas. Son rocas cristalinas, extraordinariamente ricas en minerales micáceos junto con el cuarzo y los feldespatos, a los que acompañan turmalina, circón y opacos como elementos accesorios o secundarios. Pasan con frecuencia a gneis franco sin solución de continuidad salvo en algunas zonas de fractura, y ni aún así es observable nunca un paso brusco de uno a otro material. Aparecen dos paquetes potentes separados por otro de gneis.

Estructura.— Prácticamente en toda el área la dirección de la esquistosidad es N-S, con buzamiento tendido hacia el E. Son rocas finamente lajeadas, muy deleznable, que pasan hacia los bordes a masas rocosas de igual estructura pero con lajeado menos patente y formas erosivas más abruptas, aproximándose cada vez más a la morfología típica del ámbito gneísico.

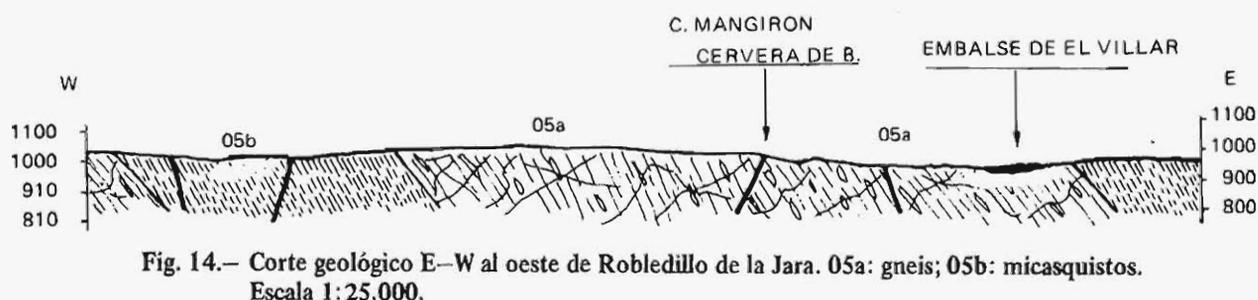
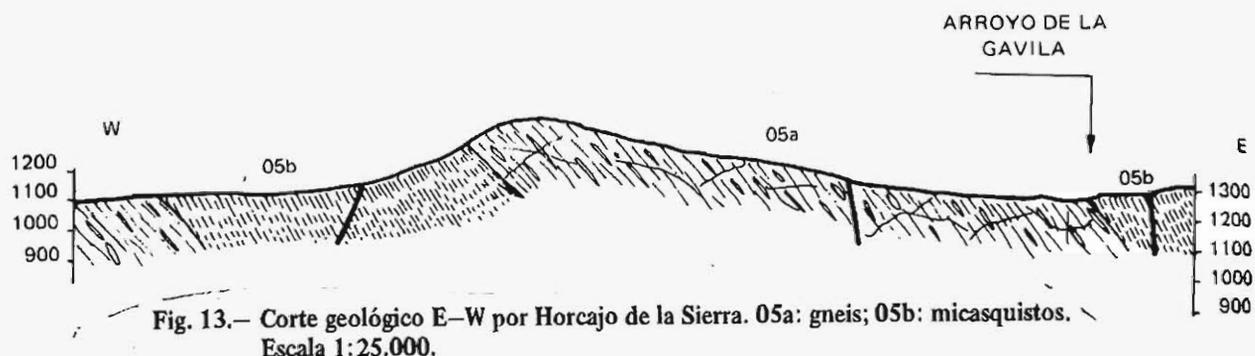


Foto 9.— Afloramiento de arenas cretácicas en la Cra. Rascafría—Miraflores. Hoja 484—3 (98H—84 y 86).



Foto 10.— Contacto Cretácico—Paleógeno al norte de Torrelaguna. Hoja 509—1 (98 H—71 y 73).

Geotecnia.— Las redes de diaclasas que afectan a estas rocas, su textura escamosa y su notable grado de alteración en superficie, las hacen muy deleznable y fácilmente exca-



vables por el agua de escorrentía. Sus afloramientos aparecen así acarcavados o, cuando menos, deprimidos, con un recubrimiento eluvio-coluvial bastante potente. No permiten taludes medios estables de pendiente superior a los 45–50 grados. Son impermeables (semipermeables en la capa de alteración). No es ripable la roca sana.

#### COMPLEJO GNEISICO DE BUITRAGO (05a) Figs. 13 y 14

Litología.— Gneis glandular lajeado, de textura cristalina basta, netamente porfiroide, de gran compacidad y dureza. En su masa destacan cristales de feldespato de hasta 7–10 cm, con formas angulosas, más frecuentemente lenticulares. Hacia el este estos gneis se hacen menos glandulares, pasando a gneis bandeados, biotíticos y sillimaníticos, en ocasiones con almandino, y cuya proporción de feldespato es muy variable, aunque en general se observa que, conforme se progresa hacia el este, la facies se hace más esquistosa y menos feldespática. Disyunción regular de tendencia lajosa. Se halla afectado por una densa red de diaclasas, por lo que su alteración y degradación son notables. Su afloramiento se halla cruzado por numerosos diques de pórfidos y rocas afines, cuya potencia y corrida varían entre medio metro y una decena de metros. La capa meteorizada puede alcanzar 3–4 m, proporcionando un manto eluvio-coluvial potente y contínuo de naturaleza arenoso-arcillosa.

Estructura.— No siempre es neta la orientación de la esquistosidad y el bandeo claro-oscuro de estas rocas. Puede afirmarse, sin embargo, que estas soluciones de continuidad y cualquiera otras heterogeneidades de este macizo gneísico adoptan orientaciones locales muy variables, sin que pueda establecerse una orientación preferencial en la mayor parte de los casos. Las fracturas que afectan al macizo son importantes tanto por su densidad como por su amplitud. Ellas condicionan diversos aspectos geotécnicos del grupo, tales como la existencia de niveles freáticos someros locales, mantos eluvio-coluviales locales anormalmente potentes, y formas topográficas bruscas susceptibles de provocar desprendimientos de bloques.

Geotecnia.— Rocas de elevada compacidad, dureza y resistencia en estado sano, pierden totalmente estos caracteres en estado de alteración. Esta meteorización se encuentra facilitada y ampliada por la textura (grano extraordinariamente grueso) y la tupida red de diaclasas que afecta al macizo rocoso. Los suelos eluvio-coluviales desarrollados sobre él son de naturaleza granular, arenoso-arcillosa, permeables y perfectamente ripables. La ripabilidad disminuye al disminuir el grado de alteración de la roca hasta hacerse nula. Los taludes medios son estables hasta la verticalidad en roca sana, disminuyendo su pendiente de equilibrio hasta 30–35 grados en los suelos eluvio-coluviales.

#### GRANITO DE LA CABRERA Y OTRAS ROCAS IGNEAS (01 y 04)

Litología.— Dentro de este grupo se insertan las rocas graníticas (y afines) cartografiadas en la zona de estudio, así como los diques de pórfidos encajados en ellas. El granito adopta algunas diferencias locales en cuanto a textura y estructura, aunque mantiene sus rasgos característicos de holocristalinidad, compacidad y composición. La alteración meteórica es muy importante, superando en algunos puntos la capa de lem los 10–15 metros. Simultáneamente, existen áreas prominentes en las que la rápida denudación del macizo granítico no permite la permanencia in situ del material alterado. El lem granítico constituye una arena arcósica pardo amarillenta, en la que flotan cantos de cuarzo y bolos subesféricos con denudación concéntrica. Los diques encajados en este grupo litológico son generalmente ácidos y leucocratos, de textura porfídica o granuda; su diaclasado es denso y su meteorización profunda. Salvo ligeras excepciones, su orientación es vertical o subvertical.

Estructura.— Presenta habitualmente estructura masiva con denso diaclasado de distribución aparentemente caótica. La lámina XVI muestra una panorámica aérea estereoscópica de la red de diaclasas del macizo de El Berrueco. Es prácticamente constante la presencia, en el paisaje granítico de la región, de grandes bolos erráticos, flotantes sobre el terreno o inmersos parcialmente en los suelos de la zona. Tales bolos son producto de la meteorización y denudación concéntrica de los bloques paralelepípedicos de granito, desmembrados dentro de la masa rocosa por la red ortogonal de diaclasas (Foto 31, Lám. XVIII).

Geotecnia.— Son rocas extraordinariamente compactas, duras y resistentes en estado sano. Impermeables texturalmente aunque presentan una notable permeabilidad secundaria local a través de juntas, fallas y diques. Su disyunción es irregular en general, proporcionando material rocoso adecuado para su empleo como árido. Por su parte, el material sano de los diques (pórfidos, principalmente, y pegmatitas, aplitas y lamprófidios) tiene características geomecánicas comparables a las del granito, mejoradas incluso en algunos y concretos aspectos (adhesividad por ejemplo); pese a ello, el tamaño de grano y su estructura cataclástica condicionan una disyunción granular poco favorable en cuanto a su utilización en carreteras.

Requiere especial mención el lem o capa de alteración que cubre a la mayor parte del macizo granítico de la zona. Constituye un material granular de naturaleza arenoso—arcillosa con cantos y bolos aislados. Permeable o semipermeable “en pequeño” permite el establecimiento de mantos freáticos locales con niveles piezométricos muy someros e incluso superficiales, y encharcamientos casi permanentes con formación de pequeños horizontes turbosos, o al menos muy ricos en humus y materia orgánica. Su erosionabilidad es considerable, y su compacidad natural escasa, con el riesgo de producirse asentamientos peligrosos en terraplenes si no se lleva a cabo una previa y adecuada compactación del material.

### **4.3 RESUMEN DE LA ZONA**

Por su mayor extensión y particular ubicación dentro de la zona, los grupos litológicos más importantes son los denominados en cartografía con los símbolos O1 (granito y rocas afines), O5a (gneis) y O5b (micasquistos). Como se ha indicado, sus respectivos afloramientos se hallan cubiertos por una potente y casi continua capa de alteración de naturaleza granular, semejante a una arena arcósica de origen sedimentario, aunque con una cierta mayor cohesión que ésta. Si bien el gneis, el granito y los micasquistos, como tales, son rocas extraordinariamente compactas, duras y resistentes, alteradas pierden gran parte de estas características, pasando del comportamiento de roca al de un suelo, poco o nada cementado. El espesor de esta capa de alteración está especialmente condicionado por la tectónica local y el tamaño del grano de la roca originaria, de tal manera, que pueden aislarse sectores en los que la capa meteorizada es prácticamente despreciable, mientras en otros alcanza 10—15 m de potencia.

Los taludes naturales y artificiales observados muestran poca estabilidad frente a la erosión meteórica, aún con ángulos muy tendidos, en el jabre (suelo granular procedente de la meteorización in situ del granito y gneis).

Los desprendimientos de bloques observados son casi inexistentes y muy poco importantes, debido a la morfología general de la zona. Salvo pequeños y localizados recintos en los que el drenaje superficial y profundo está dificultado o impedido, y en donde existen horizontes ricos en materia orgánica dentro de estos suelos, el resto de la zona

carece de materiales agresivos al hormigón o sustancias que deriven en ellos.

#### **4.4 RECOMENDACIONES**

Se recomienda estudiar con detenimiento la capacidad portante de los suelos aludidos en el apartado anterior, así como su granulometría y plasticidad, ambos conceptos poco estudiados en los reconocimientos de la zona llevados a cabo hasta el momento actual.

Se recomienda asimismo el estudio sistemático y periódico de las variaciones de los niveles freáticos en las áreas depresivas y extensas de la zona, aptas para servir de asiento a las futuras redes viarias.

Es recomendable estudiar las características geomecánicas del gneis fresco, especialmente en los yacimientos rocosos señalados en la cartografía, a fin de poder evaluar más concretamente su importancia como árido y su resistencia como substrato de eventuales caminos, túneles, etc.

## 5. ZONA III: ALINEACION MONTAÑOSA DE LA PEDRIZA-PERDIGUERA-CABEZA DE LA BRAÑA

### 5.1 GEOMORFOLOGIA. Figs. 15 y 16

Se extiende en forma de gran espinazo ramificado, con formas relativamente suaves, de W a E de la zona, dejando una serie de collados a lo largo de su cresta, a modo de extensas ensilladuras topográficas, en las que se sitúan los pasos principales de la sierra (puertos de La Morcuera, de Canencia, de la Cabrera, etc, Fig. 15).

Las mayores elevaciones se hallan en el área occidental (La Pedriza), alcanzándose y rebasándose localmente los 2000 m de altitud. Perdiguera tiene como techo 1862 m y Cabeza de la Braña 1833 (Foto 7, Lám. IV). El resto de la zona tiene una altitud media próxima a los 1000 metros.

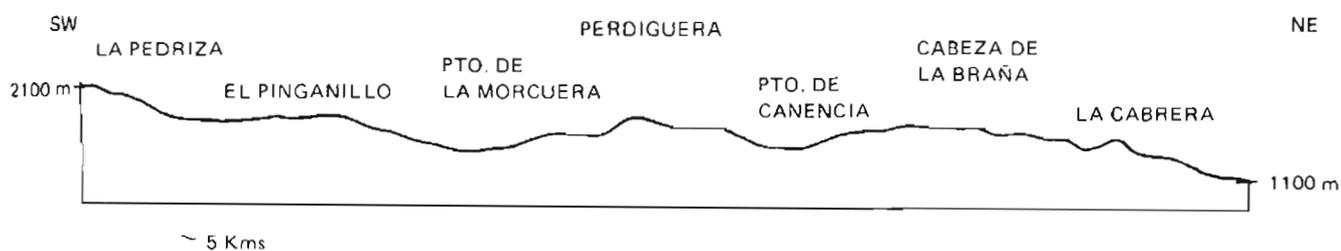


Fig. 15.- Perfil longitudinal esquemático de la zona III.

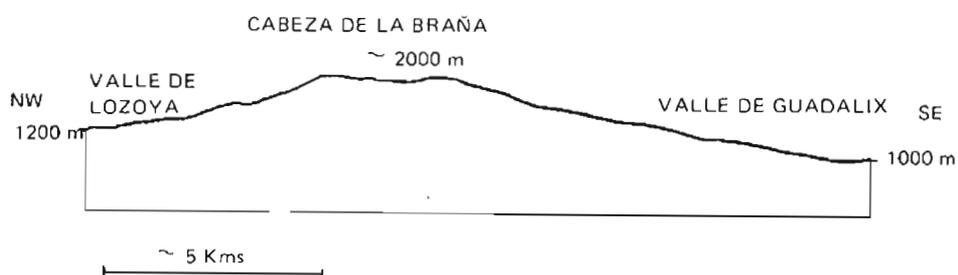


Fig. 16.- Perfil transversal esquemático de la zona III.

Como bloques anejos a la alineación descrita, aunque algo desmembrados de ella, y siempre con importancia topográfica y morfológica muy inferior, aparecen Cabeza de Alcón, con 1300 m; serretas de Guadalix y Soto del Real, con algo más de 1000 m y las alomaciones, crestas y promontorios de El Berrueco-Torrelaguna, con cotas próximas a los 1000 m.

La red de cauces, de tendencia radial centrífuga en las proximidades de los núcleos montañosos del centro y oeste de la zona, adopta trazado subortogonal o irregular en la mitad oriental de la misma, impuesto principalmente por la orientación de las estructuras que afectan al substrato geológico (estratificación, esquistosidad, fracturas y diques, de rumbos predominantes conjugados N45E y N45–60W). Dentro del ámbito primero, los arroyos de Garganta de los Montes, Canencia, El Pinganillo y Los Hoyos constituyen, en la vertiente norte, la red de drenaje local con desagües en el Río Lozoya. Son cursos de carácter torrencial (pese a que mantienen cierto caudal durante todo el año) desde la cabecera a su curso medio e incluso bajo, con pendientes axiales comprendidas entre 20 y 45 grados, y perfil transversal generalmente encajado. Por el sur, los ríos Manzanares, Miraflores y la cabecera del Guadalix constituyen, con sus numerosos e importantes afluentes, la red de drenaje principal de esta vertiente, con desagüe directo en el Jarama.

La mitad oriental de la zona presenta mayor número de cauces, es decir, una red de drenaje más densa, aunque de menor importancia que los anteriores, en cuanto a caudal y recorrido de los cursos de agua. En general tienen perfil longitudinal de pendiente más suave con talweg regular, y transversal poco o nada encajado.

Los arroyos de Garagüera, Albalá, Alfrecho del Molino y S. Vicente constituyen las principales arterias de desagüe, con desembocadura final en el río Jarama.

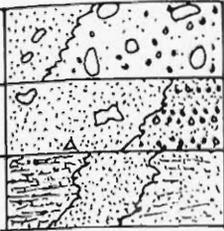
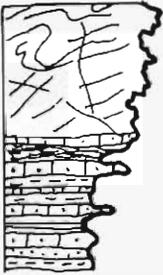
## **5.2 GRUPOS GEOTECNICOS**

Se han diferenciado los grupos que a continuación se describen. Es preciso indicar sobre la columna lito—estratigráfica de la zona, que las interrupciones que aparecen en ella responden siempre a lagunas estratigráficas locales o a contactos no completamente definidos. Se han utilizado diversas categorías de contactos entre las distintas formaciones e incluso se han combinado las antedichas interrupciones de la columna y tales tipos de contactos. Todo ello pretende puntualizar lo más posible, dentro y a nivel de la presente fase de Estudio Previo, la interrelación lito—estratigráfica de los diversos grupos litológicos cartografiados, y en consecuencia, la interdependencia geotécnica de unos y otros, de acuerdo con esta superposición estratigráfica, su orientación en el espacio, su estado actual de meteorización y su estructura.

### **SUELOS (40a, 40d, 40c, 40b)**

Agrupamos en este apartado las formaciones superficiales cartografiadas en la zona de estudio, bien sea acúmulos recientes (aluviales y conos de deyección) o suelos residuales (eluviales y coluviales).

Litología.— Los suelos aluviales (40a) están generalmente formados por gravas sucias, arenoso—arcillosas, con locales recintos de gravas lavadas que son en algunos puntos objeto de explotación. La naturaleza de los cantos varía en relación con el ámbito

COLUMNA LITOLÓGICA	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	EDAD
	40a	Aluviones y terrazas granulares con proporción de finos arcillosos variable. Permeables. Ripables.	Cuaternario
	40d	Conos de deyección de gravas finas, arenas y arcillas, con esporádicos bloques poco rodados. Ripables.	Cuaternario
	40b; 40c	Suelos residuales de textura fina (arenoso—arcillosa) y naturalmente variable. Erosionables. Ripables.	Cuaternario
	12c	Pizarras sericiticas oscuras, con marcada hojiosidad. Muy fisibles en general. Disyunción pizarrosa. Escarificables.	Paleozoico
	12b	Alternancia tableada de cuarcitas y filitas muy diaclasadas y erosionables. Alteración y degradación notables. Ripables.	Paleozoico
	12a	Micasquistos, cuarcitas y filitas en alternancia irregular tableada. Ripable solo la capa alterada.	Paleozoico
	05b	Micasquistos de grano grueso y textura esquistosa, ricos en moscovita, biotita y clorita, con nódulos silicatados y cristales aciculares de andalucita. No ripables.	—
	05a' 05a	Gneis granudo, localmente fajeado, y siempre de textura porfiroide, con una potente intercalación de gneis microgranudo intensamente fracturado. No ripables.	—
	01; 04p	Granito granudo compacto, diaclasado. Alteración profunda (localmente alcanza 10–12 m) y degradación de 2–6 m. Incluye diques y filones de pórfidos cuarcíferos diaclasados y muy alterados en general. El contacto Pq y Mn es de tipo difuso cuando no es mecánico. No ripable salvo la capa alterada y degradada.	—

geológico sobre el que se desarrollan.

Los conos de deyección (40d), constituyen siempre acúmulos granulares de textura heterogénea, basta a menudo. La proporción de arcilla es muy variable. La arena es minoritaria con frecuencia. Incluyen bloques dispersos.

Los suelos eluvio—coluviales (40b y 40c) son fundamentalmente arenoso—arcillosos, de textura fina y compacidad media.

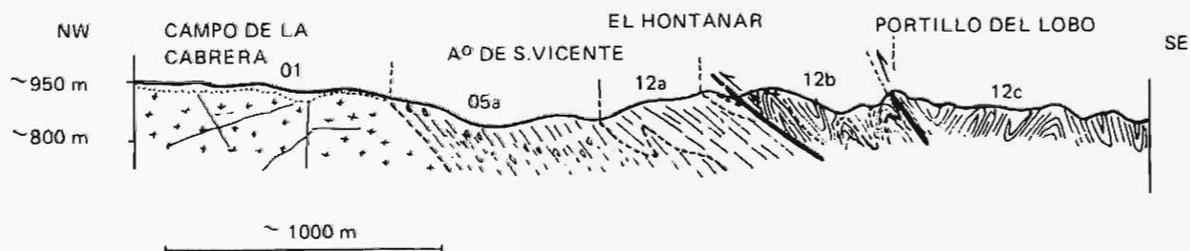
Estructura.— Salvo los conos de deyección, en los que aparecen capas inclinadas, las demás formaciones del presente grupo tienen carácter masivo o con ligera diferenciación de capas lenticulares de orientación subhorizontal. Morfológicamente sus afloramientos

coinciden con vaguadas o pies de laderas igualmente deprimidos. Los conos de deyección cartografiados presentan morfología típica de abanico con la parte central prominente, a modo de suave abombamiento, y sobre la que discurre el último tramo de los cauces deyectivos.

Geotecnia.— Son materiales granulares poco o nada trabados por cemento y, en consecuencia, bastante erosionables y completamente ripables. Permeables o cuando menos semipermeables, presentan niveles freáticos someros siempre que la topografía y el substrato geológico condicionan la estanqueidad del agua de escorrentía. No contienen en general materias agresivas al hormigón, aunque es preciso indicar la existencia, en el ámbito granítico, de suelos eluvio—coluviales muy potentes, con encharcamiento casi permanente y con horizontes muy ricos en materia orgánica. Los taludes excavados en ellos son inestables si su altura es notable (> 5–7 m) y su pendiente superior a 35–40°.

**PIZARRAS DEL PORTILLO DEL LOBO (12c). Fig. 17**

Litología.— Pizarras sericíticas oscuras, negras a menudo, con abundantes manchas y mineralizaciones de óxido de hierro y filones generalmente ácidos (cuarzo y pegmatita) . Tienen marcada hojosisidad y son muy fisibles, sobre todo en la capa superior meteorizada. Su potencia es de difícil estimación, a causa de la tectónica que le afecta y la dificultad de observación de las charnelas de pliegues.



**Fig. 17.— Corte geológico esquemático representativo de la zona III. 12c: pizarras; 12b: cuarcitas y filitas alternantes; 12a: micasquistos, cuarcitas y filitas alternantes; 05a: gneis; 01: granito.**

Estructura.— Como se ha indicado, la tectónica que afecta al grupo es intensa. El diacladado, junto con la hojosisidad de estas rocas, condiciona el fácil acceso del agua al interior del macizo rocoso, provocando su meteorización y ampliando su erosionabilidad, cada vez más intensa y profunda. Aparece como una serie de buzamiento variable, sin que sea posible delimitar exactamente la situación de las charnelas. El rumbo de las capas se mantiene constante de SW—NE, contrastando sensiblemente con el de la serie meso—terciaria suprayacente.

Geotecnia.— Su extraordinaria hojosisidad preside y condiciona la mayor parte de las características geotécnicas (o mejor geomecánicas) de estas rocas. Son perfectamente escarificables. Su permeabilidad es notable en la capa de alteración y prácticamente nula

en la roca sana. Su ripabilidad es decreciente hasta hacerse nula en la roca no alterada. Permiten la excavación de taludes medios subverticales estables, si previamente se retira la roca alterada. Su disyunción es foliada, por lo que en ningún caso pueden ser aprovechadas como áridos de carreteras. Los suelos desarrollados sobre estas rocas son esencialmente arcillosos, poco estables en condiciones desfavorables de humedad y pendiente.

#### **SERIE CUARCITOSO–PIZARROSA DE LA ATALAYA DE EL BERRUECO (12b). Fig. 17**

**Litología.**— Se trata de una alternancia tableada de cuarcitas rosadas o grises de gran compacidad y dureza, con pizarras y filitas gris ceniza de tinte violáceo, muy arcillosas y alteradas. Dada la escasa potencia de las capas, el conjunto, como macizo rocoso, presenta una resistencia y estabilidad intermedia a la propia de cada uno de los materiales integrantes. Lateralmente pasan en parte a micasquistos dorados o plateados, brillantes, muy ricos en moscovita y otras micas.

**Estructura.**— Constituyen una monótona serie prácticamente monoclinas de vergencia NW, y rumbo constante SW–NE, concordante con las pizarras descritas. La fracturación del macizo es intensa, por lo que la estabilidad del conjunto se halla muy disminuída. La red de drenaje está impuesta por estos dos conceptos: fracturas y estratificación, resultando un trazado subortogonal, como muestra el estereopar de la lámina X correspondiente a la zona de El Hontanar–Portillo del Lobo. La figura 17 muestra, de manera esquemática, su relación estratigráfica y estructural con las series supra e infrayacentes. La fotografía 17 (Lámina IX) muestra una charnela sinclinal, excepcionalmente hallada en esta serie metamórfica, con pliegues similares de flancos casi paralelos.

