



estudio previo de terrenos



Corredor del noroeste

TRAMO : VILLACASTIN - AREVALO

**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
SUBDIRECCION GENERAL DE NORMAS TECNICAS Y PROSPECCIONES
SECCION DE GEOTECNIA Y PROSPECCIONES**

**ESTUDIO PREVIO DE TERRENOS
CORREDOR DEL NOROESTE
*TRAMO: VILLACASTIN – AREVALO***

CUADRANTES:

455 – 2	AREVALO
456 – 2 y 3	NAVA DE LA ASUNCION
481 – 1 y 2	NAVA DE AREVALO
482 – 1, 2, 3 y 4	VALVERDE DEL MAJANO
507 – 1, 2, 3 y 4	EL ESPINAR

ESTUDIO – 75/1
FECHA DE EJECUCION: DICIEMBRE 1975

FE DE ERRATAS

Página	línea	dice	debe decir
11	19	P.D.S. — 1	P.D.,S—1
25	18—19	Los asientos inapreciables.	Los asientos serán inapreciables.
29	Pie de foto	diyunción	disyunción
31	17	cuarternarios	cuaternario
38	Pie de foto	bien conservado. Sobre...	bien conservado, sobre...
Fig. 3	Leyenda	PG,S — 1 (1.974)	P.D.,S—1 (1.974)
Fig. 11	título	ESQUEMA DE CORRE- DORES SUGERIDOS	ESQUEMA DE CORREDORES DE TRAZADOS SUGERIDOS

INDICE

	<u>Pág.</u>
1. INTRODUCCION	1
2. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO	3
2.1. GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA	3
2.1.1. GEOMORFOLOGIA	3
2.1.2. TECTONICA	4
2.2. ESTRATIGRAFIA	6
2.2.1. COMPLEJO IGNEO Y METAMORFICO	6
2.2.2. ROCAS METAMORFICAS DE EDAD DEFINIDA (CAMBRICO- ORDOVICICO)	7
2.2.3. CRETACICO	8
2.2.4. OLIGOCENO	9
2.2.5. MIOCENO	9
2.2.6. PLIOCUATERNARIO	9
2.2.7. CUATERNARIO	10
2.3. GRUPOS GEOTECNICOS	11
2.4. SISMICIDAD	11
3. ESTUDIO DE ZONAS	13
3.0. ZONAS DE ESTUDIO	13
3.1. ZONA 1: LA SIERRA DE GUADARRAMA, MONTERRUBIO Y SANTA MARIA LA REAL DE NIEVA	14
3.1.1. GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA	14
3.1.2. COLUMNA ESTRATIGRAFICA	17
3.1.3. GRUPOS GEOTECNICOS	18
3.1.4. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS QUE PRESENTA LA ZONA	31
3.2. ZONA 2: EL BORDE MERIDIONAL DE LA MESETA NORTE CASTELLANA	31
3.2.1. GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA	31
3.2.2. COLUMNA ESTRATIGRAFICA	34
3.2.3. GRUPOS GEOTECNICOS	35
3.2.4. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS QUE PRESENTA LA ZONA	40
4. CONCLUSIONES	41
4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS	41
4.2. RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRAFICOS	41
4.3. CORREDORES DE TRAZADOS SUGERIDOS	42

	<u>Pág.</u>
5. ESTUDIO DE YACIMIENTOS	43
5.1. CANTERAS	43
5.2. GRAVERAS Y ARENEROS	44
5.3. PRETAMOS	45
6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	47

1. INTRODUCCION

El presente Estudio Previo de Terreno para Autopistas, corresponde al Tramo Villacastín—Arévalo.

El Tramo comprende los siguientes cuadrantes de las hojas topográficas 1:50.000 del Mapa Topográfico Nacional: de la hoja núm. 455, Arevalo, el cuadrante 2; de la hoja núm. 456, Nava de la Asunción, los cuadrantes 2 y 3; de la hoja núm. 481, Nava de Arevalo, los cuadrantes 1 y 2; de la hoja núm. 482, Valverde del Majano, los cuadrantes 1, 2, 3 y 4 y por último de la hoja núm. 507, El Espinar, los cuadrantes 1, 2, 3 y 4. En total aparecen 13 cuadrantes repartidos en cinco hojas a escala 1:50.000.