**Geotecnia.**— Su afloramiento se halla cubierto por una potente capa de alteración, de naturaleza esencialmente arcillosa con cantos angulosos tabulares de cuarcita, bajo la que se halla la roca cada vez menos alterada. Los taludes excavados en el manto de alteración presentan poca estabilidad, aún con pendientes moderadas (35–40°) y alturas de talud no superiores a 5 m, como se muestra en la fotografía 12 (Lámina VII). La perfecta ripabilidad de los suelos eluvio–coluviales del grupo disminuye progresivamente hasta hacerse nula a menos de la decena de metros de profundidad. Niveles freáticos profundos en general. Semipermeable o impermeable.

#### **COMPLEJO METAMORFICO–PALEOZOICO DE LA TRANSVERSAL TORRELAGUNA–EL BERRUECO (12a). Fig. 17**

**Litología.**— Se halla integrado por materiales idénticos al grupo geotécnico anterior, a los que se suma la presencia alternante de horizontes micasquistosos, preludio de un más elevado grado de metamorfismo dentro de la aureola metamórfica de la zona. Tales micasquistos, en capas de pequeña potencia, están formados por un agregado cristalino de gran compacidad con proporción mayoritaria de moscovita y cuarzo sobre los demás componentes. El macizo rocoso resultante presenta mayor labilidad aún que

Foto 11.— Erosionabilidad de terraplenes de arenas arcósicas en la Cra. local de Cervera de Buitrago. Hoja 484-2 (98 H-26).



Foto 12.— Deslizamientos de ladera. Coluvial arcilloso de la Cra. a la presa del Atazar. Hoja 484-2 (98 H-54).

Foto 13.— Contacto Metamórfico-Cretácico al E de El Vellón. Hoja 509-1 (98 H-22).



el anterior grupo, consecuencia de la gran alterabilidad de las micas y demás minerales silicatados integrantes. Textura esquistosa de grano medio y disyunción de tipo lajoso.

Estructura.— Aparecen en concordancia (contacto difuso) con las capas suprayacentes a las que pasan lateralmente mediante cambios progresivos insensibles. El rumbo presenta notable constancia, con una ligera inflexión en el extremo meridional del afloramiento. Diaclasado medio a intenso, con orientación predominante transversal respecto del rumbo de las capas. La red de drenaje excavada sobre estos materiales es de tipo subortogonal, semejantes a la de los grupos superiores, como puede observarse en la Lámina X.

Geotecnia.— Son válidas para este grupo todas las indicaciones hechas en el anterior, en cuanto a estabilidad de taludes, erosionabilidad y alterabilidad del conjunto, permeabilidad y ripabilidad.

#### MICASQUISTOS DE EL HONTANAR Y CERRO MORRO (05b). Fig. 18

Litología.— Son rocas variadas en composición y textura, excepcionalmente ricas en silicatos laminares (moscovita, biotita y clorita pseudomórfica de otras micas). La textura esquistosa es muy frecuente. Destacan abundantes nódulos silicatados melanocratas (probablemente granates), cristales aciculares de andalucita y numerosos filoncillos—capa de cuarzo lechoso o hialino de textura cataclástica. Tienen disyunción típicamente escamosa o lajeada. Su alteración y degradación profundizan hasta 6–8 m frecuentemente.

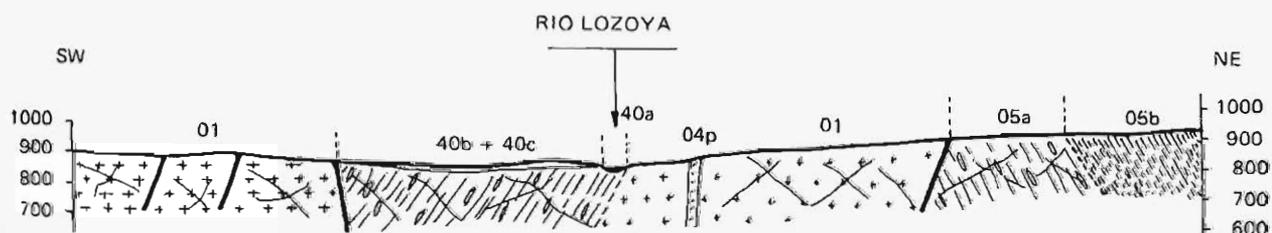


Fig. 18.— Corte geológico SW-NE al NE de El Berrueco. 40a: aluvial; 40b: eluvial; 40c: coluvial; 05a: gneis; 05b: micasquistos; 04p: pórfidos; 01: granito. Escala 1:25.000.

Estructura.— La esquistosidad, probablemente coincidente con la estratificación, adopta orientación concordante con la de las capas suprayacentes, formando con ellas un conjunto estructural homogéneo. Se hallan bastante diaclasadas lo que, unido a la disyunción lajosa de estos materiales, confiere al macizo rocoso una escasa bondad en sus características geomecánicas, aún sin tener en cuenta el factor meteorización. No ha sido posible hallar charnelas netas de pliegues, ni cambios bruscos en el buzamiento general de la esquistosidad y estratificación.

Geotecnia.— Rocas muy alterables frente a la acción física y química de la meteorización, se hallan generalmente cubiertas por una potente capa de suelos residuales de naturaleza

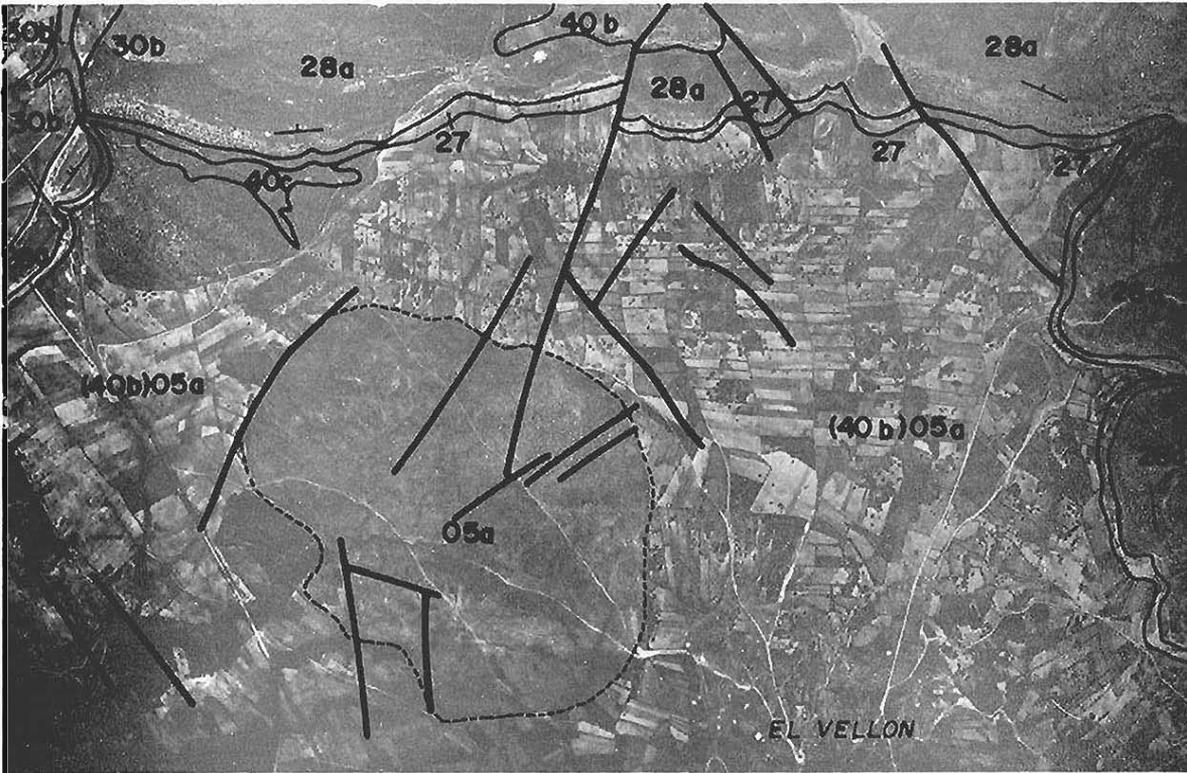
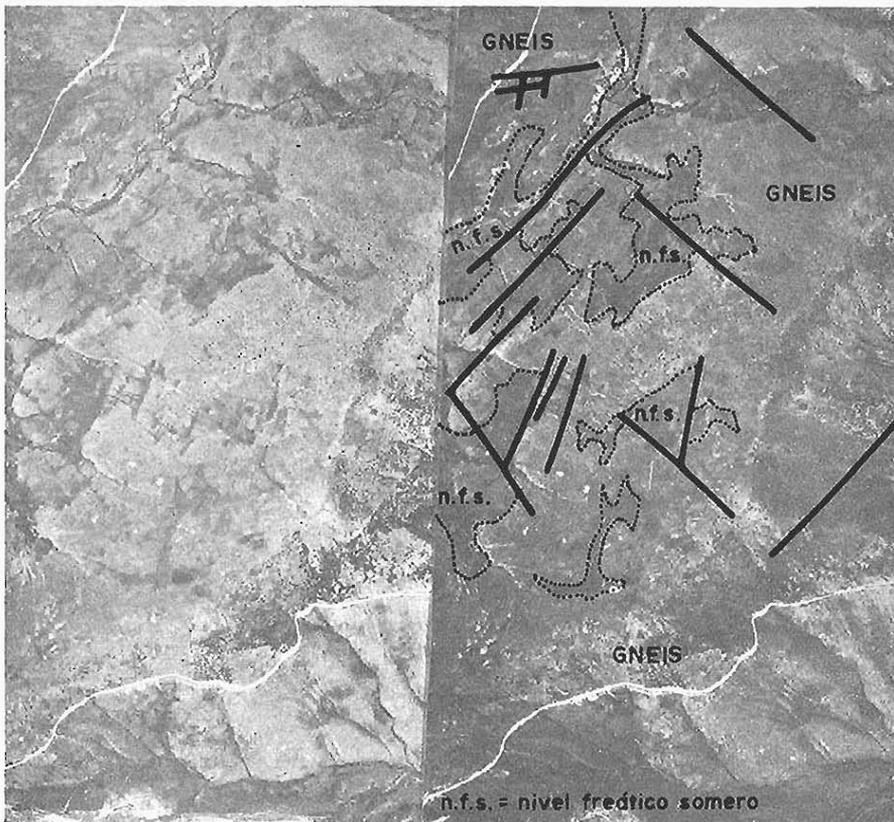


Foto 14.— Formas erosivas en el Cretácico y el estrato cristalino de El Vellón. Hoja 509-1.



40

Foto 15.— Niveles freáticos locales someros en relación con zonas de fractura (La Morcuera). Hoja 484-3.

arcillosa. La degradación puede alcanzar la decena de metros. La roca sana no es ripable y admite taludes medios estables verticales, mientras que en la roca alterada y degradada se presentan deslizamientos de ladera, caídas frecuentes en todo tipo de taludes y alta erosionabilidad frente a la escorrentía. Niveles freáticos profundos o inexistentes dada la escasa permeabilidad del material.

#### MACIZO GNEISICO DE EL PORTACHUELO—LA MORCUERA (05a). Fig. 19

Litología.— Gneis glandular lajeado de textura cristalina basta netamente porfiroide, de gran compacidad y dureza. En su masa destacan cristales de feldespato de hasta 7–10 cm, con formas angulosas, más frecuentes las de hábito lenticular (véase fotografía 19 Lám. XI). Disyunción regular de tendencia lajosa. Se halla afectado por una densa red de diaclasas, por lo que su alteración y degradación son notables. Su afloramiento se halla cruzado por numerosos diques de pegmatitas y rocas afines, cuya potencia y corrida varían entre medio metro y una decena de metros, y entre 25 y más de 1000 m respectivamente. La capa meteorizada puede alcanzar 3–4 m, proporcionando un manto eluvio—coluvial potente y continuo de naturaleza arenoso—arcillosa.

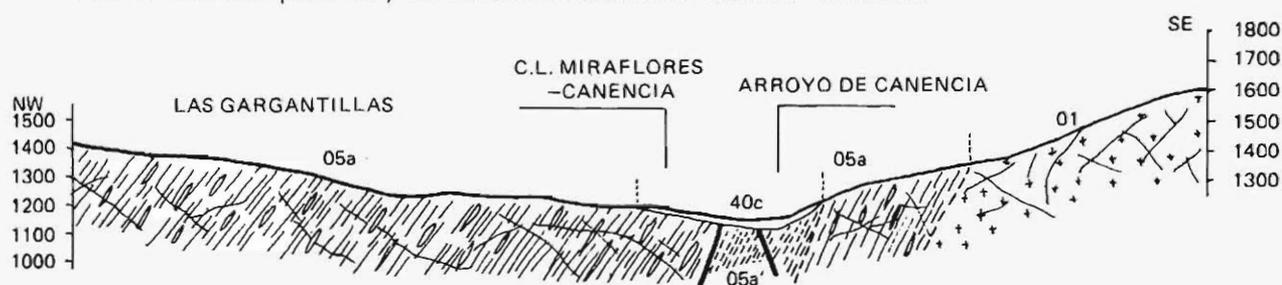


Fig. 19.— Corte geológico SE—NW al oeste de Canencia. 40c: coluvial; 05a: gneis granudo; 05a': gneis microgranudo; 01: granito. Escala 1:25.000.

Estructura.— No siempre es neta la orientación de la esquistosidad y el bandeo claro—oscuro de estas rocas. Puede afirmarse, sin embargo, que estas soluciones de continuidad y cualesquiera otras heterogeneidades de este macizo gneisico, adoptan orientaciones locales muy variables, sin que pueda establecerse una orientación preferencial en la mayor parte de los casos. Las fracturas que afectan al macizo son importantes tanto por su densidad como por su amplitud. Ellas condicionan diversos aspectos geotécnicos del grupo, tales como la existencia de niveles freáticos someros locales (véase foto 15, Lám. VIII), mantos eluvio—coluviales locales anormalmente potentes, y formas topográficas bruscas susceptibles de provocar desprendimientos de bloques (Foto 20, Lám. XI).

Geotecnia.— Rocas de elevada compacidad, dureza y resistencia en estado sano, pierden totalmente estos caracteres en estado de alteración, por efecto de la acción química y física del agua de lluvia. Esta acción se encuentra facilitada y ampliada por la textura (grano extraordinariamente grueso) y la tupida red de diaclasas que afecta al macizo rocoso. Los suelos eluvio—coluviales desarrollados sobre él son de naturaleza granular,

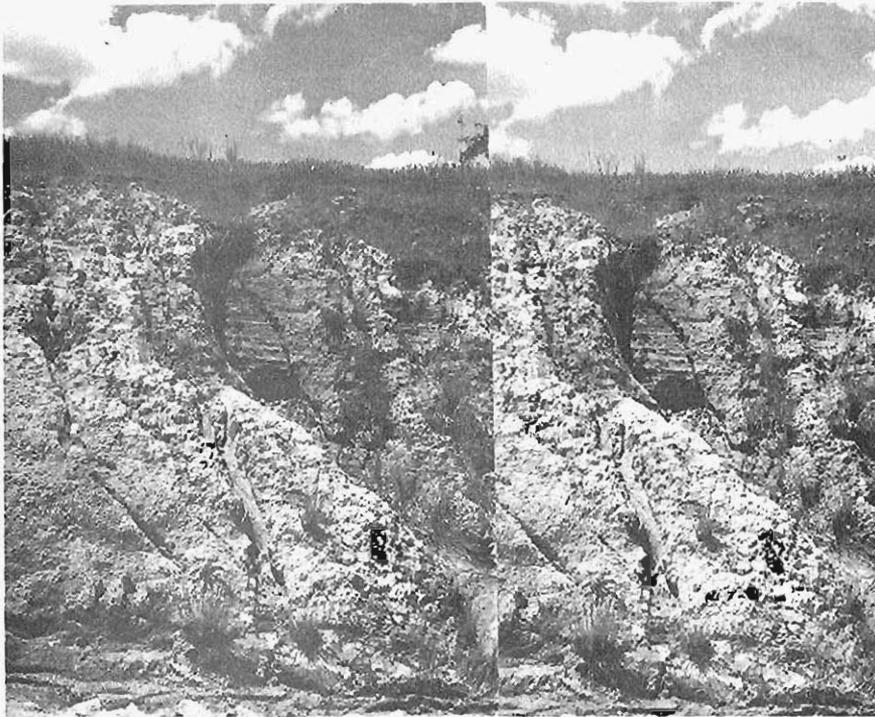


Foto 16.— Aspecto estereoscópico de las cárcavas de erosión en los taludes artificiales de la Cra. local El Berrueco—Cervera. Hoja 484-2 (98 H-62 y 64).



Foto 17.— Charnela sinclinal en el complejo metamórfico del Portillo del Lobo (N de Torrelaguna). Hoja 484-2 (98 H-48 y 50).

arenoso—arcillosa, permeables y perfectamente ripables. La ripabilidad disminuye al disminuir el grado de alteración de la roca hasta hacerse nula. Los taludes medios, estables hasta la verticalidad en roca sana, disminuyen su pendiente de equilibrio hasta 30–35° en los suelos eluvio—coluviales.

#### **GNEIS MICROGRANUDO DE CANENCIA (05a'). Fig. 19**

**Litología.**— Gneis leucocrato o mesocrato, holocristalino, microgranudo, de gran compacidad textural, rico en puntuaciones mineralizadas y vénulas amarillento—rojizas de óxido de hierro. Pese al tamaño de su grano, la alteración meteórica ha penetrado en estas rocas de manera extraordinaria, a consecuencia de lo cual, su afloramiento se halla completamente cubierto por una potente formación eluvio—coluvial de arcillas y arenas con algunos cantos de mayor tamaño. Parece ser que, al menos en parte, la mayor alteración y diferente textura de este grupo se debe a los intensos procesos tectónicos que afectan al área de su afloramiento (valle del Arroyo de Canencia), sede de una importante discontinuidad y en la que es posible hayan ocurrido fenómenos de tipo hidrotermal o pneumatolítico, concomitantes y posteriores con la intrusión granítica de la región.

**Estructura.**— La gran fractura que discurre a lo largo del Arroyo de Canencia condiciona, como se ha indicado, el estado litotectónico de este grupo. No se conoce el régimen y amplitud de dicha falla, pero es presumible su decisiva importancia en este sentido, como ponen de manifiesto los rasgos complementarios grabados en estas rocas (mineralizaciones, diaclasado, heterogeneidad estructural del afloramiento y estado anómalo de meteorización del material). La linealidad y esquistosidad son poco patentes aunque oscilan a menudo entre N10–40E con buzamiento de componente SE. Las fracturas presentan rumbos conjugados de N45E y N25–30W, con buzamiento casi vertical. Morfológicamente, y a causa de la elevada alteración del macizo rocoso, éste presenta formas redondeadas o deprimidas, siempre cubiertas por un potente suelo arenoso—arcilloso blanquecino, que puede alcanzar varios metros de espesor.

**Geotecnia.**— De todo lo indicado anteriormente se deduce la escasa resistencia de estos materiales frente a los procesos erosivos, tanto en los taludes excavados sobre ellos, como en los terraplenes y pedraplenes construídos con ellos. Ripables a marginales al menos en la primera decena de metros del afloramiento. Permeabilidad secundaria notable. Capacidad portante media.

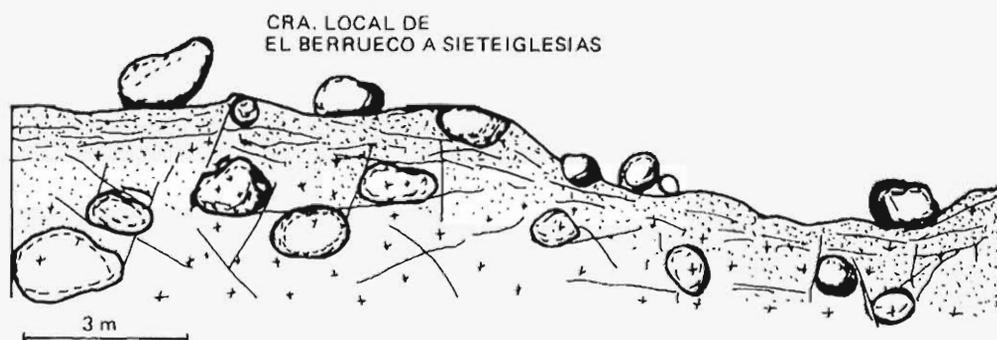
#### **BATOLITO DE LA CABRERA Y OTRAS ROCAS IGNEAS DE LA ZONA (01 y 04). Láminas XII, XV y XVI. Figs. 18 y 20**

**Litología.**— Dentro de este grupo se insertan las rocas graníticas (y afines) cartografiadas en la zona de estudio, así como los principales y variados diques encajados en ellas.



Foto 18.— Redes de drenaje de trazado ortogonal en el complejo metamórfico y pizarroso del Portillo del Lobo (N de Torrelaguna). Hojas 484-2 y - 509-1.

El granito adopta algunas diferencias locales en cuanto a textura y estructura, aunque mantiene sus rasgos característicos de holocristalinidad, compacidad y composición. La alteración meteórica es muy importante a lo largo y ancho de la zona, pudiendo destacarse algunos enclaves tales como el Valle de Bustarviejo (Lám. XIII, fotos 23 y 25, y Lám. XIV), o el área de El Berrueco—Cervera de Buitrago (foto 16, Lám. IX), en donde la capa de lem supera los 10–15 m de potencia. Por el contrario existen áreas prominentes en las que la rápida denudación del macizo granítico no permite la permanencia in situ del material alterado (zonas de La Pedriza, La Cabrera, etc). El lem granítico constituye una arena arcósica pardo amarillenta en la que flotan cantos de cuarzo mayores y bolos subesféricos con denudación concéntrica. Su potencia es muy variable, pero importante, en toda la región. Los diques encajados en este grupo litológico son generalmente ácidos y leucocratos, de textura porfídica o granuda; su diaclasado es denso y su meteorización profunda. Salvo ligeras excepciones su orientación es vertical o subvertical.



**Fig. 20.—** Esquema de disyunción y meteorización del macizo granítico diaclasado de El Berrueco—Sieteiglesias.

Estructura.— Presenta habitualmente estructura masiva (aunque existen sectores locales en los que tiene marcada tendencia estratiforme), con denso diaclasado de distribución aparentemente caótica. Las láminas XII, XV y XVI muestran, respectivamente, panorámicas aéreas estereoscópicas de las redes de diaclasas de los macizos de La Pedriza, La Cabrera y El Berrueco. Las direcciones estructurales preferenciales varían de uno a otro sector. La morfología de cada uno de ellos viene impuesta por la presencia o ausencia de roca meteorizada, marcándose diversos tipos de redes de drenaje de acuerdo con el espesor de la misma, la tectónica local y la existencia de diques o estructuras anejas. Es prácticamente constante la presencia, en el paisaje granítico de la región, de grandes bolos erráticos, flotantes sobre el terreno o inmersos parcialmente en los suelos de la zona. Tales bolos son producto de la meteorización y denudación concéntrica de los bloques paralelepípedicos de granito, desmembrados dentro de la masa rocosa por la red ortogonal de diaclasas (Fig. 20 y fotografía 31, Lám. XVIII).

Geotecnia.— Son rocas extraordinariamente compactas, duras y resistentes en estado íntegro. Impermeables texturalmente, aunque presentan una notable permeabilidad

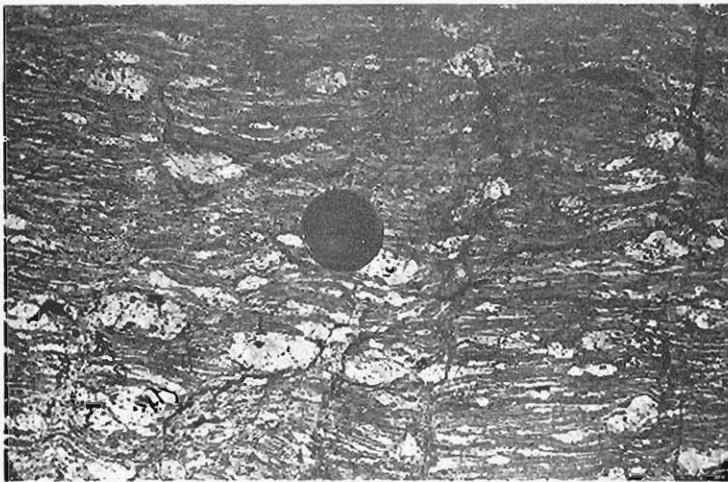


Foto 19.— Textura y estructura del gneis glandular de La Morcuera. Hoja 484-3 (98 H-94).

Foto 20.— Cornisas y canchales de la zona del Puerto de la Morcuera. Hoja 484-3 (98 H-96).



Foto 21.— Taludes estables en la facies conglomerática  $Dc^{II}$  de Redueña. Hoja 509-1 (97 H-46)

secundaria local a través de juntas, fallas y diques. Su disyunción es irregular en general, proporcionando material rocoso adecuado para su empleo como árido. Por su parte, el material sano de los diques (pórfidos, pegmatitas, aplitas y lamprófidios) tiene características geomecánicas comparables a las del granito, mejoradas incluso en algunos y concretos aspectos (adhesividad por ejemplo); pese a ello, el tamaño de grano y su estructura cataclástica condicionan una disyunción de tipo granular en estas rocas poco favorable para su utilización en carreteras.

Requiere especial mención el jabre o capa de alteración que cubre a la mayor parte del macizo granítico de la zona. Constituye un material granular de naturaleza arenoso–arcillosa con cantos y bolos aislados. Permeable o semipermeable "en pequeño", permite el establecimiento de mantos freáticos locales con niveles piezométricos muy someros e incluso superficiales, y encharcamientos casi permanentes con formación de pequeños horizontes turbosos, o al menos muy ricos en humus y materia orgánica. Su erosionalidad es considerable, como ponen de relieve las fotografías 11 (lám. VII) y 16 (lám. IX), y su compacidad natural escasa, con el riesgo de producirse asentamientos peligrosos en terraplenes si no se lleva a cabo una previa y adecuada compactación del material.

### 5.3 RESUMEN DE LA ZONA

Por su mayor extensión y particular ubicación dentro de la zona, los grupos litológicos más importantes son los denominados en cartografía con los símbolos O1 (granito y rocas afines) y O5a (gneis). Como se ha indicado, sus respectivos afloramientos se hallan cubiertos por una potente y continua capa de alteración de naturaleza granular, semejante a una arena arcósica de origen sedimentario, aunque con una cierta mayor cohesión que ésta. Si bien el gneis y granito íntegros son rocas extraordinariamente compactas y resistentes, alteradas pierden gran parte de estas características, pasando de tener un comportamiento de roca al de un suelo, poco o nada trabado. El espesor de esta capa de alteración está especialmente condicionado por la tectónica local y el tamaño del grano, de tal manera que pueden aislarse sectores en los que la capa meteorizada es prácticamente despreciable, mientras en otros puede alcanzar varias decenas de metros de potencia.

Los taludes naturales y artificiales observados en el jabre (suelo granular procedente de la meteorización in situ del granito y gneis), muestran poca estabilidad frente a la erosión meteórica, aún con ángulos muy tendidos.

Los desprendimientos de bloques observados son más abundantes en las zonas gneíscas, en las que la morfología presenta formas más abruptas, con numerosos resaltes y cornisas alineadas a modo de típicos "hog's back", gracias a la linealidad y disyunción lajosa del gneis, frente a la isotropía textural del granito. Salvo pequeños y localizados recintos en los que el drenaje superficial y profundo está dificultado o impedido, y en donde existen horizontes ricos en materia orgánica dentro de estos suelos, el resto de la zona

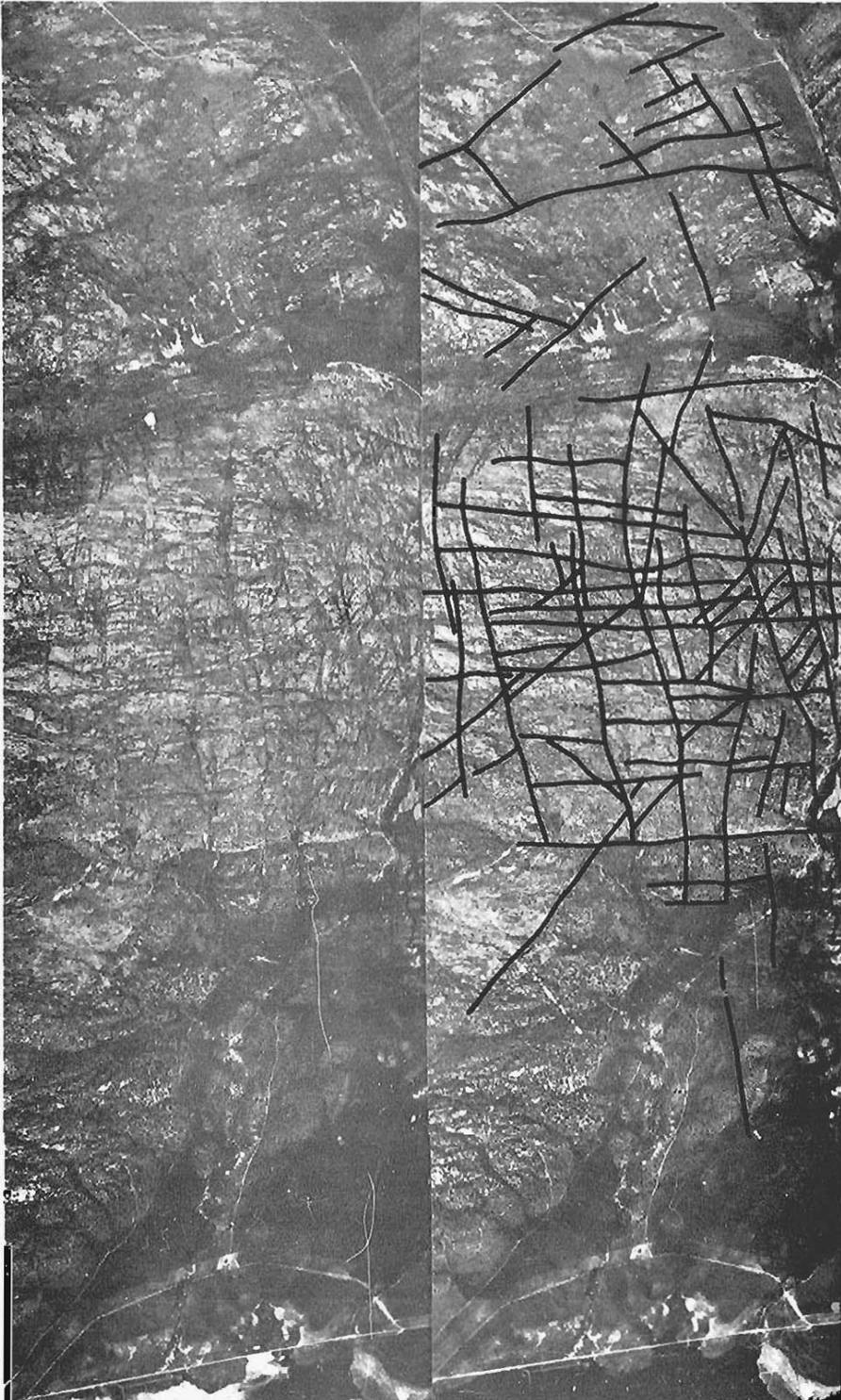


Foto 22.— Redes de fractura en el macizo granfítico de La Pedriza. Hoja 509-4.

carece de materiales agresivos al hormigón o sustancias que deriven en ellos.

El resto de los grupos litológicos presentes en la zona tienen, como principal característica destacable, su marcada lajosidad e intenso diaclasado que los afecta. En consecuencia, la meteorización profundiza en ellos notablemente. Los suelos residuales que soportan son esencialmente arcillosos, por lo que su estabilidad y resistencia como cimiento del firme de la carretera es precaria en la mayor parte de los casos.

#### **5.4 RECOMENDACIONES**

Se recomienda estudiar con detenimiento la capacidad portante de los suelos aludidos en el apartado anterior, así como su granulometría y plasticidad, ambos conceptos poco estudiados en los reconocimientos de la zona llevados a cabo hasta el momento actual.

Se recomienda asimismo el estudio sistemático y periódico de las variaciones de los niveles freáticos en las áreas depresivas y extensas de la zona, aptas para servir de asiento a las futuras redes viarias.

Por último es recomendable estudiar, sobre todo, las características geomecánicas del granito fresco, en los yacimientos rocosos señalados en la cartografía, a fin de evaluar más concretamente su valor como árido y su resistencia como substrato de eventuales caminos, túneles, etc. En este sentido, y en los casos oportunos sería necesario conocer su comportamiento como macizo rocoso, para lo cual es imprescindible un estudio extenso e intenso de todos los tipos de soluciones de continuidad existentes en el mismo (diaclasas, fracturas, juntas en general, diques, etc.).

## 6. ZONA IV: VALLE DE GUADALIX—TORRELAGUNA

### 6.1 GEOMORFOLOGIA. Fig. 21

La presente zona se halla situada en el extremo meridional del Tramo, ocupando la totalidad del cuadrante 509—1 y la mitad SE del 509—4.

Comprende los valles de Chozas de la Sierra, Guadalix, Navalafuente y Torrelaguna, poco deprimidos excepto el último, separados o cruzados por las prominencias montañosas de Hormigales, La Mangirona, Cantos Blancos—El Quejigal, Cotorro—Valdalisa y la Atalaya de Torrelaguna, todas ellas de altitud moderada dentro de la cota media regional.

La característica morfológica principal de la zona de estudio viene impuesta por la presencia constante de la alineación arenoso—calcárea del Cretáceo, que con su carácter monoclinial y relativa pequeña potencia, recorre festoneante la mayor parte de la misma, a modo de agudo espinazo jalonado de cornisas y formas irregulares abruptas.

Las cotas más frecuentes oscilan entre los 700 y 950 m, resultando una altitud media aproximada de algo más de los 800 m. Los desniveles, como se ha indicado, no son nunca muy pronunciados.

Los cauces principales de la zona corresponden a los ríos Miraflores, Guadalix y el propio Jarama que aparece ligeramente en el ángulo SE del cuadrante 509—1. Otros cursos menos importantes, desde el punto de vista del caudal y permanencia del mismo, son los arroyos de Santillana, cañada Mediano, Valdesalices, Cabanillas, Sacedón y S. Vicente, todos ellos de largo recorrido pero escasa importancia.

Los taludes naturales más fuertes observados ( $> 45^\circ$ ) corresponden al borde SE del macizo de La Pedriza (W de Chozas de la Sierra) en donde el macizo granítico, extraordinariamente diaclasado, imprime al paisaje su peculiar aspecto de formas abruptas aunque redondeadas. También presenta fuertes pendientes naturales el prolongado talud del afloramiento cretáceo antes mencionado, con saltos subverticales y pendientes de  $40\text{--}50^\circ$ . Por último, el cauce encajado del río Guadalix en el centro meridional del cuadrante 509—1 ofrece al paisaje angostas y meandriformes gargantas, ocupadas en parte por el vaso del embalse de El Vellón. El resto de la zona tiene una suave morfología de calizas y oteros extensos, a modo de pequeñas mesetas peniplanizadas, con amplias vaguadas interiores cubiertas de suelos potentes, en parte encharcados, sobre los que esporádicamente emergen los asomos cristalinos del substrato (véase foto 14 de la Lám. VIII en el que se muestra la morfología diferencial entre los ámbitos gneísico y cretáceo de la zona de El Vellón).

Como movimientos del terreno más frecuentes observados en la presente zona deben citarse los siguientes: 1º) importantes deslizamientos de ladera en el grupo lito-

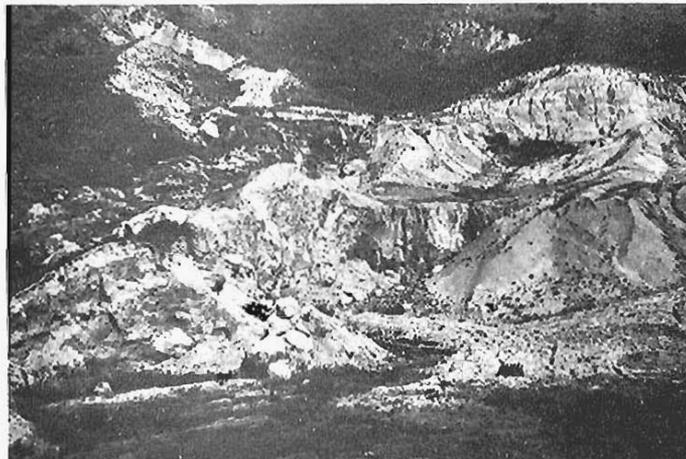


Foto 23.— Potente formación de lem granítico al pie de Cabeza de la Braña (Bustarviejo). Hoja 484-3. (98 H-72).

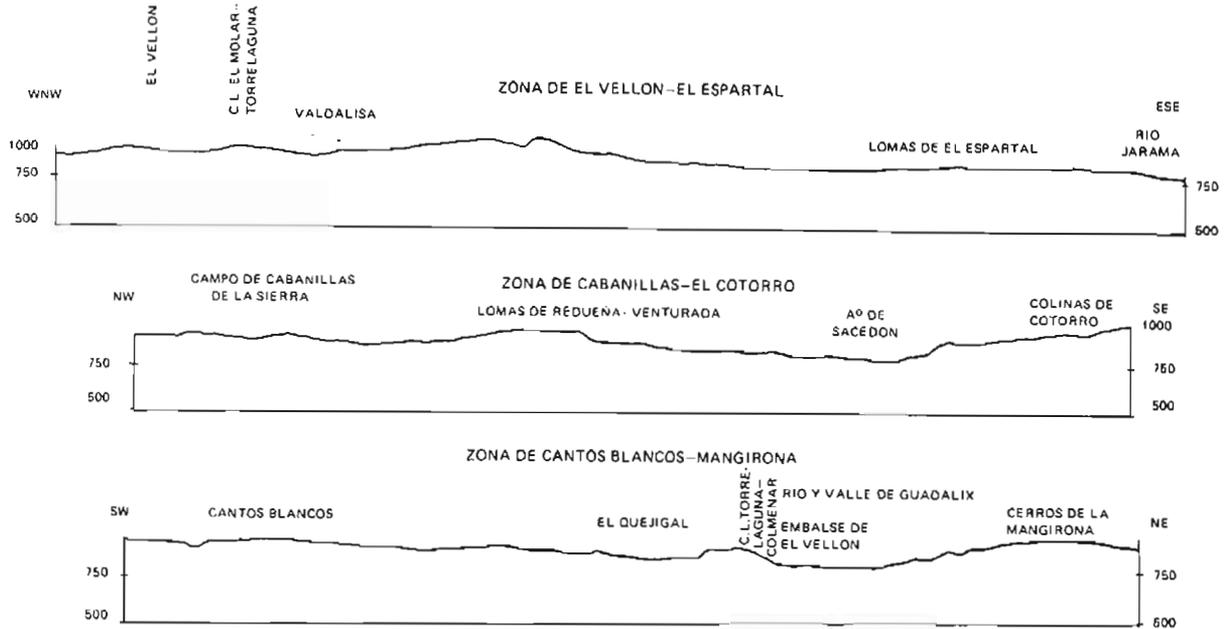


Foto 24.— Taludes artificiales en la formación terciaria basal de Guadalix. Hoja 509-1 y 4 (97 H-11).

Foto 25.— Formación de lem granítico, unos 3 Km al WSW de Lozoyuela. Hoja 484-1 (34A-5).



lógico 30b (margas y yesos de Torrelaguna), especialmente en la vertiente oriental de la zona de El Vellón (Lám. XVII). También existe un gran deslizamiento de ladera en



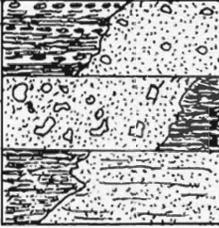
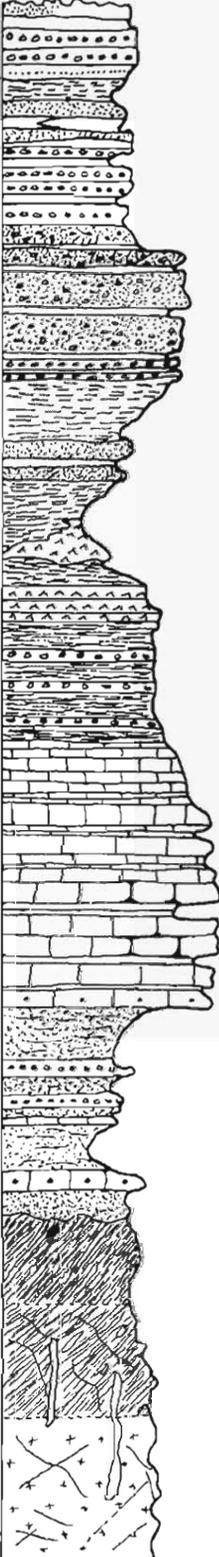
**Fig. 21.— Perfiles topográficos esquemáticos parciales de la zona IV.**

el arroyo de Monterrey, al E de Cotorro y que afecta al paquete calizo cretácico (foto 30, Lám. XVIII). 2º) Hundimientos con morfología de dolinas extensas en la cima del macizo calcáreo de Cotorro (Cretácico). 3º) Desprendimientos a lo largo de los crestones graníticos o gneísicos y sobre todo, en el talud de las capas del Cretácico, en las que alternan niveles margosos y calizos con erosionabilidad diferencial acusada (foto 13, Lám. VII). Los cortes topográficos adjuntos expresan, de manera esquemática la morfología general y local de la zona.

## 6.2 GRUPOS GEOTECNICOS

Se han diferenciado quince grupos geotécnicos principales, algunos de los cuales (tales como los grupos de suelos y las rocas filonianas encajadas en los grupos Pg, Mn ó Mm) engloban varias litofacies equivalentes, correspondientes a cambios laterales o a variaciones locales dentro de una misma familia de materiales o rocas.

La columna lito—estratigráfica adjunta muestra de manera resumida la sucesión de litofacies dentro de la zona IV, así como el tipo de contacto y la relación mutua

COLUMNA LITOLÓGICA	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	EDAD
	40a	Suelos granulares de origen aluvial con gravas rodadas y finos. Permeables. Ripables.	Cuaternario
	40d	Conos de deyección de gravas arenosas con pequeña proporción de finos arcillosos. Ripables.	Cuaternario
	40b; 40c	Suelos residuales de naturaleza arenoso-arcillosa. Erosionables. Ripables.	Cuaternario
	32b	Sucesión irregular de arcosas, arcillas y conglomerados con cementación generalmente débil, aunque patente. Ripabilidad marginal.	Mioceno
	32a	Cambio lateral de facies de la formación 32b, más rica en elementos detríticos que aquella. Material cementado en general.	Mioceno
	30c	Conglomerados arenosos de matriz arcillosa y colores claros azulados o grises. Canto redondo de gneis, cuarcita, granito y caliza (minoritaria). Ripables a marginales.	Paleógeno
	30b; 30b'	Margas arcillosas rojas, blancas y verdes, con lentejones e impregnaciones de yeso. Estratos de 0,3 a 1,5 m. Los niveles de yeso adoptan localmente estructura masiva y textura sacaroidea o fibrosa. Ripable excepto los yesos masivos.	Paleógeno
	30a	Conglomerados poligénicos (cantos calizos mayoritarios), algo costrosos en alternancia irregular con margas arenosas verdes o grises. Ripabilidad marginal o no ripables.	Paleógeno
	28a	Calizas arcillosas, cársticas, con intercalaciones delgadas de margocalizas y margas blancas. Estratos de 0,4 – 1,3 y tableados localmente. Diaclasado medio. Poco alterables y erosionables.	Cenomanense
	27	Alternancia de arenas arcillosas de colores diversos, más abundantes los rojo violáceo y blanco, y areniscas amarillentas o molasas algo alteradas y degradadas.	Albense
05b	Micasquistos de grano grueso. Disyunción típicamente en escamas. Rocas extraordinariamente fisibles. Escarificables en gran parte.	Metamórficas cristalinas	
05a; 04a	Gneis fajeado de grano grueso. Disyunción regular lajosa con tendencia a la irregular. Alteración media 2–4 m.	Metamórficas cristalinas	
01; 04g	Granito holocristalino de grano grueso y disyunción irregular. Meteorización y degradación en bloques y bolos de gran tamaño con erosión concéntrica. Diaclasado subortogonal.	Granitos V filonianas	

entre las diversas formaciones cartografiadas. Los contactos con trazo discontinuo tienen el significado de paso progresivo (contacto difuso) sin solución de continuidad neta, o en su caso, contacto aproximado.

La potencia relativa de las distintas formaciones varía entre amplios límites en general, bien sea por cambios reales, sinsedimentarios de la misma (arenas albenses y calizas cenomanenses), bien por elisiones de tipo erosivo (formaciones terciarias 30b y 32b) o reducciones tectónicas locales (27, 28a, 30c, etc).

#### SUELOS (40a, 40d, 40c, 40b)

En este apartado se incluyen todas las formaciones superficiales de la zona, ya tengan origen de acúmulo más o menos alejado de su "patria" (aluviones, conos de deyección y algunos coluviones), bien se trate de suelos residuales, producto de la alteración meteórica del substrato, que permanecen más o menos in situ sobre las rocas de las que proceden.

Litología.— Los suelos aluviales (40a) tienen naturaleza diversa, generalmente granular, con presencia constante de la fracción arenoso—arcillosa y bloques aislados minoritarios. Existen recintos de gravas rodadas limpias, o con pequeña proporción de finos, en general aptas para ser utilizadas como áridos en carreteras. Su potencia varía hasta alcanzar 6—8 m al S de Torrelaguna.

Los conos de deyección (40d) son siempre formaciones muy localizadas de naturaleza granular de cantos poco rodados y matriz arcillosa abundante. Existe una zonación selectiva de tamaño de cantos, correspondiendo la fracción más gruesa a la parte inferior del cono. No existe cementación apreciable.

Los suelos eluvio—coluviales (40b y 40c) son generalmente arcillo—arenosos, sin diferenciación de capas visibles. Contienen una pequeña proporción de cantos mayores angulosos. Su naturaleza y textura varía en relación con las correspondientes al substrato sobre el que se desarrollaron.

Estructura.— Todas ellas son formaciones horizontales o subhorizontales (los conos de deyección presentan una ligera inclinación en favor de la pendiente) y la diferenciación de capas es siempre local y no muy neta (véase Lám. XX).

Geotecnia.— Presentan niveles freáticos someros a menudo y superficiales localmente. Su capacidad portante sufre amplias variaciones en relación con su variada naturaleza, morfología y textura. Son siempre ripables y en buena parte aprovechables como áridos o como préstamos. Pueden contener cierta proporción de sales solubles procedentes de las litofacies terciarias 30b y 30b', y presentar por tanto algunos problemas de agresividad. No permiten taludes medios estables de más de 30—35° de pendiente como término medio.

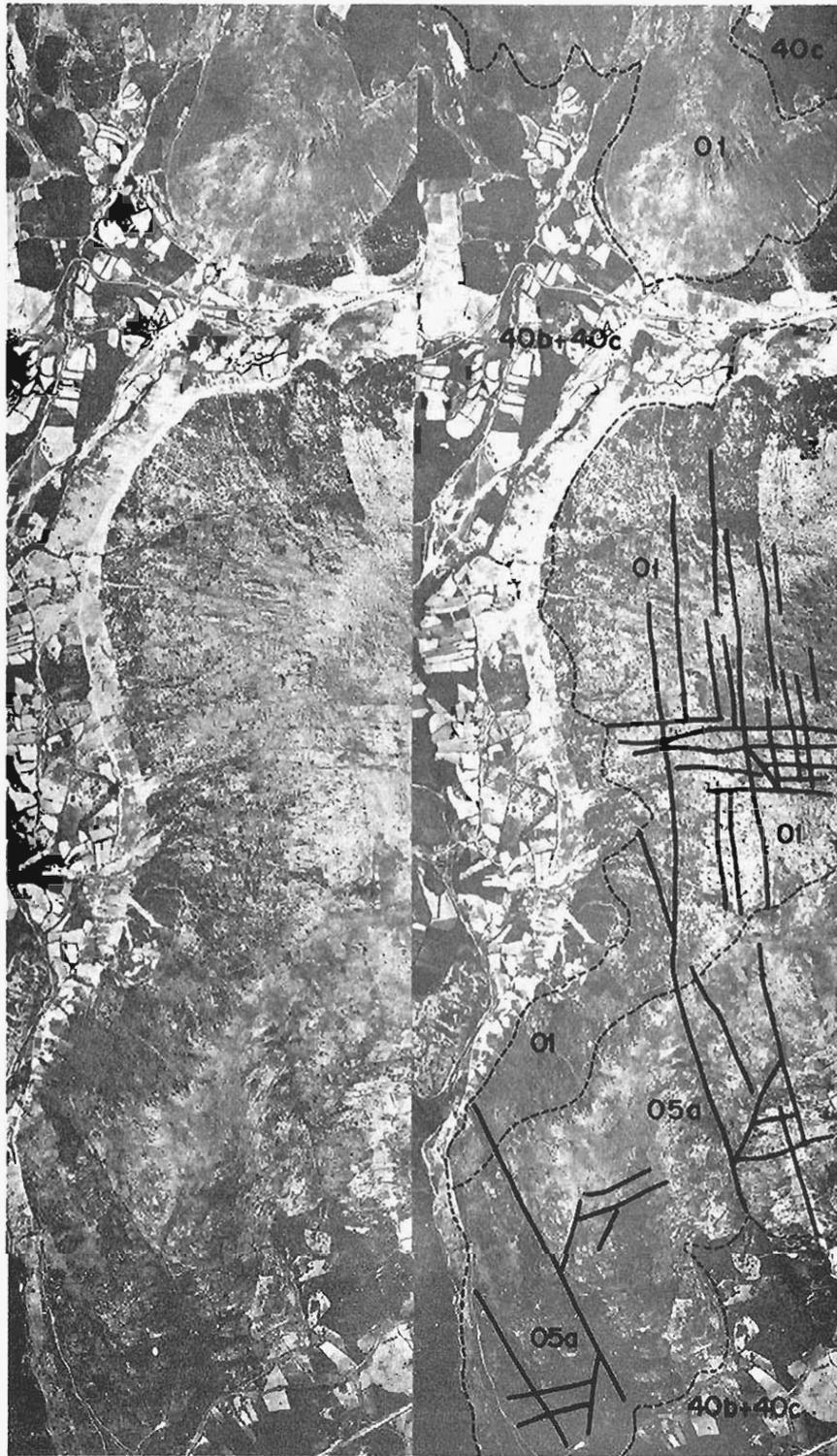


Foto 26.— Potentes formaciones de jabre (Iem granítico) en el valle de Bustrarviejo. Hoja 484—3.