El estudio en su conjunto está compuesto por la presente memoria con cortes geológicos, esquemas, bloques—diagramas, columnas estratigráficas y documentación fotográfica. Acompañan a esta memoria tres planos, conteniendo cada uno de ellos un mapa litológico—estructural, a escala 1:50.000 con su leyenda correspondiente y además, cuatro esquemas a escala 1:200.000 que sintetizan los caracteres geológicos, geotécnicos, morfológicos y de suelos y formaciones de pequeño espesor, también con sus leyendas respectivas.

Han intervenido en la supervisión y realización de este estudio respectivamente:

**DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS
SUBDIRECCION GENERAL DE NORMAS TECNICAS Y PROSPECCIONES
SECCION DE GEOTECNIA Y PROSPECCIONES**

D. A. Alcaide Pérez, Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

D. R. del Prado Palomeque, Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

D^a C. Bonet Muñoz, Doctora en Ciencias Geológicas.

INTECSA
DIVISION DE GEOTECNOLOGIA
SECCION DE GEOTECNIA Y GEOLOGIA

D. A. Fernández—Aller Ruíz, Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

D.A. Lendínez González, Licenciado en Ciencias Geológicas.

D. L. Bascones Alvira, Licenciado en Ciencias Geológicas.

2. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO

2.1 GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA

2.1.1 Geomorfología

En la constitución de la Cordillera Central, dominan sobre todo los materiales más profundos del zócalo: el granito y las aureolas cristalinas que lo rodean, formadas en gran parte por gneis. Pero independientemente de la clase de terrenos que afloran en la sierra, sus alineaciones quedan cortadas casi perpendicularmente por las dislocaciones de edad alpina, que siguen aproximadamente una dirección E—O más o menos desviada hacia el Norte. Estas fracturas delimitan perfectamente, de un extremo a otro de la cordillera, el brusco contacto entre las formaciones antiguas de la sierra y los depósitos terciarios modernos de las depresiones castellanas. Este contacto, rectilíneo en grandes extensiones, se aprecia en el terreno por la diferencia de color y dureza de las rocas, aunque no existe una repercusión morfológica acusada.

De forma general, y a gran escala, se puede afirmar que el desnivel topográfico principal existente entre la sierra propiamente dicha y las rampas que la rodean por el norte y por el sur, es de origen tectónico. A consecuencia de estas dislocaciones, se forman verdaderos "horst", con zonas deprimidas y dovelas hundidas en sus partes marginales. Por ello, y a lo largo de toda la Cordillera Central, se observa una morfología debida a las numerosas fallas, que delimitan sendos bloques montañosos separados por fosas y valles tectónicos.

Las líneas de dislocación de edad alpina, llevan dirección NE—SO, dando lugar al encajamiento de la red hidrográfica, cuyo frecuente trazado en bayoneta, con laderas disimétricas, señala claramente su origen.

Si bien puede atribuirse a la estructura herciniana un relativo valor morfológico, en cuanto condiciona la distribución de los grandes afloramientos rocosos, es indudable que los principales rasgos del modelado dependen de su evolución morfológica en el transcurso de los tiempos terciarios y cuaternarios: esto es, de la intensidad y orientación de las líneas de fractura y de la duración de los periodos de estabilidad de los bloques resultantes de la trituration, durante los cuales se formaron extensas superficies de erosión.

Existe, pues, una superficie de erosión de cumbres, perfectamente desarrollada y conservada a pesar de las deformaciones tectónicas y de los ataques de la erosión reciente. En algunos lugares, las laderas aparecen hasta tal punto erosionadas, que únicamente se observa una rígida línea de cumbres, con algún que otro vestigio de planicie que permite reconstruir el trazado de la desaparecida superficie de erosión, que probablemente tiene una edad intramiocénica.

La rigidez de la superficie de erosión, la brusca ruptura de pendiente al pie de la sierra, los montes islas que aparecen en el llano y los depósitos de rañas, que enlazan y en parte recubren el nivel de erosión, indican que se trata de un verdadero "pedimento" (planicie relacionada con un clima árido y lluvias torrenciales muy espaciadas).