#### CAPAS DETRITICAS DEL CERRO DE LA MANGIRONA (32b). Fig. 22

Litología.— Es una formación esencialmente detrítica, de potencia poco definida por hallarse erosionada en su techo, en la que alternan de manera irregular arcosas grises, muy alteradas y erosionables, con arcillas marrones, algo arenosas, y conglomerados poligénicos de canto rodado y matriz margosa de color rojizo o marrón. Se diferencian capas de 0,5 a 1 m que permanecen horizontales o subhorizontales en todo su afloramiento. La potencia total del tramo se estima en más de 80 m.

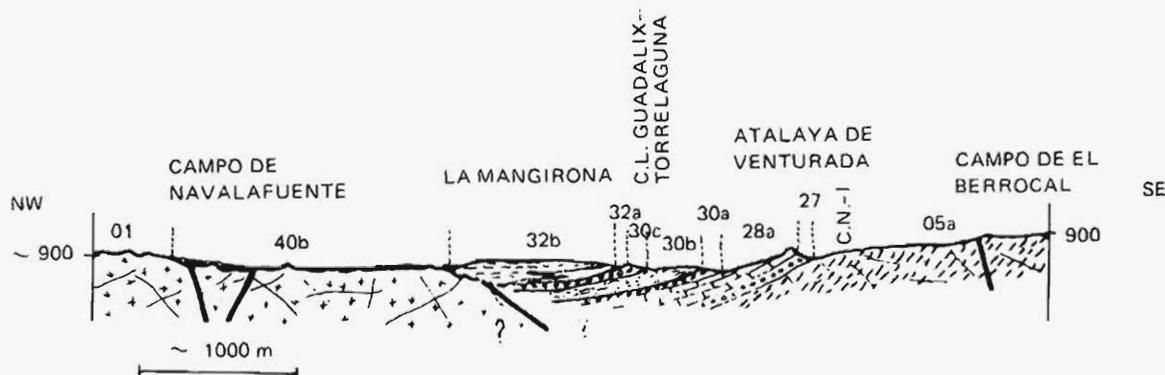


Fig. 22.— Corte geológico esquemático general de la zona IV. 40b: suelos eluviales; 30c: conglomerados; 30b: margas arcillosas con yesos intercalados; 30a: conglomerados y margas arenosas (Paleógeno); 28a: calizas con intercalaciones de calizas margosas (Cenomanense); 27: arenas arcillosas - alternando con areniscas (Albense); 05a: gneis; 01: granito.

Estructura.— Constituye una serie horizontal de capas bien definidas a menudo, poco o nada afectada por la tectónica regional y local, cuya mayor actividad es anterior a la deposición de estos materiales. Morfológicamente da lugar a pequeñas planicies de suaves inclinaciones, en cuyas laderas se observa una notable erosión regresiva de los cauces que las surcan.

Geotecnia.— Son materiales de compacidad y consolidación medias. Admiten taludes medios estables próximos a los 45°, salvo en los horizontes arcillosos, cuyo surcado y arrasamiento son notorios cuando la superficie del estrato expuesta a la meteorización es extensa. Semipermeables. Ripables en general.

#### CAPAS DETRITICAS DE CABANILLAS-VENTURADA (32a). Figs. 22 y 23

Litología.— Constituyen un cambio lateral de la formación anterior, al menos en parte con pérdida total de arcosas e incremento de la fracción detrítica grosera. Aparece como una monótona alternancia de arcillas margosas marrones, algo arenosas, y conglomerados poligénicos cementados de cantos heterométricos, rodados en general. La potencia máxima del tramo es equivalente a la máxima del grupo anterior.

Estructura.— La estratificación es muy marcada, con lechos de 0,4 a 1 m y buzamiento variable pero siempre muy tendido. En la zona de Redueña las capas buzaban alrededor

de 25 grados junto a los conglomerados que soportan su muro y son subhorizontales en el techo (junto a Cabanillas).

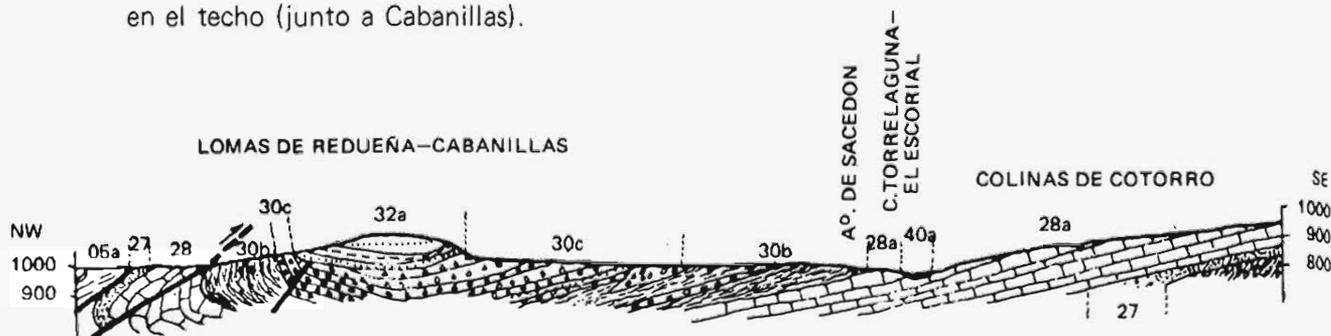


Fig. 23.— Corte geológico de las formaciones meso-terciarias de la zona Cotorro-Cabanillas de la Sierra. 40a: aluviones; 32a: conglomerados y arcillas margosas (Neógeno); 30c: conglomerados; 30b: margas arcillosas con yesos intercalados; 28a: calizas con intercalaciones de calizas margosas - (Cenomanense); 27: arenas arcillosas alternando con areniscas (Albense); 05a: gneis. Escala 1:25.000.

La morfología resultante es consecuencia de la litología y estructura indicadas. Se forman pequeñas mesetas bordeadas por taludes pendientes en cuya base existe una intensa erosión regresiva.

Geotecnia.— La consolidación y cohesión de los materiales de este grupo son notablemente superiores a las del 32b descrito. En consecuencia su erosionabilidad es menor y su estabilidad en los taludes excavados natural o artificialmente mayor. Es una formación semipermeable. Su capacidad portante debe ser media a alta y su ripabilidad marginal.

#### CONGLOMERADOS DE REDUEÑA (30c) Figs. 22, 23 y 24

Litología.— Formación conglomerático—arenosa de color gris azulado y blanquecino con frecuencia, en capas de potencia muy variable, llegando a presentar a veces estructura masiva. La fotografía 21 (Lám. XI) muestra el aspecto de esta litofacies. Contiene bolos y bloques graníticos o gneísicos de gran tamaño, más o menos rodados, y horizontes lenticulares, acuñaciones y abarrancamientos, como corresponde a unos depósitos de borde de cuenca. La potencia total puede llegar a los 150 m según se deduce de los cortes realizados. Hacia el W la cementación por carbonato es mucho mayor, llegando a conferir al material aspecto y comportamiento de verdadero nivel rocoso.

Estructura.— Ocupa casi totalmente el sinclinal de Redueña, dirigido de SW a NE, con cierto buzamiento axial hacia el SW, y en parte cabalgado por el Cretácico y el gneis de Cabanillas de la Sierra. El buzamiento del flanco sur es uniforme, algo mayor de 25–30° siempre, mientras el flanco norte sufre bruscas oscilaciones, desde tendido con vergencia N hasta vertical o invertido. Desde el punto de vista morfológico, el presente tramo constituye el paquete más resistente de cuantos integran la serie terciaria de la región, por lo que la pendiente de los taludes naturales sufre un notable incremento

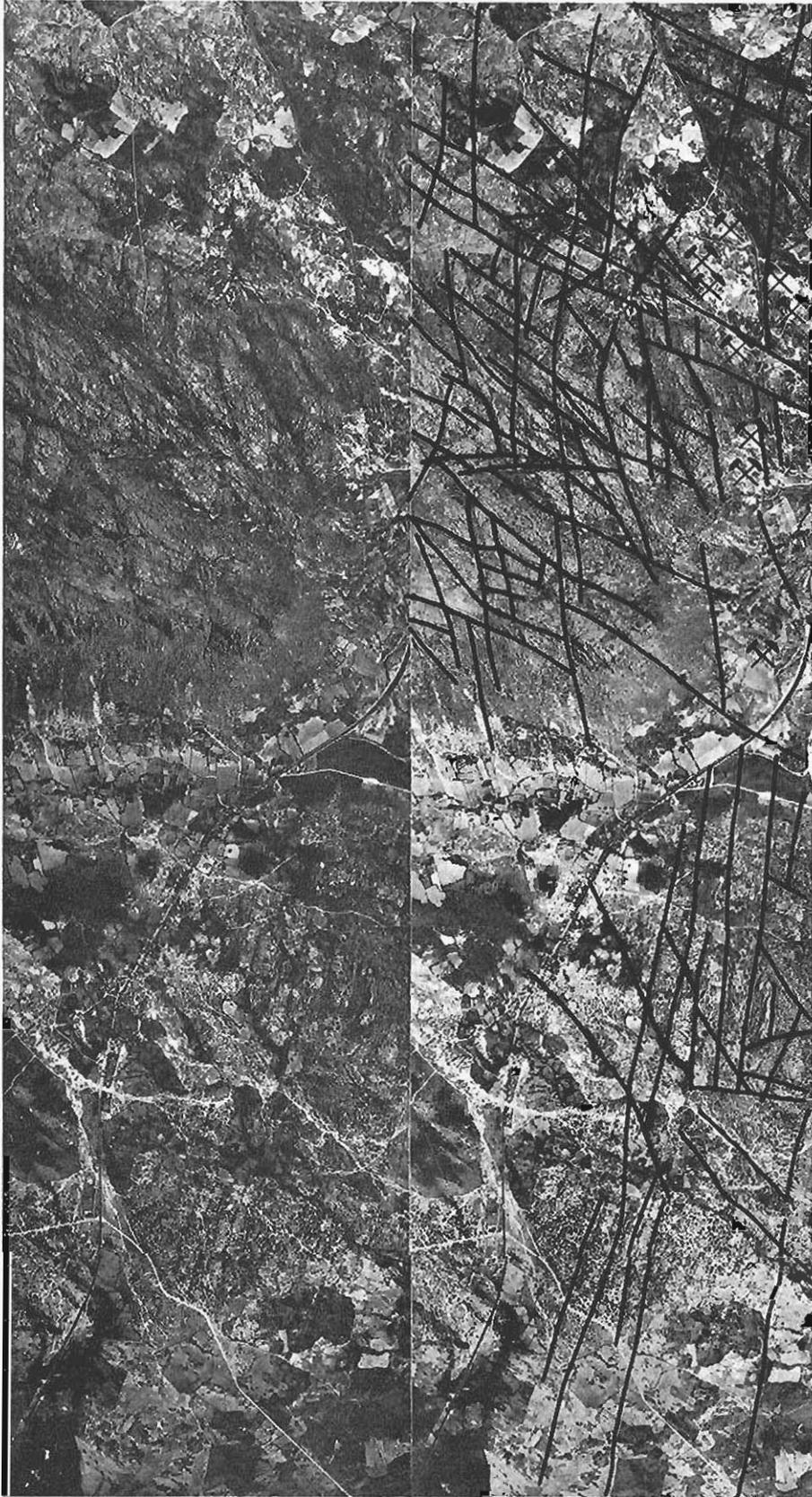


Foto 27.— Granito de La Cabrera. Redes de diaclasas y canteras en actual explotación. Hoja 484-2.

en él, de tal forma que el contacto con las formaciones inferior y superior puede seguirse en foto aérea a lo largo de esta ruptura de pendiente.

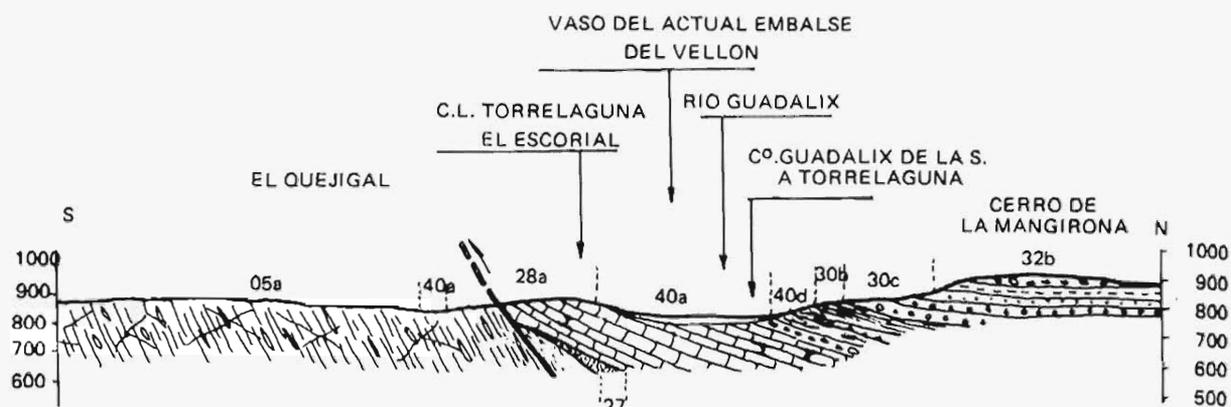


Fig. 24.— Corte geológico entre El Quejigal y el Cerro de la Mangirona, 40a: aluviones; 40d: conos de deyección; 32b: arcosas, arcillas y conglomerados; 30c: conglomerados; 30b: margas arcillosas con yesos intercalados; 28a: calizas con intercalaciones de calizas margosas (Cenomanense); 27: arenas arcillosas alternando con areniscas (Albense); 05a: gneis. Escala 1:25.000.

Geotecnia.— Permite taludes estables medios subverticales o, cuando menos, de 55–65 grados, como puede apreciarse en la fotografía 21 (Lám. XI), en donde el talud era de 82 grados. Son materiales permeables o semipermeables, poco o nada alterables y erosionables. Capacidad portante media a alta. Tienen ripabilidad marginal en general, aunque como se ha indicado anteriormente, las litofacies del valle de Guadalix llegan a ser no ripables.

FORMACION MARGO–YESIFERA DE TORRELAGUNA (30b y 30b'). Fig. 25 (Lám. XX)

Litología.— Margas arcillosas rojas, blancas o verdes en capas de menos de 1 m en general, en las que se intercalan lentejones de yesos variados, a menudo de textura sacaroidea, que pueden alcanzar el metro y medio de potencia. A veces las margas sólo presentan impregnaciones y eflorescencias salitrosas, sin llegar a diferenciarse niveles yesíferos francos. Se hallan cubiertas por coluviones granulares y arcillosos que enmascaran frecuentemente su naturaleza y textura reales. También existen localmente niveles más carbonatados, compactos y semiendurecidos con aspecto de horizontes margocalizos.

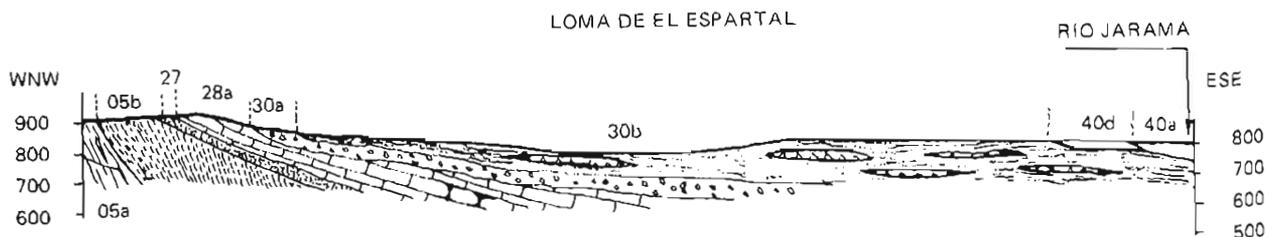


Fig. 25.— Corte geológico al sur de El Espartal. 40a: aluviones; 40d: conos de deyección; 30b: margas arcillosas con yesos intercalados; 30a: conglomerados y margas arenosas (Paleógeno); 28a: calizas con intercalaciones de calizas margosas (Cenomanense); 27: arenas arcillosas alternando con areniscas (Albense); 05b: micasquistos; 05a: gneis. Escala 1:25.000.

La potencia total del grupo puede estimarse superior al centenar de metros. Las hiladas de yeso sacaroideo blanco, masivo o en capas de 0,8 m pueden sumar una potencia total de una treintena de metros. Se hallan diaclasadas y carstificadas en parte.

Estructura.— Aparece siempre como serie monoclinual de vergencia NW. Los afloramientos más importantes, situados en la desviación de la C.N.—I a Torrelaguna y en el valle del Arroyo de S. Vicente, adoptan siempre posición estratigráfica concordante o subconcordante con las últimas capas cenomanenses, a las que siguen en todas sus evoluciones de origen tectónico, o bien se apoyan sobre la litofacies 30a que será descrita a continuación. Morfológicamente su afloramiento produce amplias áreas depresivas de superficie alabeada, o laderas poco pendientes cruzadas por redes de cauces de tendencia dendriforme. Los yesos sacaroideos producen resaltes romos de extensa corrida.

Geotecnia.— Materiales de compacidad media poco o nada consolidados, salvo los niveles de yeso que presentan resistencia y textura de tipo rocoso. Alterables por disolución y erosionables frente a la meteorización física. Semipermeables o impermeables, pueden producir ligeros encharcamientos temporales. Ripables solo los paquetes margosos, ya que las hiladas de yeso sacaroideo tienen textura y comportamiento de tipo rocoso, y por tanto no ripables. La fotografía 24 (Lám. XIII) muestra un aspecto de los taludes artificiales excavados en este grupo y parte del anterior, a lo largo de la desviación Guadalix—Torrelaguna, reposición de la antigua carretera, hoy cubierta por el embalse de El Vellón. Es obvia la posibilidad de que se produzcan problemas de estabilidad y agresividad en el presente grupo geotécnico, sobre todo en la cimentación de obras de fábrica importantes. Presenta deslizamientos de ladera importantes en la zona de El Vellón—Cotorro (estereopar de la lámina XVII).

#### COMPLEJO TERCIARIO BASAL DE TORRELAGUNA (30a). Fig. 25

Litología.— Comprende un heterogéneo grupo de materiales y rocas de difícil encuadre estratigráfico y prácticamente imposible separación en grupos o recintos independientes. Constituye una formación de borde en la que existen como fracciones más representativas conglomerados calizos parcialmente cementados y margas arenosas verdes, grises o blanquecinas, con variable proporción de la fracción química (carbonato) y detrítica. A menudo, uno y otro material presentan aspecto costroso, con caliche blanco cementante que da al conjunto un aspecto especial de nivel rocoso. La potencia deducida para este grupo es de 25—40 m. Pasa lateralmente al grupo anterior.

Estructura.— Al igual que el grupo 30b, se adapta perfectamente a las últimas capas calizas del Cretácico, formando con él una misma unidad estructural. Su buzamiento es E en la zona de El Vellón—El Espartal y S en la Atalaya de Torrelaguna. La fotografía 10 (Lám. VI) muestra un aspecto panorámico del presente grupo apoyado sobre las calizas cenomanenses de Torrelaguna.



Foto 28.— Pórfidos ácidos al N de El Berrueco. Hoja 484-3 y 4.

Geotecnia.— Presenta compacidad media a alta, con una consolidación y cementación locales muy acusadas. Su capacidad portante es media a alta. Admite taludes medio estables de fuerte pendiente, y su ripabilidad es marginal o nula. No contiene sustancias agresivas al hormigón, al menos en cantidad apreciable.

COMPLEJO CALIZO DE COTORRO (28a). Figs. 23, 26 y 27

Litología.— Formación caliza y calizo—margosa en sucesión regular de capas de 0,4 a más de 1 m, y entre las que se intercalan, de manera esporádica, tramos tableados margo—calizos y margas blancas blandas. La formación puede alcanzar una potencia total del centenar de metros o superior, siendo siempre minoritaria la proporción de niveles blandos. Se halla carstificada en parte y densamente diaclasada, por lo que la progresión de este fenómeno es bastante rápida dentro de la escala geológica. Los cambios laterales de facies son poco importantes en la presente zona y afectan, exclusivamente, a la potencia relativa de los diferentes paquetes.

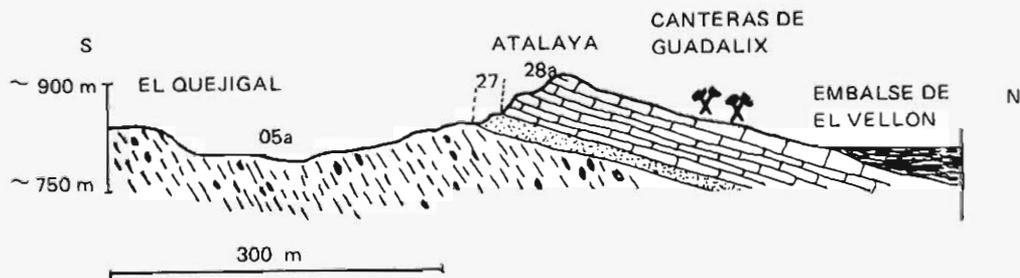


Fig. 26.— Esquema morfoestructural del Cretácico de Guadalix de la Sierra. 28a: calizas alternando con calizas margosas (Cenomanense); 27: arenas arcillosas y areniscas (Albense); 05a: gneis.

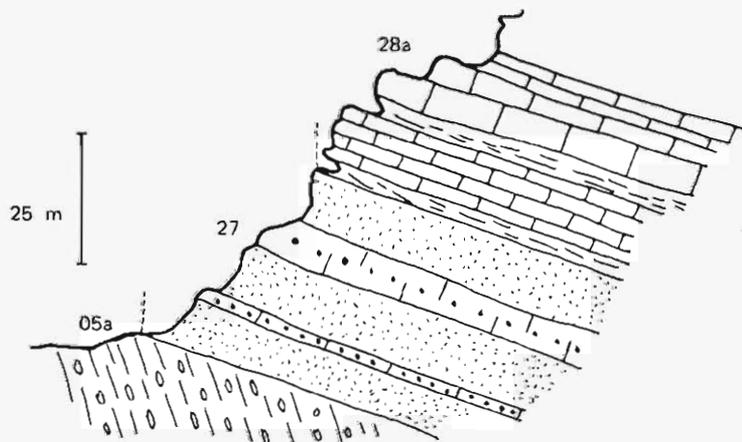


Fig. 27.— Detalle de la figura 26.

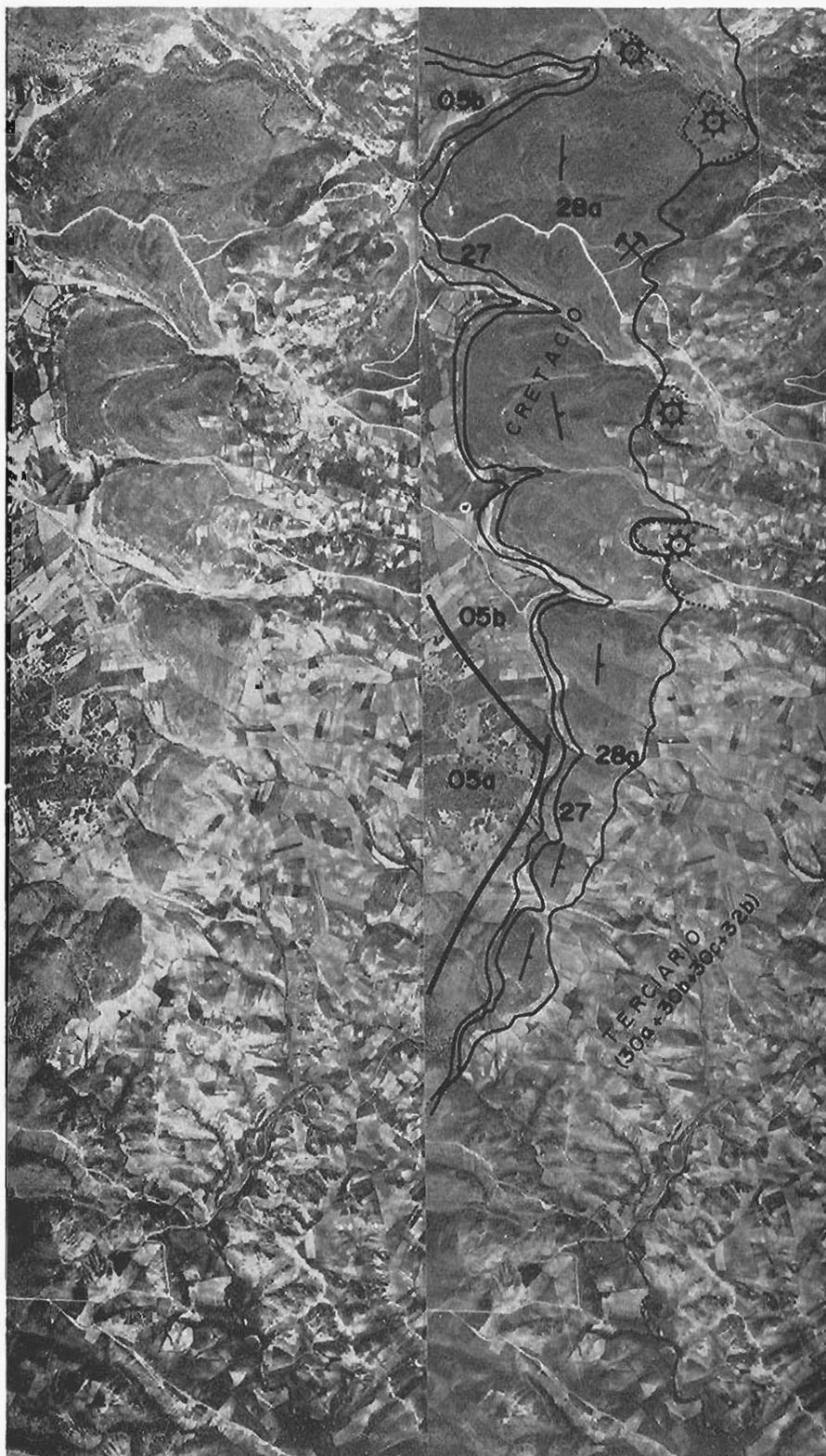


Foto 29.— Deslizamientos de ladera en las formaciones meso-terciarias de El Vellón-Cotorro. Hoja 509-1.

Estructura.— Con frecuencia la serie caliza cretácica constituye un paquete monoclinál con buzamiento de 35—45 grados, en el que la "cuesta" de los estratos coincide más o menos con la superficie topográfica de los afloramientos, y el "talud" de los mismos da origen a laderas escarpadas e irregulares, con salientes y cornisas de las que se desprenden numerosos bloques calizos. Todo ello condiciona pues la morfología típica de estos afloramientos: prolongaciones montañosas (o montuosas) a modo de estrecho espinazo rocoso, de perfil transversal disimétrico (foto 13, Lám. VII).

Al S y en las proximidades del núcleo urbano de Guadalix aparece la única estructura de plegamiento completa que muestra la formación cretácica de la zona. Se trata de un haz de pliegues (2 sinclinales y 2 anticlinales) simétricos, de rumbo NE—SW y pequeña corrida, ya que las líneas axiales de los mismos buzan por uno y otro extremo para sumergirse bajo la terraza del Guadalix o bajo la discontinuidad tectónica que caracteriza el contacto gneis—cretácico de El Quejigal. De manera local, la serie descrita presenta buzamientos verticales e inversiones, siempre situadas junto a las grandes fracturas cartografiadas. La lámina XIX muestra una panorámica aérea estereoscópica de las estructuras de plegamiento del Cretácico aludidas anteriormente.

Geotecnia.— Son rocas con notable buzamiento y diaclasado medio, distribuidas en gruesos bancos (fino tableado localmente). Su permeabilidad es notoria, de origen estructural y cárstico. Producen ocasionales desprendimientos de cornisas cuando un estrato calizo se apoya sobre margas blandas, erosionables (áreas de Torrelaguna y Guadalix). También producen hundimientos (dolinas) por derrumbamiento de cavidades internas de disolución (área montañosa de Cotorro). Carsticidad media. No ripables en general.

#### ALBENSE DE EL VERDUGAL (27). Figs. 26 y 27

Litología.— Formación alternante de arenas arcillosas versicolores y areniscas amarillentas, poco endurecidas frecuentemente. Los niveles arenosos incluyen asimismo capas arcillosas francas de color blanco o blanquecino, pobres en cantos y granos silíceos. Las areniscas tienen siempre trama silíceo cerrada y cemento de naturaleza variada (arcilloso o carbonatado), apareciendo algunos bancos de verdaderas molasas amarillentas. El espesor de las capas areniscosas oscila entre 0,5 y 1 m, mientras los horizontes arcillo—arenosos muestran estratificación cruzada y potencia de hasta 1,5—2 m. Los cambios laterales de facies son poco importantes a lo largo y ancho de la región, ya que la continuidad litológica del grupo es notoria, tanto en cuanto a naturaleza del material como en potencia media y disposición estratigráfica del tramo (véase Foto 13, Lám. VII).

Estructura.— Dada la perfecta concordancia entre el presente grupo (Albense) y el anterior (Cenomanense), todas las indicaciones hechas sobre la tectonoestática de aquél son asimilables a éste. Morfológicamente el afloramiento de estos materiales coincide con laderas depresivas de perfil cóncavo, más o menos asurcadas por pequeños abarrancamientos de cauce encajado.



Foto 30.— Deslizamientos de un potente tramo calizo al SW de Torrelaguna. Visión estereoscópica.  
Hoja 509-1 (97 H-15 y 17).

Foto 31.— Bolos de granito aislados por la erosión del leucoxeno granítico. Junto a la C.N. I, P.K. 66. Hoja 484-2 (34A-1).

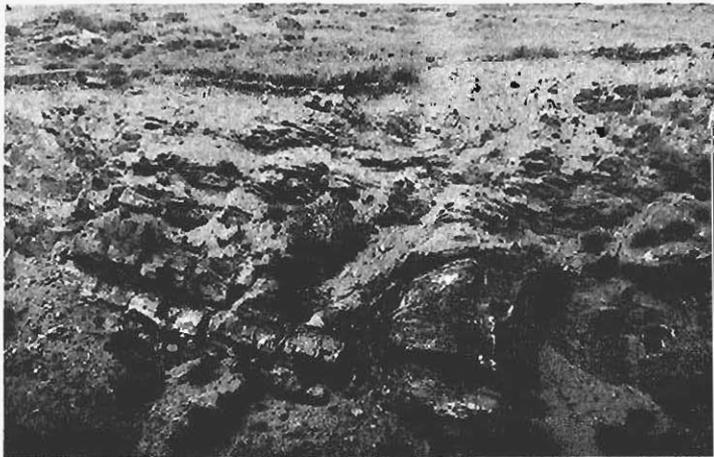


Foto 32.— Niveles de metaanfíbolitas intercaladas en los gneis. Cabeza de Piñuécar. Hoja 458-2 (34A-1).

Geotecnia.— Erosionabilidad diferencial acusada entre los lechos de arenas y las capas areniscosas o molásicas, produciéndose algunos descalces y caídas de cornisas de poca importancia. Taludes medios estables de 30—35 grados. Capacidad portante del conjunto media a alta. Permeables a semipermeables. Perfectamente ripables los lechos arenosos y con ripabilidad marginal los paquetes areniscosos.

#### MICASQUISTOS DE EL VELLON (05b). Fig. 25

Litología.— Podrían ser clasificados localmente por textura y composición mineralógica como rocas gneísicas de dos micas (tal ocurre con una muestra tomada al NE de El Vellón). Son rocas cristalinas, extraordinariamente ricas en minerales micáceos junto con el cuarzo y los feldespatos, a los que acompañan turmalina, circón y opacos como elementos accesorios o secundarios. Pasan con frecuencia a gneis franco sin solución de continuidad, salvo en algunas zonas de fracturas, y ni aún así es observable nunca un paso brusco de uno a otro material. La esquistosidad tiene rumbo y buzamiento variables.

Estructura.— En el área de El Vellón el presente grupo se arrumbó S—N prácticamente, con buzamiento tendido hacia el E, discordante con las arenas del Cretácico, tal como puede verse en la fotografía 13 (Lám. VII). En este sector son rocas finamente lajeadas, de colores variados (rojo, gris o verde) muy deleznales, que pasan hacia el W a masas rocosas de igual estructura pero con lajeado menos patente y formas erosivas más abruptas, aproximándose cada vez más a la morfología típica del ámbito gneísico.

Geotecnia.— Las redes de diaclasas que afectan a estas rocas, su textura escamosa y su notable grado de alteración en superficie, las hace muy deleznales y fácilmente excavables por el agua de escorrentía. Sus afloramientos aparecen así acarcavados o, cuando menos, deprimidos con un recubrimiento eluvio—coluvial bastante potente. No permiten taludes medios estables de pendiente superior a los 45—50 grados. Son impermeables (semipermeables en la capa de alteración). No es ripable la roca sana.

#### COMPLEJO GNEISICO DE GUADALIX (05a)

Litología.— La roca ha sido clasificada como gneis glandular de dos micas, perteneciente al metamorfismo regional, facies de las pizarras verdes. Su textura es gneísica, con glándulas de gran tamaño, integradas por feldespato potásico (microclina) y albita, formando pertitas. Como macizo rocoso, el material se presenta densamente diaclasado, con un fajeado especial de bandas claro—oscuro de espesor inferior a 1 cm. Son frecuentes los diques de rocas filonianas ácidas, rellenando las fracturas y demás juntas de este macizo rocoso.

Estructura.— Presenta disyunción regular de tipo lajoso, en favor de los planos de esquistosidad. La estratificación no es observable (en el caso de que haya existido como tal)



Foto 33.— Estructuras de plegamiento en el Cretácico de Guadalix de la Sierra. Hoja 509-4.

y las fracturas que le afectan adoptan variada orientación en el espacio, de tal forma que no es posible diferenciar direcciones preferenciales netas. Sus afloramientos presentan morfología muy dispar, hecho que se produce en relación con la potencia y condiciones de la capa de alteración que las recubre (véase foto 14, Lám. VIII). Los diques son siempre verticales o subverticales.

Geotecnia.— La roca sana es impermeable texturalmente. Presenta, sin embargo, cierta permeabilidad en estado degradado y sobre todo a través de las juntas de esquistosidad y diaclasas. Como roca fresca permite taludes medios estables verticales, mientras que el jabre residual no es estable en taludes de más de 45–50 grados, dada su considerable erosionabilidad. El jabre es un suelo adecuado perfectamente ripable, susceptible de aprovechamiento en la coronación y núcleo de terraplenes importantes. Los diques de lamprófido de La Peña del Gato (Hoja 509–4) y los de aptitas o pegmatitas de El Verdugal, Cantos Blancos, etc., tienen disyunción granular y/o cataclástica, además de presentar una profunda alteración meteórica, todo lo cual los hace no aprovechables como áridos para carreteras.

#### GRANITO DE NAVALAFUENTE (01). Fig. 28

Litología.— Granito y granodiorita (probablemente es más abundante esta última) de grano medio, con cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, moscovita y biotita como elementos esenciales, y sericita (pseudomórfica de plagioclasa), apatito, circón y opacos, como secundarios y accesorios. Su textura es granuda hipidiomorfa. El macizo rocoso se halla intensamente diaclasado y la meteorización ha penetrado en él de manera notable. Este proceso de alteración se caracteriza por la transformación de los feldespatos en micas (sericita principalmente), con la pérdida de compacidad y cohesión que ello representa, y el incremento de su capacidad de imbibición de agua, haciendo progresar aún más los procesos meteóricos. Existen frecuentes cambios en la textura y condiciones petrográficas de estas rocas dentro de la zona de estudio. Tales cambios no han sido marcados en la cartografía para evitar complejidad a la misma.

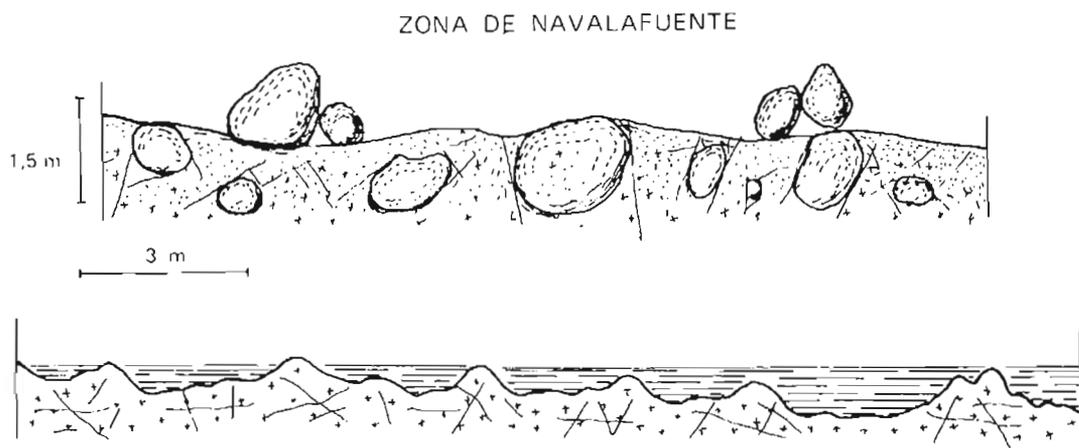


Fig. 28.— Esquema de formación y depósito de los suelos eluvio-coluviales sobre el macizo granítico de la zona de Navalafuente.

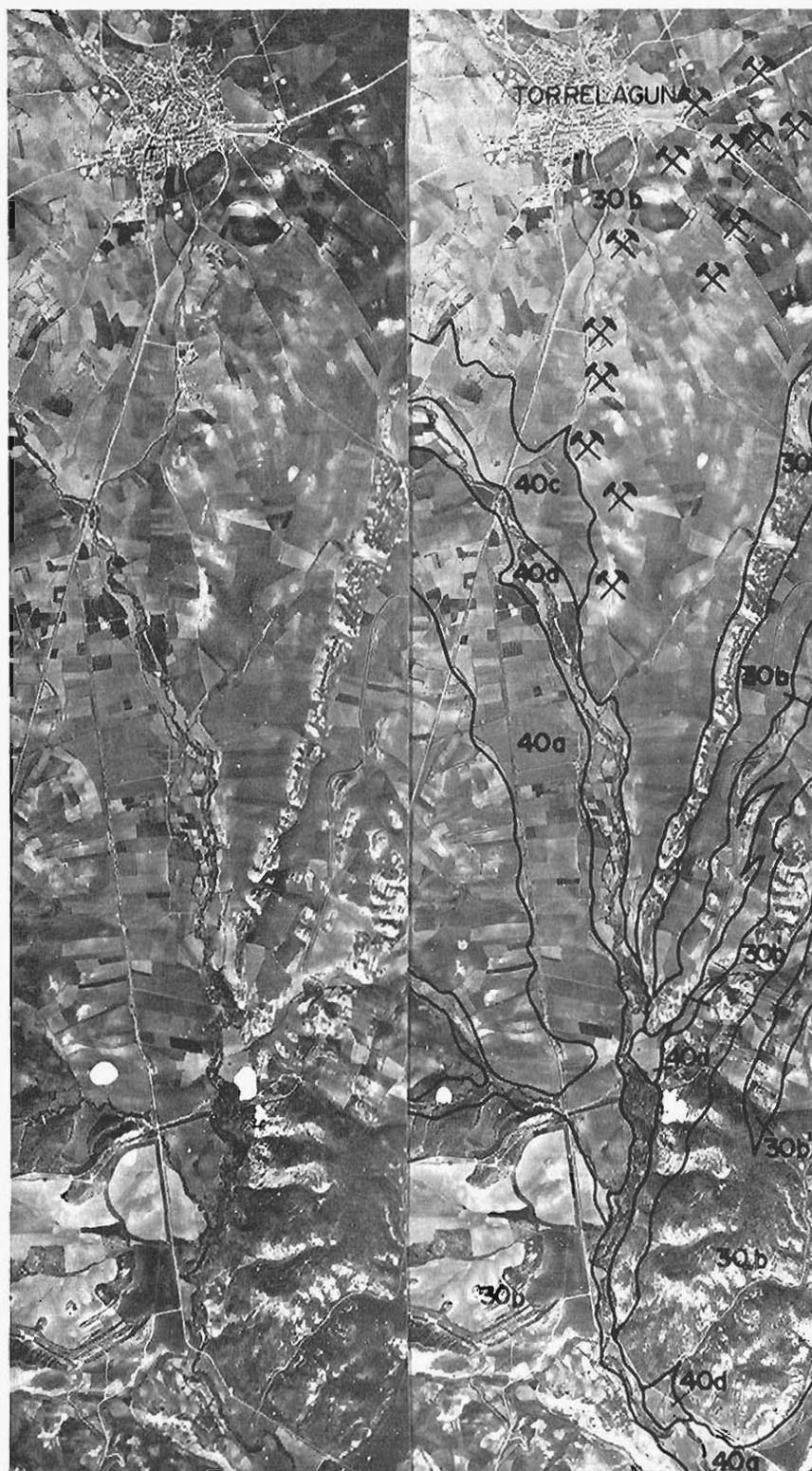


Foto 34.— Hiladas de yeso sacaroideo al S de Torrelaguna. Arrastres y conos de deyección del Arroyo de S. Vicente. Hoja 509-1.

La potencia de los suelos residuales desarrollados sobre el presente grupo litológico es variable, pero siempre notoria. La alteración penetra hasta algo más de una decena de metros, mientras la degradación solo profundiza unos metros (1–3) de manera totalmente irregular. La superficie de alteración de la masa granítica puede representarse como indica la figura 28 adjunta. Los diques que atraviesan el presente grupo son poco importantes en general, desde el punto de vista del trazado y construcción de carreteras.

Estructura.— El macizo granítico presenta estructura masiva en la que las soluciones de continuidad responden siempre a fracturas de mayor o menor importancia. Sólo localmente (por ejemplo, al SW de Navalafuente) aparecen enclaves con estructura estratiforme irregular. Las diaclasas y fallas dividen el macizo rocoso en bloques paralelepípedicos, entre los cuales penetra el agua de lluvia provocando la meteorización periférica de los mismos. Estos bloques, por denudaciones concéntricas sucesivas, llegan a adquirir forma subesférica, dando origen a los bolos erráticos que flotan o emergen del suelo a lo largo y ancho del paisaje granítico, al que caracterizan. Los diques y filones encajados en la masa granítica son de naturaleza ácida en general; se hallan densamente diaclasados y su alteración es profunda. Son siempre verticales o subverticales.

Geotecnia.— La roca como tal es compacta, dura y resistente, impermeable por textura pero con cierta permeabilidad secundaria a través de diaclasas y juntas en general. No es ripable y permite taludes elevados estables verticales o invertidos. Puede constituir un excelente árido en la construcción del firme de carreteras y obras de fábrica anejas.

El estudio del presente grupo requiere asimismo el de los suelos residuales desarrollados sobre él, puesto que la extensión y potencia de los mismos es tal que todo proyecto de trazado y construcción de carreteras en la zona, forzosamente se apoyará en tales suelos con mayor frecuencia que sobre la roca sana. El lecho granítico resultante de la meteorización del granito es un material granular con naturaleza y comportamiento geotécnico de arena arcósica ligeramente cohesiva. Es permeable y ripable y admite taludes medios estables hasta un ángulo no mayor de 35–45°. Resulta obvio que este ángulo podrá incrementarse hasta hacerse vertical, a medida que el granito se hace más fresco. Los recintos depresivos suelen encharcar temporalmente el agua de escorrentía, provocando la formación de suelos muy ricos en materia orgánica.

### **6.3 RESUMEN DE LA ZONA**

Los grupos mejor representados dentro de la zona son los denominados en cartografía como 01 y 05a (granitos s.l. y gneis respectivamente). La serie meso–terciaria cubre la parte central y oriental de la misma, mereciendo ser destacada por sus especiales características la litofacies denominada 30b.

Sobre los grupos 01 y 05a es preciso indicar la considerable importancia de su alteración y degradación. Los suelos eluvio–coluviales desarrollados sobre el gneis y granito s.l.

de la zona pueden alcanzar más de una decena de metros y su continuidad superficial es notoria, tal como se muestra en la cartografía, en donde se ha preferido marcar tales recubrimientos, aún conociéndose la naturaleza del substrato. Son materiales granulares, de naturaleza arenoso—arcillosa, de compacidad media; permeables "en pequeño" y susceptibles de provocar eventuales encharcamientos superficiales o subsuperficiales, en áreas depresivas. Su capacidad portante es muy variable y son perfectamente ripables. Pueden constituir materiales de préstamo de granulometría de suelo adecuado.

La litofacies 30b (y por ende la 30b' integrada por yesos sacaroideos exclusivamente), presenta a lo largo y ancho de su afloramiento movimientos del terreno, a veces de notable importancia. Su constitución arcillosa y la considerable fracción de sulfatos que tales arcillas engloban, condicionan su erosionabilidad y particular comportamiento geotécnico. Agresividad e inestabilidad del terreno sobre todo en relación con la cimentación de obras de fábrica; erosionabilidad notable de taludes y formación de redes dendríticas de drenaje pueden ser los principales problemas del grupo.

El resto de los materiales estudiados no presenta problemas geotécnicos dignos de consideración en la presente fase.

#### **6.4 RECOMENDACIONES**

Se recomienda el estudio detallado de los yacimientos señalados en la cartografía, a fin de conocer suficientemente el volumen real y la calidad de los materiales aprovechables en la construcción de carreteras dentro de la zona de estudio.

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

## **7. ESTUDIO DE YACIMIENTOS**

Los cuadros adjuntos resumen de manera esquemática pero suficientemente determinativa, una reseña general de los yacimientos rocosos y granulares prospectados en fase de Estudio, y que deberán ser adecuadamente estudiados y ensayados en fases posteriores. El estudio realizado hasta el momento es de tipo cualitativo fundamentalmente. Comprende la determinación litológica detallada del material y la estimación de sus características geotécnicas principales por comparación con otros materiales o rocas ensayadas, litológicamente equivalentes. Asimismo se exponen las condiciones de explotabilidad del yacimiento, haciendo especial mención sobre accesos, recubrimiento, coeficiente de aprovechamiento estimado, tectonoestática y morfoestructura del yacimiento y posibles utilidades del material. Se completan los cuadros-resumen con una evaluación global de los volúmenes explotables aproximados de cada cantera o gravera.

La numeración de los yacimientos es correlativa dentro de cada hoja 1:50.000 y para cada tipo de roca o material.

### **7.1 CANTERAS**

Se han considerado un total de 25 yacimientos rocosos de características diferentes pero todos ellos susceptibles de ser utilizados en mayor o menor cuantía. El volumen total de material explotable se cifra en más de 6 millones de m<sup>3</sup>, de los cuales 120.000 m<sup>3</sup> corresponden a diques de aplitas (3 yacimientos); 50.000 m<sup>3</sup> a pórfidos cuarcíferos (1 yacimiento); 2.900.000 m<sup>3</sup> a gneis (3 yacimientos); 1.545.000 m<sup>3</sup> a granito (12 yacimientos) y 1.700.000 m<sup>3</sup> a calizas (6 yacimientos).

### **7.2 GRAVERAS**

En lo que a yacimientos granulares se refiere, se han considerado cuatro únicos yacimientos, todos ellos de tipo GP. Son gravas calizas o poligénicas, más o menos rodadas, con fracción de arena variable y bloques de gran tamaño, poco rodados, dispersos en su masa. Se cifra en unos 480.000 los metros cúbicos aprovechables, de los que 100.000 m<sup>3</sup> corresponden al yacimiento situado junto a la carretera local de Torrelaguna a la CN-1, 80.000 m<sup>3</sup> al situado entre Chozas de la Sierra y Manzanares El Real, 150.000 m<sup>3</sup> al situado en el río Lozoya y 150.000 m<sup>3</sup> a los conos de deyección situados en esta misma zona.

Es preciso indicar que para volúmenes explotables más limitados, existen en el presente tramo acúmulos aluviales o deyectivos susceptibles de ser utilizados.

### **7.3 PRESTAMOS**

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

No se han definido, en el presente estudio, recintos de suelos adecuados, aptos para ser utilizados en el núcleo y coronación de los terraplenes, que precisen los futuros trazados de carreteras. Aunque no se han llevado a cabo reconocimientos ad hoc, se estima que reúnen las características granulométricas exigidas por los materiales de préstamo (suelos adecuados) la mayor parte de los suelos residuales (eluvio-coluviales), desarrollados sobre el substrato gneísico y granítico del Tramo. También pueden ser adecuados o, cuando menos, tolerables, otros acúmulos granulares cartografiados, tales como conos de deyección, morrenas y gran cantidad de coluviones. El volumen total de materiales aprovechables como préstamo puede estimarse ilimitado.