En zonas internas de la Cordillera Central, son frecuentes las superficies planas, casi horizontales o suavemente basculadas, situadas a distintas alturas. Este escalonamiento de niveles se presta a una interpretación policíclica, ayudada por la deformación y fracturación de la superficie de erosión miocena.

A partir del Terciario superior, la evolución morfológica es como sigue:

Después del Pontiense, se deforma la penillanura, dando lugar a fosas tectónicas, basculamientos y movimientos general de los bloques. Se forman las sierras actuales, paralelamente a las fallas principales que ponen en contacto el bloque antiguo con el Terciario de las depresiones castellanas. La erosión actúa sobre estos relieves dando lugar a depósitos groseros de tipo raña, al mismo tiempo que se labra la superficie de erosión que forma el pedimento que bordea la sierra.

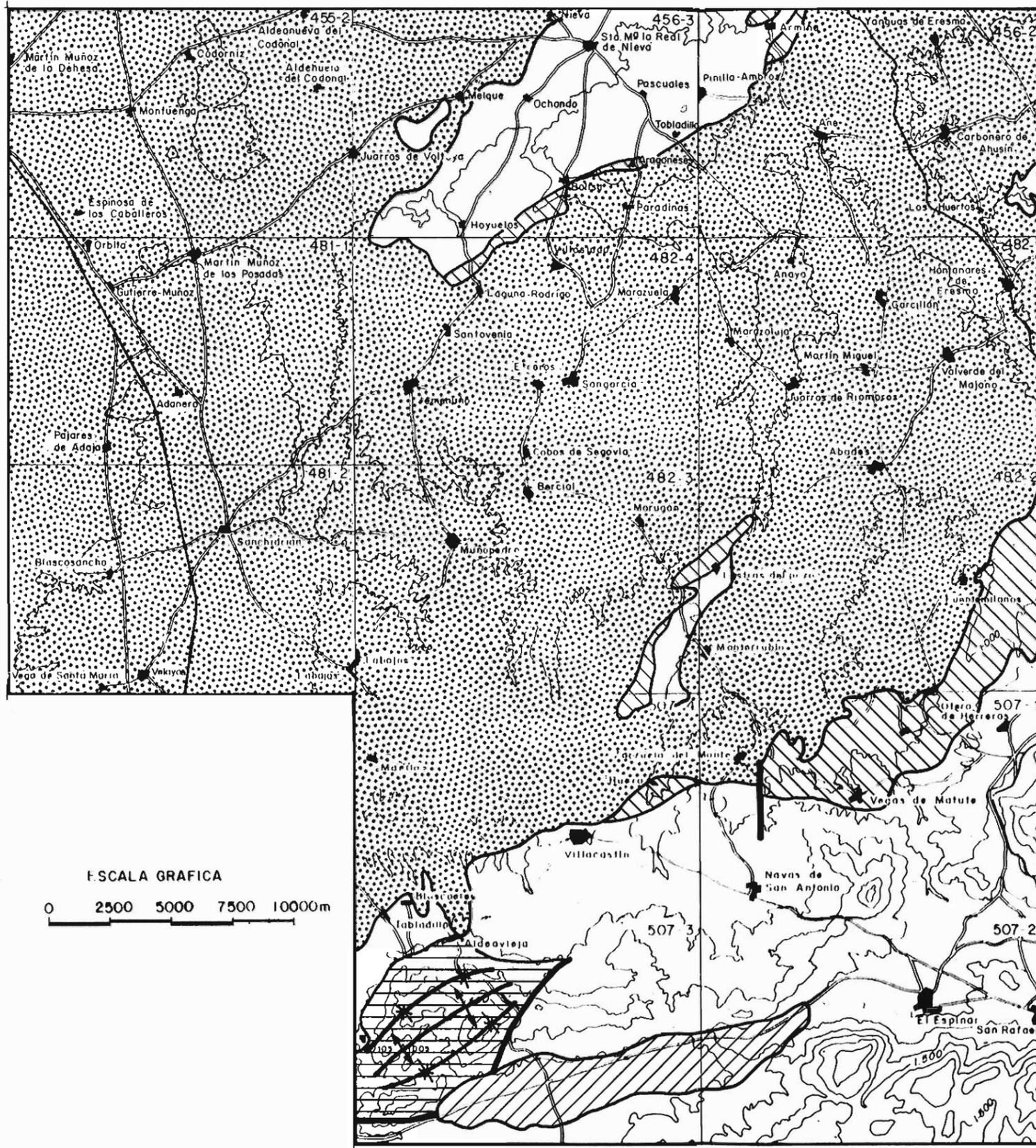
2.1.2 Tectónica

Para una mejor descripción de este apartado, se va a dividir el área de estudio en cuatro unidades principales. Cada una de ellas manifiesta un estilo tectónico propio, aunque es fácil de notar relaciones estructurales y comportamiento tectónico similar. Estas unidades se refieren en primer lugar al conjunto metamórfico (a), en segundo lugar a los materiales plutónicos (b) y en tercer y cuarto lugar respectivamente (c y d) a las formaciones mesozoicas y terciarias, que recubren en mayor o menor potencia los sedimentos precámbricos—paleozoicos (Fig. 1).

a) Afloramientos metamórficos paleozoicos

Todas estas formaciones están afectadas por una fuerte deformación de edad hercínica. Este plegamiento hercínico ha dado lugar a pliegues similares y fluidales dominantes que se han realizado en tres fases principales. Las dos primeras dieron lugar a desarrollo de esquistosidad, mientras que la tercera es en general postesquistosa, o genera solamente esquistosidad local en algún punto.

Como resultado de las dos primeras fases, se pueden encontrar en estas formaciones pliegues muy amplios tumbados hacia el Norte, o bien frecuentes escamas y cabalgamientos dirigidos



ESQUEMA TECTONICO Y DE LAS PRINCIPALES UNIDADES ESTRUCTURALES.

LEYENDA

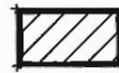
-  Fosa del Voltoya.
-  Meseta: Depositos arcócosicos.
-  Mesozóico.
-  Sinclinorio paleozóico.
-  Sistema Central: Complejo igneo y metamórfico.