**7.4 YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON DETALLE**

Se recomienda estudiar con detalle las canteras, masas canterables y yacimientos granulares siguientes:

**YACIMIENTOS ROCOSOS**

Hoja 458	Fa-1   Fa-2   Fp-1   Mn-1	Hoja 484	Mn-1   Mn-2   Fa-1   Pg-1, Pg-2... Pg-9   Qc-1
		Hoja 509	Qc-1, Qc-2... Qc-5   Pg-1, Pg-2, Pg-3

**YACIMIENTOS GRANULARES**

Hoja 484	AGP-1   DGP-1	Hoja 509	aGP-1   aGP-2
----------	------------------	----------	------------------

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

IDENTIFICACION		MATERIAL				LOCALIZACION		ENSAYOS				EXPLOTACION		OBSERVACIONES (Accesos, estructura, utilización, etc.)		
DENOMINACION	ENCUADRE Lit. Gravit	TIPC	DESCRIPCION	EDAD	HOJA (1:50,000)	COORDENADAS	ASTM	TAMIZADO	PLASTICIDAD	% MAT. ORG. SUELO	% SUELO ARENA	CLASIFICACION CASA GRANDE	RECIB. VOLUM. (m <sup>3</sup> )		CAPRY	
AGP-1	40a	Grava y arena	Grava poligénica con arena silicea y limos arcillosos-margosos	Cuatern.	509	0005°25'E 40048°50'N	40	200	LL	IP			0,2	100.000	0,9	Junto a la local de Torrelaguna en la C.N. 1, H.H., M.B.  Junto a la local de Chezas de los Manzanares el Real, M.B., C. Camino de tierra de 100 m al de Alameda del Valle.  Camino de 500 m al S de Alameda del Valle.
AGP-2	40a	Grava y limo	Grava de granito y gneis con arenas y limos.	Cuatern.	509	0007°10'E 40045°05'N							0,4	80.000	0,7	
AGP-1	40a	Grava, arena y limo	Grava poligénica y arenas calcáreas.	Cuatern.	484	0009°00'E 40055°00'N							0,3	150.000	0,8	
DGP-1	40a	Grava y arcilla	Grava y arcilla roja abundante.	Cuatern.	484	0009°15'E 40054°40'N							0,5	150.000	0,7	

Utilización: C.U. = Cuaternario uso, m.p. = Hormigones hidráulicos, M.B. = mezcla bituminosa, C.R. = Capa rodadura, C.I. = Capa intermedia, C.B. = Capa base, etc.

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

IDENTIFICACION	ENCUADRE	TIPO DE ROCA	MATERIAL	LOCALIZACION		ENSAYOS			EXPLOTACION		OBSERVACIONES (4)				
				EDAD	HQDA	% P.C.	% F.D.	% Z.D.	% S.C.	RECUBR		VOLUMEN			
DENOMINACION	Lit	Gratos	COMPOSICION Y TEXTURA	EDAD	HQDA (1/3000)	COORDENAD	ANG.F.T.S	ADHESIVIDAD	PULIMENTO	RECUBR	VOLUMEN	(Accesos, estructura, utilización, etc.)			
04a-1	04a	Aplita	Olivoclasta 34,8%/o, cuarzo 32,2%/o, feldespato potásico 21,4%/o, moscovita + biotita 10,3%/o, acceso- rios 1,3%/o. Textura Aplítica.	458	0907.40°W 41°03.00°N	0907.40°W 41°03.00°N	11					0,4	40.000	0,70	150 m desde el P.K. 11,7 de la C.L. Navafria-Lozoya. Dir. N140E. Vertical. C.B.
04a-2	04a	Aplita	Cuarzo, feld-k, plagioclasta y moscovita. Accesores: turmalina y opacos. Textura: aplítica	458	0906.40°W 41°04.00°N	0907.20°W 41°01.40°N						0,5	60000	0,70	A 700 m de Segullas por C.V. a Gallegos. Dir. N80E. Vertical. C.B.
04p-1	04p	Perfido cuarífero	Cuarzo, feld-k (microclinal), plagioclasta (albitica), moscovita, biotita, apatito, opacos. Textura granada hipidiomorfa-porfídica	458	0904.00°E 41°00.50°N	0906.10°E 40°59.10°N						0,7	50000	0,75	Junto a P.K. 14,3 de la C.L. Navafria-Lozoya. Dir. N50E. Vertical. C.B.
05a-1	05a	Gneis embrechtita	Cuarzo, feldspato potásico (microclinal), plagioclasta (albita), biotita y moscovita. Textura gneisica	484	0904.00°E 41°00.50°N	0906.10°E 40°59.10°N						0,5	100000	0,80	800 m camino desde P.K. 1 de la C.L. a Gandullas. C.B., C.I., M.B.
05a-1	05a	Gneis aplítico	Cuarzo, feldspato K (microclinal), plagioclasta, moscovita. Accesores: Apatito y opacos. Textura: gneisica -aplitica.	484	0902.40°E 40°59.15°N	0907.05°W 40°58.25°N						0,5	20000	0,85	200 m al W del P.K. 75,5 de la C.N. 1 (Madrid-Burgos). C.B., C.I., y M.B.
05a-2	05a	Gneis embrechtita	Cuarzo, feld-k (microclinal), plagioclasta, moscovita. Accesores: biotita, apatito, opacos. Textura gneisica	484	0902.40°E 40°59.15°N	0907.05°W 40°58.25°N						0,5	20000	0,85	Junto al P.K. 7,5 de la C.L. Navafria-Lozoya. Dir. N140E. C.B., C.I.
05a-1	05a	Aplita	Cuarzo, microclina, plagioclasta, moscovita. Accesores: apatito, circon, opacos. Textura: aplítica-cataclástica.	484	0908.10°E 40°52.40°N	0905.20°E 40°50.50°N						0,5	25000	0,80	Junto a la C.C.-100. C.B., C.I., y M.B.
05a-2	05a	Granito alcalino	Cuarzo, feld-k, plagioclasta (albita) y biotita. Apatito, circon y opacos como accesores. Textura granada alotriomorfa.	484	0906.45°E 40°52.45°N	0906.25°E 40°53.20°N						0,3	35000	0,90	Junto a la local de El Berruco-La Cabrera. C.I., C.B., M.B. y C.R., eventualmente.
05a-1	05a	Granito adamellítico	Cuarzo, feld-k, plagioclasta, biotita. Accesores: apatito, circon, opacos. Textura: granada hipidiomorfa.	484	0906.10°E 40°54.15°N	0905.00°E 40°53.20°N						0,2	50000	0,90	Camino de Tierra (800 m) desde la local de El Berruco-La Cabrera. C.I., C.B., M.B.
05a-4	05a	Granito	Cuarzo, feld-k, plagioclasta y biotita. Textura granada hipidiomorfa.	484	0900.20°E 40°50.20°N	0905.00°E 40°53.15°N						0,2	más de 200000	0,90	Junto a la local Bustarjeo-Cabanillas de la Sierra. C.I., C.B., M.B.
05a-5	05a	Microgranito	Cuarzo, feld-k, plagioclasta (albitica) y biotita. Material sericitico-arceloso y clorita como secundarios. Textura: microgranada.	484	0906.10°E 40°54.15°N	0905.00°E 40°53.20°N						0,2	más de 200000	0,85	Junto a la C.N. 1, C.I., C.B., M.B., y C.R., eventualmente.
05a-6	05a	Microgranito	Cuarzo, feld-k, plagioclasta y biotita. Textura granada.	484	0905.50°E 40°53.15°N	0906.10°E 40°54.15°N						0,4	más de 200000	0,90	Junto a la C.N. 1, C.I., C.B., M.B., y C.R., eventualmente.
05a-7	05a	Granito	Cuarzo, feld-k, plagioclasta y biotita. Accesores: apatito, circon. Textura: granada hipidiomorfa.	484	0906.10°E 40°54.15°N	0905.00°E 40°53.20°N						0,2	más de 200000	0,90	Junto a la carretera local de Bustarjeo-Cabanillas. C.B., C.I., M.B., C.R., eventualmente.
05a-8	05a	Granito	Cuarzo, feld-k (ortosa), plagioclasta, biotita. Accesores: apatito, circon, opacos. Textura: granada-hipidiomorfa.	484	0904.20°E 40°55.00°N	0905.00°E 40°55.00°N						0,4	más de 200000	0,80	500 m de camino desde el P.K. 67 de la C.N. 1 (Madrid-Burgos). C.B., C.I., y M.B.
05a-9	05a	Granito	Cuarzo, feld-k (ortosa), plagioclasta, biotita. Accesores: apatito, circon, opacos. Secundarios: sericitia y clorita. Textura: granada-hipidiomorfa.	484	0903.50°E 40°55.10°N	0903.30°E 40°50.20°N						0,4	más de 200000	0,80	800 m de camino desde el P.K. 67,7 de la C.N. 1 (Madrid-Burgos). C.B., C.I., y M.B.
05a-1	05a	Caliza microcristalina	Calclita como principal material arcilloso y opacos como accesores. Textura: microcristalina.	484	0908.15°E 40°50.20°N	0903.30°E 40°50.20°N						0,5	150000	0,70	Junto a la C.C.-100. H.H., M.B., C.B.
05a-2	05a	Caliza microcristalina	Carbonato cálcico. Accesores: material accesorio y opacos. Textura microcristalina.	509	0902.40°E 40°46.45°N	0907.40°E 40°47.00°N						0,6	250000	0,80	Camino de Tierra de 200 m desde la carretera local de Guadalix a la C.N. 1, C.B., C.I., M.B., y H.H.
05a-3	05a	Caliza microcristalina	Carbonato cálcico. Accesores: material accesorio y opacos. Textura microcristalina.	509	0907.40°E 40°47.00°N	0907.40°E 40°47.00°N						0,8	900000	0,60	A 100 m de la carretera local Guadalix-C.N. 1, C.B., C.I., M.B., H.H.,
05a-4	05a	Caliza alfanítica	Calclita como principal. Arcilla y opacos como secundarios. Textura alfanítica.	509	0900.10°E 40°46.45°N	0900.10°E 40°46.45°N						0,6	200000	0,80	Carretera local de El Veillon-El Espartal. C.B., C.I., M.B., H.H.

(1) Conflicto de derechos "Los Angeles" para granodiorita A  
 (2) Procedimientos de inversión estatica en labo de agua a 60° C durante 24 horas del L.P.C. y norma N.L.T. 156/69. Ligante B.80-100. P.C. = Piedras cubiertas. P.D. = Puntos descubiertos. S.D. = Superficie descubierta. S.C. = Superficie cubierta  
 (3) Ensayo de desgaste con la máquina de pulimento acelerado, de acuerdo con las normas N.L.T. 174/69 y N.L.T. 175/69  
 (4) Utilización: C.U. = Cuidadoso uso. H.H. = Hormigones hidráulicos. M.B. = mezcla bituminosa. C.R. = Capa rodadura. C.I. = Capa intermedia. C.B. = Capa base, etc.

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

IDENTIFICACION		MATERIAL		LOCALIZACION		ENSAYOS				EXPLOTACION		OBSERVACIONES (A)			
DE NOMINACION	ENCUADRE Lit. Serie	TIPO DE ROCA	COMPOSICION Y TEXTURA	LDAD	HOJA (1:50000)	COORDINAD	ANGULOS (1)	% P.C.	% P.D.	% S.C.	PULIMENTO (3) Antes 3 h	RECUB. (m)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	(Accesos, estructura, utilización, etc.)	
Oc-5	28a	Caliza microcristalina.	Calcita, arcilla y opacos. Textura microcristalina.	Cenoman.	509	0°00'30"W 40°46'25"N						0,5	200000	0,70	Junto a la local de Guadalupe a Colmenar Viejo. M.B., H.H., C.B. Y C.I.
Pg-1	01	Adamellita	Cuarzo, feld-k, plagioclasa, biotita. Accesorios: moscovita, apatito, circon y opacos. Textura: granuda hipidiomorfa.		509	0°08'00"W 40°45'30"N						0,5	más de 200000	0,70	Camino de tierra de 1000 m pasando por la local Chozas de la Sierra—Marzamar. C.B., C.I.
Pg-2	01	Granodiorita	Cuarzo, ortosa, plagioclasa. Accesorios: apatito, circon, opacos. Textura: granuda hipidiomorfa.		509	0°02'00"E 40°49'15"N						0,80	15000	0,60	Local de Cabanillas—Navalafuente. C.B., C.I.
Pg-3	01	Granodiorita	Cuarzo, feld-k, plagioclasa, moscovita, biotita. Textura: granuda hipidiomorfa.		509	0°00'05"E 40°48'35"N						0,7	20000	0,70	Local de Navalafuente—Guadalupe. C.B. en estado fresco.

(1) Creciente de desgaste "Los Angeles" para granulometría. A  
 (2) Procedimientos de inmersión estática en baño de agua a 60° C durante 24 horas del L.C.P.C. y norma N.L.T. 166/69. Ligante 8.80-100, P.C. P. Puntos descubiertos. S.D. Superficie descubierta. S.C. Superficie cubierta.  
 (3) Ensayo de desgaste con la máquina de pulimento acelerado, de acuerdo con las normas N.L.T. 174/69 y N.L.T. 175/69.  
 (4) Utilización C.U. Cualquier uso. H.H. Hormigones hidráulicos. M.B. mezcla bituminosa. C.R. Capa rodadura. C.I. Capa base, etc.

## **8. OBSERVACIONES GENERALES SOBRE LAS INDICACIONES GEOTECNICAS Y LAS PROSPECCIONES LLEVADAS A CABO**

A continuación se hacen unas breves consideraciones sobre la significación convencional asignada a cada uno de los conceptos más utilizados en el mapa litológico (geotécnico—estructural) adjunto. Asimismo se exponen las principales conclusiones a las que se llega, elaborando los datos obtenidos de los sondeos y ensayos realizados.

Pese al carácter puramente cualitativo del presente Estudio Previo, los conceptos que a continuación se glosan tratan de aportar, apoyados en un forzosamente limitado número de ensayos, o en una evaluación comparativa con otros materiales ensayados geológicamente equivalentes, una cierta cuantificación de las características geotécnicas de los mismos, como orden de magnitud de sus valores reales, que deberán ser investigados oportunamente.

Entre los conceptos geotécnicos a que se hace referencia figuran: ripabilidad, capacidad portante y estabilidad de taludes.

Al no disponer de reconocimientos que permitan establecer el espesor real de la capa ripable de cada formación, se ha empleado el concepto ripabilidad con el siguiente significado: se considera ripable todo material que puede ser directamente excavado con un ripper de potencia media, sin previa preparación del terreno con explosivos u otros medios. Ripabilidad marginal es propia de terrenos difícilmente ripables (materiales de transición o de prevoladura) con maquinaria de potencia media (el D7E de Caterpillar por ejemplo), pero lo sería empleando maquinaria aún más potente (el D9G). Se considera no ripable al material que precisa de un tratamiento previo con explosivos u otro tipo de vibraciones, para ser excavado. Cuando no se hace indicación alguna sobre el espesor de la capa ripable deberá entenderse que toda la masa lo es, en principio, salvo que posteriores determinaciones cuantitativas indiquen otra cosa. En tales casos se estima que es ripable todo el tramo superior que normalmente es afectado en la construcción de carreteras.

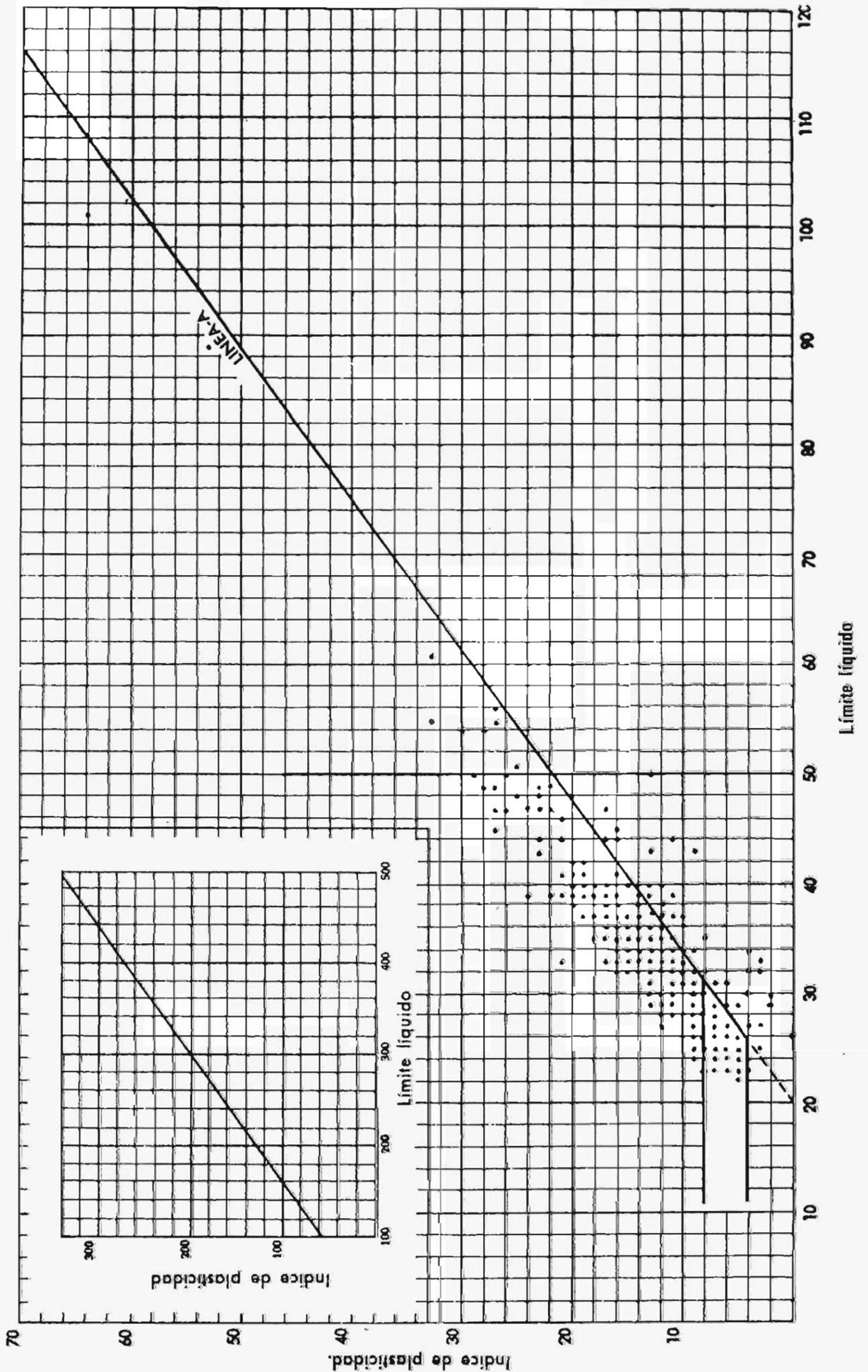
En relación con la capacidad portante, se ha considerado útil emplear tres niveles: buena o alta, media y baja; capacidad portante alta es la que correspondería a un suelo compacto y consolidado o roca natural, estable y resistente, de excelentes características como cimiento de un firme de carreteras o de sus obras de fábrica. Capacidad portante media se supone la de un suelo al que al aplicar cargas moderadas (del orden de 2—3 Kg/cm<sup>2</sup>) se producen asientos tolerables (2—3 cm). En tales casos la estabilidad del material, como explanada del firme, es suficiente, en general, sin recurrir a medidas especiales. Capacidad portante baja correspondería a materiales en los que las cargas anteriormente indicadas, producen asientos de más de 5 cm, siendo sus cargas de hundimiento muy reducidas.

En lo que respecta a taludes debe precisarse que se entiende por talud medio, el de una altura no superior a 10–12 m (valor bastante frecuente en las excavaciones realizadas en las carreteras nacionales). Se considera que la pendiente de un talud es fuerte cuando tiene inclinaciones de 50 ó más grados.

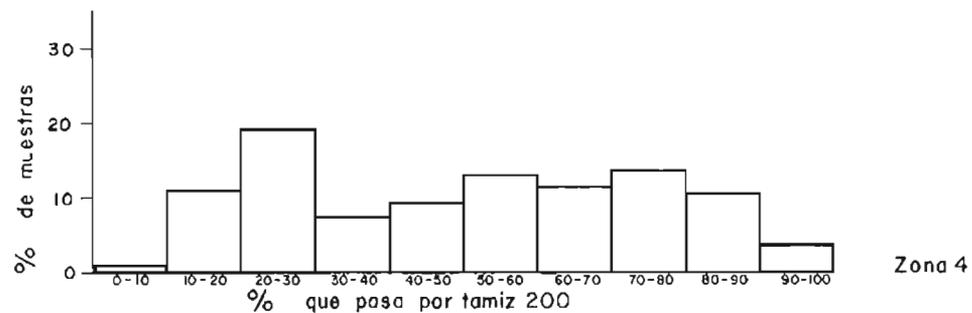
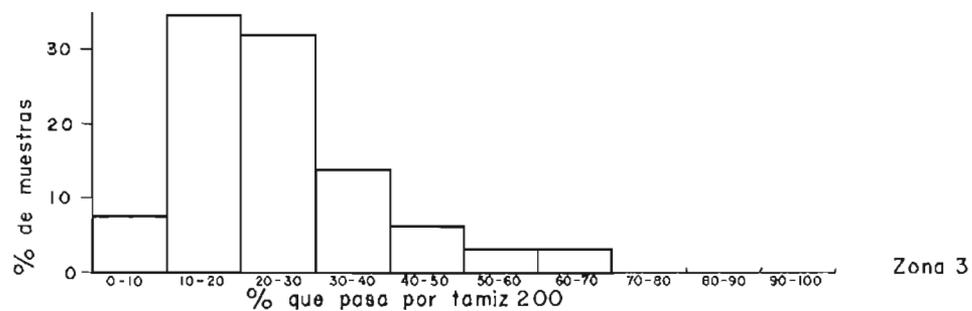
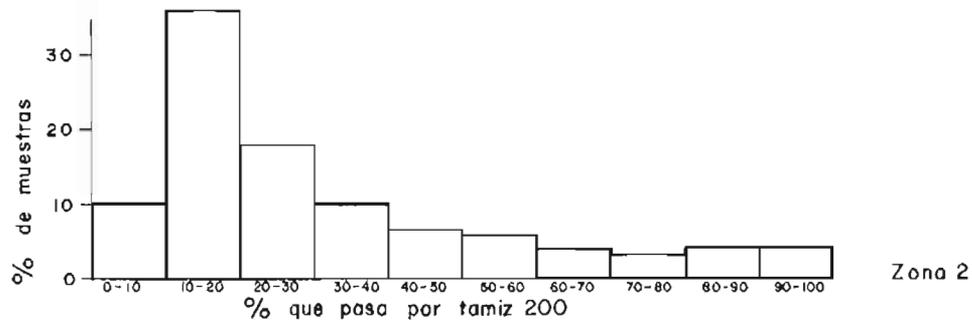
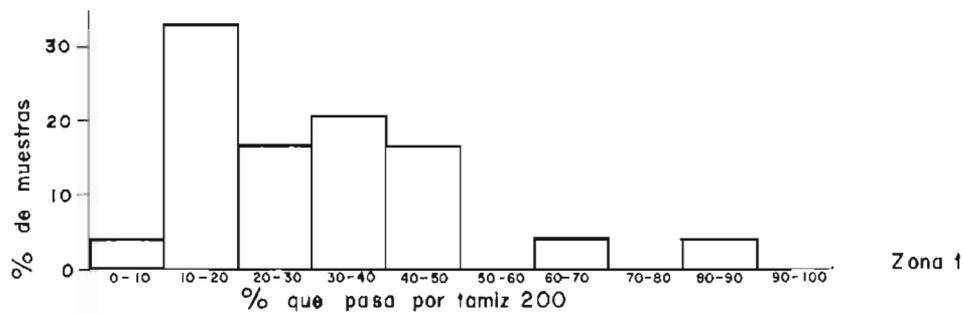
Aunque es labor obligada el saneamiento de los taludes excavados, se han considerado formaciones con problemas de estabilidad de taludes, aquéllas en las que la alternancia de capas rocosas y materiales deleznable permite el descalce de aquéllas por la más rápida erosión de éstos, provocando la inmediata caída de la cornisa formada en el talud. A menudo el aludido y normal saneamiento de los taludes, evita la formación de salientes y su consecuente desprendimiento, y el grupo geotécnico en cuestión podría ser considerado como grupo exento de este tipo de problemas.

Por último, se han elaborado los datos obtenidos de la prospección realizada, llegando a los resultados que se expresan en los gráficos adjuntos. Representan sucesivamente las características de plasticidad de los suelos ensayados en el Tramo sobre el gráfico de Casagrande, y distribución de frecuencias del contenido en finos arcillosos (fracción que pasa por el tamiz 200) en cada una de las cuatro zonas en que se ha considerado dividido el Tramo.

GRAFICO DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



PLASTICIDAD DE LAS FRACCIONES LIMO - ARCILLOSAS DE LOS SUELOS DEL TRAMO



HISTOGRAMAS DE FRECUENCIAS DEL PORCENTAJE DE LA FRACCIÓN ARCILLOSA  
EN LAS MUESTRAS ENSAYADAS ( $<74\mu$ )

HOJA	SONDEO N°	MUESTRA N°	PROFUNDIDAD	TAMANO MAX.	% CERNIDO POR # 200	LIM. ATTERBERG		EQUIVALENTE DE ARENA	M.O., CO <sub>2</sub> y (a) (b) y (c)	CLASIFICACION		DESCRIPCION	
						LL	LP			Casagrande	H.R.		
458 - II	108	1	0,30	Nº 4	73	27	7	6	0,9(a)	ML-CL	A-4	Arena, limo, arcilla con presencia de grava y gravilla.	
		2	0,60	Nº 4	83	27	8	5	-	CL	A-4		
		3	2,30	Nº 10	93	39	20	2	2	-	CL	A-6	
		4	3,60	1"	47	32	11	11	11	-	SC	A-6	
	110	1	0,40	1/2"	44	35	11	15	1,9(a)	SM	A-6	Arena y limo con presencia de gravilla.	
		2	1,10	3/4"	16	0	-	33	-	SM	A-1-b		
	111	1	0,30	2"	7	26	0	27	-	GP-GM	A-1-a	Arena, gravilla y grava con presencia de limo	
	112	1	1,00	1/2"	37	33	21	22	2,2(a)	SM	A-4	Arena con algo de limo y presencia de gravilla.	
		2	1,50	3/4"	13	-	-	28	-	SM	A-1-b		
	113	1	1,50	2"	18	29	7	27	-	SM	A-2-4	Arena con algo de grava, gravilla y limo	
	114	1	0,50	1,1/2"	13	-	-	41	0,7(a)	SM	A-1-b	Arena con algo de limo y presencia de grava y gravilla.	
		2	1,40	1/2"	39	23	4	17	-	SM	A-4		
3		2,20	1/2"	24	29	2	20	-	SM	A-2-4			
116	1	0,50	1"	25	36	12	27	-	SM	A-2-6	Arena con algo de gravilla y limo, con presencia de grava		
117	1	0,50	5"	3	-	-	45	-	GP-GM	A-1-a	Grava con algo de gravilla, arena y limo.		
	2	1,20	2"	17	26	6	19	-	SM-SC	A-1-b			
118	1	0,60	1"	45	39	13	13	-	SM	A-6	Arena con algo de grava, gravilla y limo.		
	2	1,20	1"	13	-	-	25	-	SM	A-1-b			
119	1	0,40	2"	16	37	11	27	-	SM	A-2-6	Arena con algo de gravilla y presencia de limo.		
	2	0,80	1"	10	33	3	30	-	SW-SM	A-1-a			
120	1	0,40	1"	28	44	16	19	-	SM	A-2-7	Arena con algo de gravilla y limo.		
	2	1,00	2"	20	44	17	22	-	SM	A-2-7			
	3	1,70	1"	10	38	13	22	-	SW-SM	A-2-6			
121	1	0,70	3/4"	30	31	9	20	-	SC	A-2-4	Arena con algo de limo, gravilla, con presencia de grava.		
122	1	0,30	3/8"	31	31	11	16	-	SC	A-2-6	Arena con algo de limo y arcilla.		
	2	1,70	1,1/2"	14	27	8	26	-	SC	A-2-4			
123	1	0,90	1"	28	34	10	24	-	SM	A-2-4	Arena con algo de grava, gravilla y limo.		
124	1	0,80	3/8"	65	44	17	14	3,8(a)	SC	A-7-6	Arena con algo de limo y arcilla.		
	2	1,40	Nº 10	87	38	17	4	-	SC	A-6			
	3	1,80	1/2"	42	40	12	15	-	SM	A-6			
	4	2,70	Nº 4	38	37	14	16	-	SC	A-6			
	5	3,00	Nº 4	42	39	17	14	-	CL	A-6			
	6	3,30	Nº 10	42	40	13	15	-	SP-SM	A-6			
125	1	0,30	2"	19	41	19	38	-	SC	A-2-7	Arena con algo de grava, gravilla, limo y arcilla.		
	2	0,90	2"	11	26	7	30	-	SM	A-2-4			
	3	2,10	3/4"	36	25	8	17	-	SC	A-2-4			
	4	2,90	1,1/2"	16	-	-	23	-	SM	A-1-b			
	5	3,50	1"	30	26	9	16	-	SC	A-2-4			

**CUADRO RESUMEN DE SUELOS**

HOJA	SONDEO No.	MUESTRA No.	PROFUNDIDAD	TAMAÑO MAX.	% CERNIDO POR # 200	LIM. ATTERBERG		EQUIVALENTE DE ARENA	M.O., CO <sub>3</sub> y S. (a) (b)	CLASIFICACION		DESCRIPCION
						W <sub>L</sub>	P <sub>L</sub>			Casagrande	H.B.	
484-I	200	1	0,70	2"	16	30	9	21		SC	A-2-4	Arena y grava con algo de gravilla y presencia de arcilla.
	201	1	1,10	1"	21	-	-	26		SM	A-1-b	Arena con algo de limo y presencia de gravilla.
	202	1	1,30	1.1/2"	10	29	7	34		SW-SM	A-2-4	Arena con algo de gravilla y presencia de grava y limo.
	203	1	1,30	2"	0,90	30	4	21		GP-GM	A-1-a	Grava y arena con algo de gravilla y limo.
	204	1	0,70	3/4"	0,90	-	-	47		SW-SM	A-1-b	Arena con algo de gravilla y presencia de grava y limo.
	205	1	0,90	3/4"	12	24	2	30		SW-SM	A-1-b	Arena con algo de grava, gravilla y limo.
	206	1	1,00	1.1/2"	16	28	12	22		SC	A-2-6	Arena con algo de grava, gravilla y limo y presencia de arcilla.
	207	1	1,20	1.1/2"	20	25	7	24		SC-SM	A-2-4	
	209	1	0,60	3/8"	26	25	6	28	1,5(a)	SC-SM	A-2-4	Arena con algo de limo y presencia de arcilla.
	212	1	0,70	3/4"	34	26	8	20	0,9(a)	SC	A-2-4	Arena con algo de limo y grava y presencia de gravilla y arcilla.
	213	1	0,90	3/4"	27	25	6	24	1,9(a)	SC-SM	A-2-4	Arena con algo de limo y gravilla y presencia de grava y arcilla.
	214	1	0,40	1"	20	26	6	22	1,3(a)	SC-SM	A-1-b	Arena con algo de grava, gravilla y limo y presencia de arcilla.
	215	1	0,60	1"	28	34	15	17	-	SC	A-2-6	Arena con algo de gravilla y limo y presencia de arcilla.
216	1	2,00	1.1/2"	10	-	-	24	-	SP-SM	A-1-b	Arena con algo de gravilla y presencia de grava y limo.	
217	1	1,80	3/4"	10	-	-	29	-	SP-SM	A-1-b	Arena con algo de gravilla y limo.	
219	1	1,40	1"	24	30	8	18	-	SC	A-2-4	Arena con presencia de arcilla, limo y gravilla.	
220	1	0,80	1/2"	54	40	13	15	3,2(a)	ML	A-6	Arena con algo de gravilla y limo, y presencia de grava y arcilla.	
261	1	0,30	1.1/2"	39	34	13	11	-	SC	A-6	Arena, grava, arcilla y limo con algo de gravilla.	
262	1	0,50	1.1/2"	34	38	17	9	-	SC	A-2-6	Gravilla, grava y arena con algo de limo y arcilla.	
263	1	0,80	1"	11	-	-	31	-	SW-SM	A-1-b	Arena con algo de gravilla y grava, limo y arcilla.	

HOJA	SONDEO No.	MUESTRA No.	PROFUNDIDAD	TAMANO MAX.	% CERNIDO POR # 200	LIM. ATTERBERG		EQUIVALENTE DE ARENA	M.O., CO <sub>2</sub> y S (a) (b)	CLASIFICACION		DESCRIPCION	
						L.L.	I.P.			Casagrande	H.B.R.		
484-II	218	1	0,80	3/8"	23	27	4	27	-	SM	A-1-b	Arena con presencia de gravilla, limo y arcilla.	
		2	2,60	No 4	0,90	32	9	27	-	SW-SC	A-2-4		
		3	4,60	1/2"	0,90	-	-	34	-	SP-SM	A-1-b		
	252	1	1,10	1.1/2"	27	-	-	21	-	SM	A-2-4	Arenas con algo de grava, gravilla y limo.	
		1	0,40	1"	26	26	7	19	-	SC-SM	A-2-4		Arena con algo de grava y limo, y presencia de arcillas.
		2	1,20	1/2"	25	37	14	15	-	SC	A-2-6		
	254	1	0,30	3/4"	18	-	-	50	-	SM	A-1-b	Arena con algo de limo y presencia de gravilla.	
		1	1,50	3/8"	13	-	-	40	-	SM	A-1-b		
	255	2	2,90	3/8"	11	-	-	33	-	SW-SM	A-1-b	Arena con algo de limo y presencia de gravilla.	
		1	0,90	3/8"	29	23	5	31	-	SC-SM	A-2-4		
	257	1	0,80	3/4"	16	24	7	25	-	SC-SM	A-2-4	Arena con presencia de gravilla, limo y arcilla.	
		2	4,90	No 4	11	34	14	23	-	SW-SC	A-2-6		
258	1	0,90	1/2"	34	24	8	24	-	SC	A-2-4	Arena con algo de limo, arcilla, grava y gravilla.		
	2	1,70	1"	11	23	6	27	-	SW-SM	A-1-a			
259	1	1,30	No 4	57	24	4	13	-	CL-ML	A-4	Arena con algo de limo y arcilla.		
	2	2,70	No 4	66	35	16	7	-	CL	A-6			
	3	3,70	No 4	21	35	14	21	-	SC	A-2-6			
260	1	2,00	No 4	10	32	9	30	-	SP-SC	A-2-4	Arena con presencia de limo y arcilla.		
	1	1,10	3/4"	24	-	-	37	-	SM	A-2-4		Arena con algo de limo y arcilla, y presencia de gravilla.	
	2	2,20	1/2"	43	31	13	14	-	SC	A-6			
264	3	5,60	No 4	0,90	-	-	33	-	SW-SM	A-1-b			
	1	0,40	3/4"	31	32	11	20	-	SC	A-2-6	Arena con algo de limo, arcilla y presencia de gravilla.		
	2	1,00	1/2"	22	39	14	17	-	SM	A-2-6			
3	4,80	3/4"	17	32	4	24	-	SM	A-1-b				
266	1	0,80	3/4"	25	-	-	28	-	SM	A-1-b	Arena con algo de limo y presencia de gravilla y arcilla.		
	2	2,30	3/8"	14	30	10	22	-	SC	A-2-4			
267	1	0,40	3/8"	34	25	5	20	-	SC-SM	A-2-4	Arena con algo de limo, arcilla y presencia de gravilla.		
	2	1,20	3/8"	29	-	-	26	-	SM	A-2-4			
	3	2,30	No 4	13	29	6	24	-	SM	A-1-b			
272	1	0,80	1"	19	24	6	35	-	SC-SM	A-1-b	Arena con algo de limo y presencia de gravilla, arcilla y grava.		
	2	1,90	3/4"	33	32	12	17	-	SC	A-2-6			
	3	3,60	No 4	27	40	15	17	-	SC	A-6			
248	1	0,50	1.1/2"	15	-	-	28	-	SM	A-1-b	Arena con algo de limo y presencia de grava y gravilla.		
	2	1,20	3/8"	24	32	8	18	-	SM	A-2-4			
268	1	2,10	1"	13	-	-	45	-	SM	A-1-b	Arena con algo de limo y presencia de gravilla.		
	1	0,80	1.1/2"	20	33	13	30	-	SC	A-2-6			
	2	1,30	1.1/2"	23	32	10	17	-	SC	A-2-4			
269	3	2,10	3/4"	28	34	12	14	-	SC	A-2-6	Arena con algo de gravilla y limo, y presencia de grava y arcilla.		

HOJA	SONDEO No.	MUESTRA No.	PROFUNDIDAD	TAMAÑO MAX.	% CERNIDO POR # 200	LIM. ATTERBERG		EQUIVALENTE DE ARENA	M.O., CO <sub>2</sub> y S (a) (b) (c)	CLASIFICACION		DESCRIPCION
						W <sub>L</sub>	P <sub>L</sub>			Casagrande	U.S.C.	
484-III	270	1	0.20	1"	26	31	11	31	-	SC	A-2-6	Arena con algo de limo y presencia de gravilla y arcilla.
		1	0.80	2"	16	27	8	35	-	SC	A-2-4	Arena con algo de limo, grava y gravilla y presencia de arcilla.
		2	1.40	2.1/2"	11	-	-	31	-	SP-SM	A-1-a	
	3	8.50	1"	35	38	10	14	14	-	SM	A-2-4	
	273	1	0.90	1"	24	-	-	27	-	SM	A-1-b	Arena con algo de limo y presencia de grava.
		2	2.00	No 4	15	-	-	39	-	SM	A-1-b	
		3	8.50	No 4	14	-	-	25	-	SM	A-1-b	
	274	1	0.50	3/4"	30	34	12	27	-	SC	A-2-6	Arena con algo de limo y arcilla, presencia de gravilla.
		2	2.00	No 4	17	-	-	29	-	SM	A-1-b	
	275	1	1.20	1.1/2"	24	33	12	26	-	SC	A-2-6	Arena con algo de limo, arcilla, grava, y presencia de gravilla.
		2	3.20	1.1/2"	45	32	13	13	-	SC	A-6	
	276	1	0.90	1"	18	-	-	28	-	SM	A-1-b	Arena con algo de limo, y presencia de arcilla, grava y gravilla.
2		2.10	1/2"	34	30	12	14	-	SC	A-2-6		
3		7.50	No 4	29	47	17	12	-	SM	A-2-7		
277	1	0.80	2"	16	25	5	29	-	SC-SM	A-1-b	Arena, con algo de grava, gravilla y limo, y presencia de arcilla.	
	2	2.10	1/2"	18	27	7	21	-	SC-SM	A-2-4		
278	1	1.80	1/2"	0.90	-	-	53	-	SW-SM	A-1-b	Arena con algo de limo y arcilla.	
	2	2.50	No 16	22	-	-	26	-	SM	A-2-4		
	3	3.20	1/2"	47	30	11	9	-	SC	A-6		
	4	4.70	No 4	11	-	-	29	-	SW-SM	A-1-b		
	5	7.70	No 16	64	32	13	6	-	CL	A-6		
279	1	0.90	3/8"	45	38	13	16	-	SM	A-6	Arenas con algo de limo y presencia de grava y gravilla.	
	2	1.30	1/2"	39	-	-	17	-	SM	A-4		
	3	2.90	1.1/2"	0.90	-	-	28	-	SW-SM	A-1-a		
280	1	1.20	3/8"	25	27	8	28	-	SC	A-2-4	Arena con algo de limo y arcilla.	
	2	1.70	No 16	77	48	20	5	-	CL	A-7-5		
	3	3.20	No 16	34	-	-	16	-	SM	A-2-4		
	4	4.80	No 4	10	-	-	37	-	SP-SM	A-3		
	5	5.50	3/8"	73	25	9	13	-	CL	A-4		
281	1	0.80	1"	20	34	12	27	-	SC	A-2-6	Arena con algo de grava, gravilla y limo, presencia de arcilla.	
	2	1.20	3/8"	63	43	23	8	-	CL	A-7-6		
	3	3.00	No 4	84	101	64	0	-	CH	A-7-5		
282	1	4.10	No 16	64	31	6	9	-	ML	A-4	Arenas, arcillas y limos.	
	2	0.40	1/2"	24	27	6	21	1.20(a)	SC-SM	A-1-b		
484-IV	221	1	1.40	2"	13	-	-	32	-	SM	A-1-b	Arena, con algo de gravilla y limo, y presencia de arcilla.
		2	0.50	2"	0.60	25	3	27	-	GW-GM	A-1-a	
	222	1	0.90	1/2"	41	31	7	21	-	SM	A-4	Gravilla y arena con algo de grava y presencia de limo.
		2	1.80	1.1/2"	15	31	9	22	-	SC	A-2-4	
224	1	0.70	No 4	50	35	11	13	2.7 (a)	SC	A-6	Arena con algo de limo y arcilla, con presencia de grava y gravilla.	
	2	2.00	1"	14	32	9	27	-	SC	A-2-4		

HOJA	SONDEO No.	MUESTRA No.	PROFUNDIDAD	TAMANO MAX	% CERNIDO POR # 200	LIM. ATTERBERG		EQUIVALENTE DE ARENA	M.O., CO <sub>2</sub> y S (a) (b) (c)	CLASIFICACION		DESCRIPCION
						L	P			Casagrande	HRB	
484-IV	225	1	0,40	1"	22	28	8	21	-	SC	A-2-4	Arena con algo de grava, gravilla y limo.
		2	1,20	2"	12	32	10	20	-	SM-SC	A-2-4	
		3	3,10	1.1/2"	15	37	12	25	-	SM	A-2-6	
	226	1	0,80	1"	22	38	12	19	-	SM	A-2-6	Arena con algo de grava, gravilla y limo.
		1	1,00	1/2"	40	34	9	20	3,6 (a)	SM	A-4	
	227	2	1,70	1"	14	23	5	26	-	SC-SM	A-1-b	Arenas, limos, arcillas, gravas y gravilla.
		3	2,20	1.1/2"	18	28	10	18	-	SC	A-2-4	
		4	3,50	Nº 16	93	45	16	0	6,8 (a)	CL	A-7-6	
		5	6,40	Nº 16	96	49	27	0	-	CL	A-7-6	
		1	0,70	2"	36	36	17	33	6,4 (a)	SC	A-2-6	
	228	2	1,40	1.1/2"	23	39	16	14	-	SC	A-2-6	Grava y arena, con algo de limo y presencia de gravilla y arcilla.
		1	0,80	1.1/2"	21	43	9	29	5,3 (a)	SM	A-2-5	
	233	2	1,70	2"	13	29	5	23	1,7 (a)	SM	A-1-b	Arena con algo de grava, gravilla y limo.
		1	0,30	1.1/2"	66	40	14	0	1,0 (a)	ML	A-6	
	234	2	0,70	1"	34	27	8	11	-	SC	A-2-4	Arena con algo de limo, arcilla, con presencia de grava y gravilla.
		3	2,80	3/4"	26	34	12	13	-	SC	A-2-6	
		4	6,00	Nº 4	37	26	8	14	-	SC	A-4	
		5	8,50	Nº 16	85	51	25	0	-	CH	A-7-6	
		1	0,40	2"	0,70	26	-	53	-	SP-SM	A-1-a	
	235	2	0,90	2"	10	26	5	24	1,9 (a)	GP-GM	A-1-a	Arena con algo de grava y gravilla y presencia de limo.
		1	0,40	3"	10	35	8	28	5,2 (a)	GP-GM	A-2-4	
	236	2	0,90	2.1/2"	10	29	6	33	2,2 (a)	GW-GM	A-1-a	Grava y arena con algo de gravilla y limo.
		1	-	2"	12	29	9	22	-	SC	A-2-4	
	239	1	0,60	3/4"	34	29	12	17	2,1 (a)	SC	A-2-6	Limo, arena y arcilla con presencia de gravilla.
2		0,90	3/4"	62	44	23	0	-	CL	A-7-6		
240	1	0,40	2.1/2"	0,80	-	-	51	3,2 (a)	GP-GM	A-1-a	Grava y arena, con presencia de gravilla y limo.	
241	1	0,40	1"	49	28	9	9	-	SC	A-4	Arena con algo de limo y arcilla, presencia de grava y gravilla.	
	2	1,20	Nº 16	89	41	20	0	-	CL	A-7-6		
242	1	0,40	1.1/2"	15	-	-	50	-	SM	A-1-b	Arena con algo de grava, gravilla y limo.	
243	1	0,50	Nº 4	0,20	-	-	83	-	SP1	A-1-b	Arena con algo de gravilla y limo	
	2	1,60	1"	19	-	-	33	-	SM	A-1-b		
244	1	1,00	1"	27	23	7	19	-	SC-SM	A-2-4	Arena con algo de limo y arcilla y presencia de grava y gravilla.	
	2	1,40	1"	14	28	7	22	-	SC-SM	A-2-4		
	3	5,70	3/4"	51	33	15	10	-	CL	A-6		
	4	6,50	3/8"	53	27	8	8	-	CL	A-4		
	5	7,00	Nº 16	96	38	14	0	-	CL	A-6		
	6	8,00	1"	57	34	16	0	-	CL	A-6		
245	1	0,40	1/2"	24	27	3	39	-	SM	A-2-4	Arena con algo de limo y presencia de grava y gravilla.	
	2	1,00	1.1/2"	0,80	-	-	47	-	SP-SM	A-1-a		

SOLUCIONES DE FUNDACIONES  
CUADRO RESUMEN DE SUELOS

HOJA	SONDEO No.	MUESTRA No.	PROFUNDIDAD	TAMAÑO MAX.	O% CERNIDO POR 200	LIM. ATTERBERG		EQUIVALENTE DE ARENA	M.O., CO <sub>2</sub> y S. (a) (b) (c)	CLASIFICACION		DESCRIPCION	
						W <sub>L</sub>	P <sub>L</sub>			Casagrande	H.B.P.		
484-IV	249	1	0.80	No 4	31	24	5	21	1.4 (a)	SC-SM	A-2.4	Arena con algo de limo, gravilla, y presencia de arcilla.	
		2	1.20	3/4"	17	32	8	24	—	SM	A-2.4		
	250	1	0.50	1/2"	56	40	13	13	4.5 (a)	OL	A-6	Arena y limo	
		1	0.20	3/4"	27	23	5	25	1.95 (a)	SC-SM	A-2.4	Arena con algo de gravilla, limo y arcilla.	
		1	1.20	1/2"	73	41	16	7		CL	A-7.6	Arcilla con algo de limo y arena.	
	2	2.50	3/4"	75	35	15	9		CL	A-6			
	3	4.00	1"	36	28	10	13		SC	A-4			
	4	4.70	1/2"	63	38	20	6		CL	A-6			
	5	5.50	1/2"	49	36	15	10		SC	A-6			
	509-I	2	1	2.50	No 10	76	55	27	7		CH	A-7.6	Arcilla con algo de limo y arena.
			2	5.50	No 10	53	36	12	17		CL	A-6	
		3	1	1.30	No 8	85	56	27	2		CH	A-7.6	Arena con algo de limo y presencia de arcilla.
2			2.20	No 4	56	45	16	7		ML	A-7.6		
3			5.60	No 40	27	40	15	13		SC	A-2.6		
4		1	1.10	3/4"	65	50	13	9		ML	A-7.5	Limo con algo de arena	
		1	1.80	1/2"	74	35	15	8		CL	A-6	Arcilla con algo de arena y limo.	
5		2	4.30	No 16	54	34	11	20		CL	A-6		
		6	1	0.30	1/2"	78	40	19	6		CL	A-6	Arcilla con algo de arena y limo.
2			1.50	3/8"	77	41	21	6		CL	A-7.6		
3	3.50		1/2"	79	38	20	4		CL	A-6			
4	3.80		1/2"	60	35	15	5		CL	A-6			
7	1	0.80	1"	67	49	22	8		CL	A-7.6	Arcilla con algo de arena y limo.		
	2	1.40	3/4"	21	40	20	18		SC	A-2.6			
	3	2.50	No 8	85	40	17	4		CL	A-6			
	4	3.30	1/2"	67	39	24	3		CL	A-6			
	5	3.80	No 16	77	33	16	5		CL	A-6			
8	1	0.70	No 4	84	48	25	4		CL	A-7.6	Arcilla con algo de arena y limo.		
	2	1.80	3/4"	87	37	19	3		CL	A-6			
	3	2.60	2"	12	29	13	20		SW-SC	A-2.6			
	4	3.30	3/4"	79	55	33	—		CH	A-7.6			
	5	4.20	1"	75	89	53	2		CH	A-7.5			
9	1	0.90	3/4"	68	47	24	3		CL	A-7.6	Arena con algo de gravilla y limo.		
	2	2.40	1"	22	39	11	10		SM	A-2.6			
10	1	0.30	2"	27	33	14	11		SC	A-2.6	Arena con algo de grava, gravilla, arcilla y limo.		
	2	1.80	1"	52	39	18	4		CL	A-6			
	3	2.50	No 16	57	54	28	3		CH	A-7.6			
11	1	0.60	2"	26	23	8	12		SC	A-2.4	Arena con algo de grava, gravilla y limo.		
	2	1.20	2"	12	—	—	24		SW-SM	A-1.6			
12	1	0.90	No 16	88	61	33	6		CH	A-7.6	Bolos.		
	2	1.40	3/2"	33	39	22	10		SC	A-2.6			