FIG. 1

también hacia el Norte. La tercera fase, mucha más sencilla, genera únicamente micropliegues, y esporádicamente, esquistosidad.

b) Materiales plutónicos

Se han encontrado rocas graníticas de diferente composición mineralógica y emplazadas en diversos momentos. Las más precoces están deformadas por alguna de las fases, mientras que las últimas son posteriores a ellas. Se encuentran:

- 1) Neosomas migmatíticos sincrónicos con el metamorfismo.
- 2) Rocas plutónicas muy deformadas, anteriores por lo menos a la fase segunda.
- 3) Rocas plutónicas claramente orientadas, pero poco deformadas, emplazadas antes de la tercera fase.
- 4) Rocas plutónicas tardías, claramente postectónicas, que dan lugar a metamorfismo de contacto en las rocas encajantes.

c) Formaciones mesozoicas

Se sitúan en franca discordancia sobre las rocas cristalinas alteradas. En algunos lugares se aprecian fuertes buzamientos, debido con seguridad a los movimientos de reajuste producidos en los distintos bloques fallados.

Como característica estructural principal de estas formaciones se puede citar la existencia de una amplia red de fracturas, en su mayor parte formadas en épocas tardihercénicas, pero que han sufrido movimientos hasta el Terciario superior.

d) Formaciones terciarias

Apenas se aprecian en ellas plegamientos, y en la mayoría de los casos, su buzamiento es inapreciable. Únicamente en los bordes de la cuenca terciaria, donde los sedimentos se apoyan directamente sobre el zócalo paleozoico, es frecuente ver inclinaciones importantes.

El origen de estos buzamientos se debe sobre todo a reajustes tectónicos, que desnivelan los bloques paleozoicos y contribuyen a la formación del relieve actual. Estos procesos se verifican incluso en el Terciario superior.

Sin embargo, la principal característica estructural de la Zona, es que los procesos tectónicos, al actuar sobre un basamento rígido, provocaron la formación de grandes fracturas, que afectaron también a las formaciones terciarias y dieron lugar a pliegues monoclinales muy localizados. Estas fracturas se presentan según cuatro direcciones dominantes: E-O; N-S; NNE-SSO y NNO-SSE. De todas ellas, el sistema que adquiere mayor importancia es el NNE-SSO, con fracturas de desgarre de amplio recorrido y fuerte desplazamiento de ambos bloques.