HOJA	SONDEO No.	MUESTRA No.	PROFUNDIDAD	TAMANO MAX.	% CERNIDO POR # 200	LIM. ATTERBERG		EQUIVALENTE DE ARENA	M.O., CO <sub>2</sub> y S	CLASIFICACION		DESCRIPCION
						L.P.	P			Casagrande	H. B. M.	
509-I	13	1	0,80	1/2"	22	50	29	12		SC	A-2-7	Arena con algo de limo, grava y gravilla.
		2	2,60	3/4"	32	47	22	11		SC	A-2-7	
		3	3,80	Nº 4	28	46	21	14		SC	A-2-7	
		4	4,40	1/2"	26	44	17	13		SM	A-2-7	
	14	1	1,10	Nº 4	76	42	19	4		CL	A-7-6	Arena con algo de limo y arcilla.
		2	2,10	1/2"	41	41	16	14		SC	A-7-6	
		3	4,60	Nº 16	52	35	16	11		CL	A-6	
	15	1	1,30	1/2"	78	50	26	8		CH	A-7-6	Arcilla con algo de arena y limo.
		2	1,70	Nº 16	90	55	27	2		CH	A-7-6	
		3	2,20	Nº 16	85	40	19	4		CL	A-6	
	16	1	1,30	1/2"	85	40	20	6		CL	A-6	Arcilla con algo de arena y limo.
		2	5,00	Nº 16	48	26	9	11		SC	A-4	
17	1	0,90	3/4"	75	33	14	8		CL	A-6	Arcilla con algo de limo y arena.	
	2	2,30	2"	29	26	10	13		SC	A-2-4		
	3	3,90	1"	63	28	11	6		CL	A-6		
	4	8,50	3/8"	90	34	11	7		CL	A-6		
18	1	2,20	Nº 40	99	49	23	-		CL	A-7-6	Arena con algo de limo y arcilla.	
	2	2,60	Nº 16	55	32	14	9		CL	A-6		
	3	3,90	1/2"	53	30	9	8		CL	A-4		
	4	5,10	Nº 4	70	32	16	6		CL	A-6		
	5	6,60	Nº 4	64	33	17	5		CL	A-6		
19	1	1,00	1/2"	72	36	16	7		CL	A-6	Arcilla con algo de arena y limo.	
	2	2,90	Nº 4	80	47	23	4		CL	A-7-6		
	3	3,80	Nº 16	91	41	20	2		CL	A-7-6		
	4	4,10	Nº 4	85	35	16	3		CL	A-6		
20	1	1,00	1/2"	57	36	16	9		CL	A-6	Arcilla con algo de gravilla y limo.	
	2	1,90	3/4"	22	31	13	18		SC	A-2-6		
	3	3,50	1/2"	69	33	15	3		CL	A-6		
	4	5,10	3/4"	24	27	12	20		SC	A-2-6		
	5	5,50	3/8"	58	44	23	9		CL	A-7-6		
21	1	1,30	1/2"	73	40	18	8		CL	A-6	Arcilla con algo de arena y limo.	
	2	2,60	3/8"	64	35	17	8		CL	A-6		
	3	4,30	Nº 8	80	39	19	4		CL	A-6		
22	1	0,60	Nº 4	82	37	18	6		CL	A-6	Arcilla con algo de arena y limo.	
	2	4,70	Nº 16	72	39	21	3		CL	A-6		
23	1	1,80	1/2"	78	41	20	7		CL	A-7-6	Arcilla con algo de arena y limo, y presencia de gravilla.	
	2	3,70	1/2"	70	37	19	4		CL	A-6		
	3	5,50	3/4"	78	54	30	-		CH	A-7-6		
24	1	1,30	3/4"	75	41	19	5		CL	A-7-6	Arena con algo de limo y arcilla.	
	2	2,40	Nº 16	25	34	11	22		SC	A-2-6		
	3	4,40	Nº 16	24	34	11	21		SC	A-2-6		
	4	5,50	3/8"	44	33	11	17		SC	A-6		

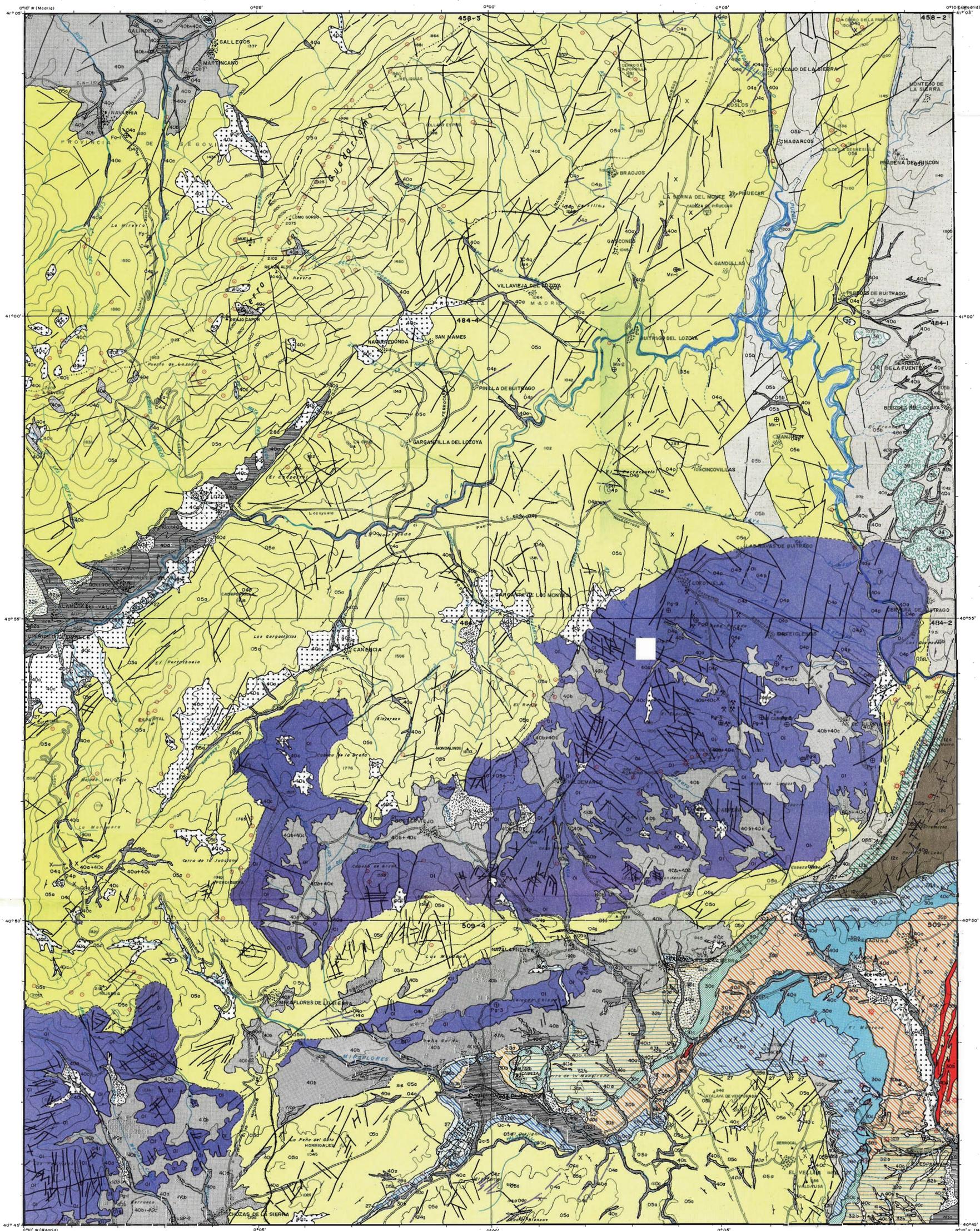
CUADRO RESUMEN DE SUELOS

HOJA	SONDEO No.	MUESTRA No.	PROFUNDIDAD	TAMAÑO MAX.	% CERNIDO POR # 200	LIM. ATTERBERG		EQUIVALENTE DE ARENA	M.O., CO <sub>2</sub> v s. (a) (b) (c)	CLASIFICACION		DESCRIPCION
						L.P.	P.			Casagrande	H.B.H.	
509-1	25	1	1,00	1/2"	65	39	20	7		CL	A-6	Grava y arena con algo de gravilla, limo y arcilla.
		2	2,20	1.1/2"	33	37	18	10		SC	A-2-6	
		3	3,60	1.1/2"	23	38	20	14		SC	A-2-6	
	26	1	1,10	1.1/2"	44	35	15	10		SC	A-6	Arena con algo de limo y arcilla.
		2	2,30	1"	78	44	23	6		CL	A-7-6	
		3	4,20	1"	41	37	17	9		SC	A-6	
		4	6,00	1/2"	48	38	13	13		SM	A-6	
		5	7,40	No 16	58	41	16	10		CL	A-7-6	
	27	1	1,00	3/4"	67	37	16	7		CL	A-6	Arcilla con algo de arena y limo.
		2	2,10	No 16	93	49	27	3		CL	A-7-6	
		3	3,40	No 16	75	37	19	6		CL	A-6	
		4	6,10	1/2"	57	31	13	9		CL	A-6	
	28	1	1,60	1"	59	27	9	8		CL	A-4	Arena con algo de limo y arcilla.
		2	3,50	3/4"	57	31	13	9		CL	A-6	
		3	5,50	No 16	83	38	16	3		CL	A-6	
	29	1	0,60	No 16	88	40	18	3		CL	A-6	Arcilla con algo de arena y limo.
		2	1,90	1"	12	-	-	29		SW-SM	A-1-b	
	30	1	1,50	3/8"	62	34	15	7		CL	A-6	Arena con algo de limo y arcilla.
		2	2,10	1"	12	24	6	24		SW-SM	A-1-b	
		3	3,00	1/2"	36	28	10	13		SC	A-4	
		4	3,80	3"	17	28	10	16		SC	A-2-4	
	31	1	0,60	3.1/2"	29	32	12	11		SC	A-2-6	Arena, limo y arcilla con presencia de gravilla.
		2	1,30	1"	59	30	12	7		CL	A-6	
		3	3,60	1.1/2"	36	28	12	11		SC	A-6	
	32	1	0,60	1/2"	43	34	15	13		SC	A-6	Arena con algo de limo y arcilla y presencia de gravilla.
		2	5,20	1/2"	20	-	-	27		SM	A-2-4	
	33	1	0,80	No 4	27	-	-	25		SM	A-2-4	Arena con algo de limo y arcilla.
		2	3,80	No 4	46	24	8	14		SC	A-4	
	34	1	0,40	1/2"	38	30	11	14		SC	A-6	Arena con algo de limo y presencia de grava y arcilla.
		2	1,40	1/2"	29	30	9	18		SC	A-2-4	
	35	1	0,80	3/4"	23	33	12	18		SC	A-2-6	Arena con algo de gravilla y limo, presencia de grava y arcilla.
		2	0,40	3/4"	60	44	21	7		CL	A-7-6	
	36	1	1,60	3/8"	59	45	27	8		CL	A-7-6	Arena con algo de limo y arcilla y presencia de gravilla.
		2	5,70	3/8"	85	47	24	2		CL	A-7-6	
		3	0,40	3/8"	85	47	24	2		CL	A-7-6	
	37	1	2,00	1"	22	-	-	20		SM	A-2-4	Arena con algo de limo y presencia de gravilla.
		2	3,20	3/4"	45	30	13	9		SC	A-6	
		3	6,90	1"	25	29	10	15		SC	A-2-4	
4		6,90	3/4"	27	33	12	14		SC	A-2-6		
5		8,60	No 4	49	47	27	8		SC	A-7-6		
38	1	0,50	2"	23	28	7	25		SC-SM	A-2-4	Arena con algo de grava, gravilla y limo, presencia arcilla.	
	2	0,50	2"	23	28	7	25		SC-SM	A-2-4		

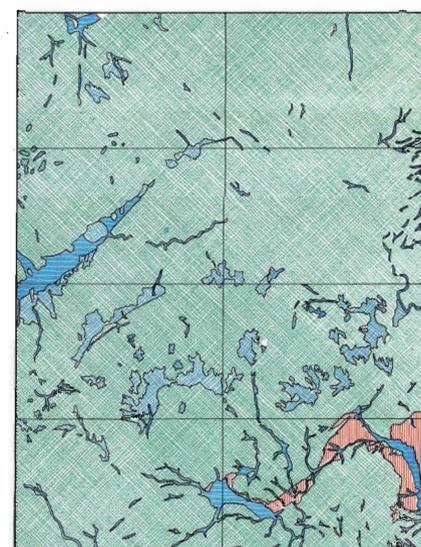
HOJA	SONDEO Nº	MUESTRA Nº	PROFUNDIDAD	TAMAÑO MAX.	% CERNIDO POR # 200	LIM. ATTERBERG		EQUIVALENTE DE ARENA	M.O., CO <sub>2</sub> y S (a) (b) (c)	CLASIFICACION		DESCRIPCION
						LL	LP			Casagrande	H.B.R.	
509-I	39	1	0,40	3/8"	67	35	14	4		CL	A-6	Arena, limo y arcilla.
		2	0,90	3/8"	30	23	6	19		SC-SM	A-2-4	
		3	1,50	1"	0,4	-	-	-	72	SW	A-1-b	
	40	1	0,90	1/2"	61	32	15	8		CL	A-6	Arcilla con algo de limo y arena y presencia de gravilla.
		2	1,70	Nº 16	82	-	-	-		-	-	
		3	2,60	3/8"	81	42	20	4		CL	A-7-6	
		4	3,10	3/8"	13	-	-	23		SM	A-1-b	
	41	1	0,40	1"	54	37	14	9		CL	A-6	Arena con algo de limo, arcilla y gravilla.
		2	1,10	Nº 4	58	37	15	9		CL	A-6	
		3	2,00	Nº 16	30	37	12	14		SM	A-2-6	
		4	4,40	Nº 16	86	34	12	9		CL	A-6	
		5	6,30	Nº 16	36	36	13	16		SC	A-6	
		6	8,10	3/4"	46	37	15	10		SC	A-6	
	42	1	0,90	1"	61	35	14	6		CL	A-6	Arena, limo y arcilla con presencia de gravilla.
		2	1,70	1/2"	59	36	14	7		CL	A-6	
		3	3,30	1,1/2"	48	30	11	8		SC	A-6	
4		3,90	1"	14	-	-	20		SM	A-1-b		
43	1	0,60	Nº 16	76	-	-	6		ML	A-4	Limo con algo de arena.	
44	1	0,80	2,1/2"	43	48	23	9		SC	A-7-6	Arena con algo de grava, gravilla y limo, con presencia de arcilla.	
	2	2,60	Nº 16	81	40	19	7		CL	A-6		
	3	3,60	2"	15	34	14	17		SC	A-2-6		
45	1	1,30	1/2"	20	-	-	23		SM	A-1-b	Arena con algo de limo y presencia de arcilla.	
54	1	1,60	3/8"	38	-	-	12		SM	A-4	Arena con algo de limo.	
	2	2,70	Nº 8	0,9	-	-	23		SP-SM	A-3		
55	1	1,30	Nº 4	45	24	9	13		SC	A-4	Arena con algo de grava, gravilla y limo, y presencia de arcilla.	
	2	2,30	1"	41	26	10	15		SC	A-4		
	3	3,40	Nº 4	61	35	18	7		CL	A-6		
	4	3,90	3/8"	33	27	8	14		SC	A-2-4		
	5	4,40	1"	13	25	7	19		SC-SM	A-2-4		
56	1	0,70	1"	29	28	12	23		SC	A-2-6	Arena con algo de grava, gravilla y limo.	
	2	1,80	2"	12	23	6	25		SW-SM	A-1-a		
57	1	1,40	Nº 16	77	25	9	7		CL	A-4	Arena con algo de arcilla, limo y gravilla.	
	2	2,60	3/4"	58	47	26	7		CL	A-7-6		
	3	3,40	3/8"	12	29	11	17		SW-SC	A-2-6		
	4	3,80	2,1/2"	29	37	18	13		SC	A-2-6		
	5	5,50	3/8"	56	32	9	11		CL	A-4		
58	1	1,30	3/4"	53	22	5	12		CL-ML	A-4	Arena con limo y arcilla.	
	2	2,10	3,1/2"	25	32	14	9		GC	A-2-6		
	3	3,00	3/8"	41	43	13	12		SM	A-2-7		
	4	4,40	Nº 30	97	37	10	-		ML	A-4		
59	1	0,40	3/4"	65	32	15	8		CL	A-6	Arena, limo y arcilla.	
	2	2,50	Nº 4	20	-	-	22		SM	A-2-4		

CUADRO RESUMEN DE SUELOS

HOJA	SONDEO No.	MUESTRA No.	PROFUNDIDAD	TAMAÑO MAX.	% CERNIDO POR # 200	LIM. ATTERBERG		EQUIVALENTE DE ARENA	M.O., CO <sub>3</sub> y s. (a) (b) (c)			CLASIFICACION		DESCRIPCION	
						L.L.	I.P.		Casagrande	H. P. R.					
509-I	60	1	1,20	3/8"	20	-	-	25				SM	A-1-b	Arena con algo de limo y presencia de gravilla.	
		2	1,80	No 4 2"	16	-	-	15				SM	A-1-b	Grava y arena con algo de gravilla y limo.	
	62	1	0,80	1"	19	-	-	28				SM	A-2-4	Arena con algo de limo y gravilla.	
		2	2,70	No 4 1,1/2"	14	-	-	25				SM	A-2-4		
		3	2,60	1,1/2"	12	-	-	22				SP-SC	A-2-6		
	63	1	0,60	1"	40	22	5	15				SC-SM	A-4	Arena con algo de gravilla y limo.	
		2	1,60	1/2"	14	-	-	21				SM	A-1-b		
	509-IV	46	1	0,50	1"	21	-	-	23				SM	A-1-b	Arena con algo de limo y gravilla, y presencia de grava.
			2	2,00	3/4"	15	25	7	24				SC-SM	A-2-4	Arena y gravilla con algo de grava y limo, con presencia de arcilla.
		47	1	0,90	No 16	93	40	17	5				CL	A-6	
			2	3,20	No 8	69	44	11	11				ML	A-7-5	
			3	5,30	No 8	75	33	12	8				CL	A-6	
			4	6,20	No 16	88	31	9	2				CL	A-4	
48		1	1,00	3/4"	15	25	9	24				SC-SM	A-2-4	Arena y gravilla con algo de grava y limo, con presencia de arcilla.	
		2	2,00	1"	0,90	29	7	25				SC	A-2-4		
49		1	2,00	1"	51	30	12	9				CL	A-6	Arena, limo y arcilla.	
		2	3,40	1/2"	65	29	11	9				CL	A-6		
		3	7,40	1/2"	80	30	10	11				CL	A-4		
		4	7,40	No 4	65	32	11	7				CL	A-6		
50		1	1,30	1/2"	17	25	8	19				SC	A-2-4	Arena con limo grava y gravilla, con presencia de arcilla.	
	2	0,60	1,1/2"	15	24	7	21				SC-SM	A-2-4			
51	1	1,60	2"	34	25	18	18				GC	A-2-4	Arena con algo de grava, gravilla y limo, con presencia de arcilla.		
	2	1,60	2"	34	25	18	18				GC	A-2-4			
52	1	1,60	No 4	26	33	12	17				SC	A-2-6	Arena con algo de limo con presencia de gravilla y arcilla.		
	2	4,00	No 4	11	-	-	28				SW-SM	A-1-b			
53	1	0,40	No 16	51	-	-	23				ML	A-4	Arena con algo de limo, arcilla y gravilla.		
	2	1,20	1/2"	10	-	-	49				SP-SC	A-1-a			
	3	3,00	1/2"	21	24	8	20				SC	A-2-4			
	4	3,90	No 4	53	34	14	9				CL	A-6			
	5	4,60	No 8	27	30	8	14				SC	A-2-4			



ESQUEMA SINTECTICO DE LOS PRINCIPALES PROBLEMAS GEOTECNICOS DEL TRAMO.  
ESCALA 1:200.000



LEYENDA

- Formaciones sin problemas geotécnicos en general
- Formaciones con problemas de capacidad portante y eventualment drenaje
- Formaciones con problemas de drenaje
- Formaciones con problemas de estabilidad y ocasionamiento de agresividad
- Formaciones con problemas de agresividad

LEYENDA Y SIMBOLOGIA

UNIDAD	ALICATA	DESCRIPCION	PROBLEMAS	
CUATERNARIO	A, T, s, t	40a	Aluviones de naturaleza granular, permeables y terrazas de elevada fracción arcillosa. Mantos freáticos someros; capacidad portante media a baja. Ripables.	
	V, v	40b	Suelos fluviales básicamente arenoso-arcillosos. Semipermeables o permeables. Capacidad media. Capacidad variable. Erosionables. Ripables.	
	C, c	40c	Coluviones heterogéneos, arenosos frecuentemente. Permeables o semipermeables. Capacidad portante variable. Capacidad media. Ripables.	
	D, d	40d	Conos de deposición de gravas, arena y finos (minoritarios). Permeables. Capacidad portante media. Ripables.	
	H	40e	Morrenas sueltas o poco compactas. Permeables. Erosionables. Ripables.	
PLUCENO	Dc Dr	36	Conglomerados arenoso-arcillosos (zahorras) de naturaleza poligénica mayoritariamente silíceas. Poco o nada cementados. Erosionabilidad alta. Semipermeables o impermeables. Capacidad portante media. Ripables.	
	Dk + Ar + Dk'	32b	Arcosas, arcilla y conglomerados marrones o rojizos de capacidad media. Taludes medios de 45° estables. Semipermeables. Erosionables. Ripables (marginales localmente).	
NEBENO	Dc'' Ar Qm	32a	Conglomerados y arcillas margosas marrones alternando regularmente. Cohesión notable, capacidad media alta. Erosionabilidad escasa. Capacidad portante alta. Ripables marginales.	
	Dc'''	30c	Conglomerados arenosos de matriz arcillosa, localmente bien cementados por carbonatos. Taludes medios subverticales estables. Capacidad portante alta. Poco alterables y erosionables. Ripabilidad marginal.	
PALEOGENO	Qm Ar (Qv)	30b	Margas arcillosas y arcillas versicolores con capas de yeso de textura y espesor variables. Semipermeables o impermeables. Capacidad portante media a baja. Erosionables. Problemas locales de agresividad. Ripables.	
	Qv	30a'	Yesos masivos o en capas de 0,5-1 m de textura sacudida. Rocas compactas, dislocadas con eventual formación de canales por disolución. Eventuales problemas de estabilidad y agresividad. No ripables.	
	Dc'' + Qm Dr	30a	Formación conglomerático-margosa muy heterogénea. Capacidad media a alta. Consolidación y cementación elevadas localmente. Semipermeable. Ripables marginales.	
CRETACICO	Qc, Qm, Oc (Oc Qm)	28a, 28b	Formaciones calizo margosas en bancos gruesos inclinados. Ocasional formación de cornisas con desprendimientos. Permeables "en gran medida". Carriabilidad media. No ripables.	
	Dr Ar, Da	27	Arenas arcillosas sueltas y areniscas bien cementadas, por arcillas y/o carbonato. Ocasional formación de cornisas. Capacidad portante media a alta. Semipermeables. Ripables sólo los niveles arenosos.	
PALEOZOICO	Mq, Mf, Mm, Mq', Mf'	12b, 12a	Alternancia tabeada de cuarcitas, filitas y micaschistsos. Capa de alteración potente. Poco estables en taludes fuertes, salvo cuando se trata de roca sana. Ripables en la capa alterada.	
	Mm	05b	Rocas tabeadas de láminas escamosas, ricas en mica y otros minerales de hábito laminar. Capa de alteración muy potente, poco estable en taludes medios de más de 45°. Practicado inverso. No ripable la roca sana.	
E. METAMORFICAS	Mh', Mh	05a'	Formaciones cristalinas tamaño de grano variable. Diaclasado denso y alterabilidad elevada. Capa de alteración generalmente potente, de capacidad portante media y erosionabilidad elevada. Permeable o semipermeable sólo la capa meteorizada. No ripable la roca sana.	
	F1	04i	Rocas filonitarias de grano fino y extraordinaria compacidad. Disyunción irregular de fractura concoidal de borde cortante. Impermeables texturalmente. No ripables.	
E. ELONIALES	Fg, Fg'	04g, 04g'	Rocas cristalinas de grano grueso en general y textura porfídica o característica. Disyunción granular heterogénea. Terceridad generalmente elevada. No ripables.	
	Fg	04a	Rocas cristalinas de grano fino, muy alteradas con frecuencia. Impermeables texturalmente, pueden presentar cierta permeabilidad secundaria, con circulación a través de las fracturas. No ripable salvo la capa meteorizada.	
	Fg	01	Grano holocristalino, generalmente de grano grueso. Roca compacta, impermeable y de elevada resistencia en estado fresco. Capa de alteración y degradación muy potente (puede alcanzar hasta una decena de metros), con capacidad portante media a baja. Ripable sólo la capa alterada.	
E. ELUCIONADAS			Contacto litológico supuesto o difuso	— —  Estratos verticales
			Contacto litológico definido	— —  Rumbo y buzamiento de estratos
		Fractura o contacto mecánico definido	— —  Equiangularidad	
		Fractura o contacto mecánico supuesto	— —  Eje anticlinal	
		Cabalgamiento definido	— —  Eje síndinal	
		Cabalgamiento supuesto	— —  Canteras, gravas, masa explotable en general	
		Desprendimiento observado	⊗ Destilamiento observado	