Muchas de estas fracturas tardihercínicas fueron reactivadas, y a veces deformadas, durante la orogenia alpina, predominando los movimientos en la vertical, que dieron lugar a fosas rellenas con sedimentos neógenos.

2.2 ESTRATIGRAFIA

Debido a la complejidad tectónica y al alto grado de metamorfismo que existen en gran parte de los materiales que aparecen en este estudio es prácticamente imposible situar dichos materiales dentro de una columna estratigráfica, y por consiguiente, bajo una datación precisa. Es por esto que, en la columna general del Tramo (Fig. 2) los materiales ígneos y metamórficos, han sido separados de los depósitos propiamente sedimentarios de edades más definidas.

2.2.1 Complejo ígneo y metamórfico

Ocupa una amplia superficie de la hoja núm. 507 (EL ESPINAR) y una franja en la hoja núm. 456 (NAVA DE LA ASUNCION).

Se han diferenciado tres grupos litológicos: Granitos y granodioritas, gneises y pizarras.

a) Granitos y granodioritas

Es éste el grupo litológico que con más profusión aparece, dentro del complejo ígneo y metamórfico, en el presente Tramo. Se encuentra constituido por granitos de una o dos micas y granodioritas de grano variable, aunque parecen predominar las de grano grueso.

La biotita suele estar presente en todos los granitos y en ocasiones también la moscovita siendo éstas, junto a la plagioclasa, idiomorfas. Por el contrario el cuarzo y el feldespato alcalino son alotriomorfos.

Como minerales accesorios se encuentran el circón, el apatitio, el rutilo, y minerales opacos metálicos.

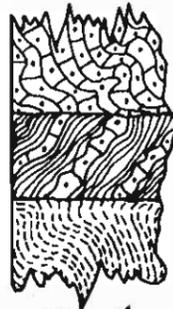
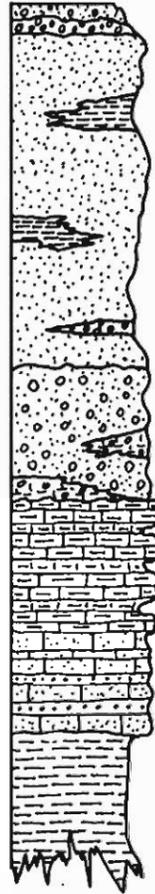
Por lo general estas rocas plutónicas granudas han experimentado una fuerte alteración, debido a los agentes externos, con el consiguiente desarrollo de un "Lem" de espesor muy variable que en ocasiones puede alcanzar los 3 m, dificultando la separación cartográfica de la masa plutónica alterada y disgregada de los depósitos arcósicos de edad miocena.

b) Gneises

A excepción de un pequeño afloramiento localizado en el ángulo suroeste de la Hoja núm. 482 escala 1/50.000 (VALVERDE DEL MAJANO), aparecen únicamente en la Hoja de EL ESPINAR, siendo los afloramientos más extensos los del Cerro del Caloco e inmediaciones de La Cruz de Hierro. No obstante, su representación es amplia en todo el "Complejo

ESCALA
GRAFICA

COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION	ESTRUCTURA	REFERENCIA	MORFOLOGIA	CRONO-ESTRATIGRAFIA
---------------------------	-------------	------------	------------	------------	---------------------



DEPOSITOS ALUVIALES	DISPOSICION HORIZONTAL	AV. A. T. 350	RELIEVES HORIZONTALES, (VALLES)	CRONO-ESTRATIGRAFIA
Arenas arcósicas groseras, rojas, blancas y amarillas, con intercalaciones de niveles arcillosos y niveles de cantos.	Disposicion horizontal Estratificacion difusa.	321	Relieve de penillanura con mesas y gradas	CUATERNARIO Y PLIOCUATERNARIO
Arenas arcósicas, margas arenosas y conglomerados.	Buzamientos suaves hacia el interior de la cuenca	313	Relieve de cuestras	TORTONIENSE OLIGOCENO MIOCENO
Calizas y calizas margosas blancas y margas versicolores	Conjunto plegado y estratificado en capas y lechos	232 b	Relieve de cuestras	CENOMANENSE TURONENSE
Areniscas y calcarenitas de tonos ocres.	Conjunto plegado y estratificado en capas y lechos	232 a	Relieve de cuestras	TURONENSE
Arenas y arcillas versicolores con cantos de cuarzo.	Formación masiva y plegada	231	Relieve de cuestras	CRETACICO SECUNDARIO
Cuarcita armoricana de tonos cremas y blancos.	Formación plegada y fracturada.	121 b	Relieve de crestas	CAMBRICO-ORDOVICO
Esquistos con intercalaciones de cuarcitas	Formación plegada y fracturada	121 a	Relieve de crestas	PRIMARIO
Esquistos micáceos moteados, grauvacas y cuarcitas	Formación plegada y fracturada	110	Relieve alomado	PRIMARIO
Pizarras y esquistos azulados.	Formación plegada y muy fracturada	001 c	Relieve alomado	PRECAMBRICO PALEOZOICO
Gneises tipo "bilo de sapo"	Formación muy fracturada y diaclasada	001 b	Relieve de sierras	PRECAMBRICO PALEOZOICO
Granitos y granodioritas	Formación muy fracturada y diaclasada	001 a 002	Relieve de sierras	PRECAMBRICO PALEOZOICO

FIG. 2

Cristalino” de la Sierra de Guadarrama, lo que indica unas condiciones generales de metamorfismo regional profundo.

El tipo de gneises más común en la zona de estudio es el de variedad glandular con facies tipo **“Olló de Sapo”** donde en una matriz rica en minerales micáceos se aprecian grandes fenoblastos feldespáticos. Generalmente aparecen biotita y moscovita y es frecuente que la primera esté transformada en clorita verde.

Incluidas en esta formación gneílica se encuentran rocas de silicatos cálcicos con intercalaciones arcillosas, lo que prueba que, insertados en la serie sedimentaria que dió origen a los gneises, existen lechos, más o menos continuos, de rocas carbonatadas.

En la zona de estudio únicamente se ha localizado un afloramiento de este tipo. Está situado al borde de la carretera que conduce desde Vegas de Matute a Otero de Herreros, en la Hoja núm. 507 (EL ESPINAR).

c) Pizarras y esquistos de Sta. María de Nieva

En la zona septentrional del estudio y rodeado por depósitos arcóscicos del Mioceno, aparece un conjunto metamórfico constituido por pizarras sericíticas y esquistos. Este conjunto, que pertenece sin duda, a la **“Unidad Guadarrama”**, queda separado por una fosa central Mesoter-ciaria, independizándose de los afloramientos precámbricos y paleozoicos del Sistema Central, lo cual plantea un problema a la hora de la datación de dichos materiales. No obstante, se puede llegar a la conclusión debido a datos obtenidos en campo, que dichos materiales podrían pertenecer a edades anteriores a las intrusiones plutónicas, de edad hercínica, que rodean dichos afloramientos pizarrosos.

Por último hay que distinguir, en el conjunto del **“Complejo Cristalino”**, las rocas filonianas que con mayor o menor densidad insertan los materiales descritos anteriormente. Se trata principalmente de diques de aplita, pegmatitas y cuarzo.

En el presente estudio solo se han representado algunos diques, generalmente de tipo porfídico, ya que son los únicos que se les puede dar una representación cartográfica.

2.2.2 Rocas metamórficas de edad definida (Cámbrico—Ordovícico)

Se describen a continuación una serie de afloramientos localizados en el ángulo suroeste de la Hoja de EL ESPINAR pertenecientes al Paleozoico inferior y metamorfizados durante la orogenia hercínica.

2.2.2.1 Cámbrico

Los materiales aflorantes del Cámbrico están constituidos por esquistos grises y verdosos con sericítas clorítas y biotíta, con intercalaciones de metagrauvascas y cuarcitas.

En las proximidades de las rocas graníticas que rodean a estos materiales se desarrolla un metamorfismo de contacto dando lugar a esquistos moteados y nodulosos.

2.2.2.2 Ordovícico Inferior

Corresponde a los afloramientos situados en las elevaciones de la Cruz de Hierro y Peñagorda y está constituido por dos tramos bien definidos:

- a) Un nivel inferior constituido por esquistos gris azulados con intercalaciones centimétricas de cuarcita.
- b) Otro superior formado por cuarcitas con "crucianas" en facies de "cuarcita armoricana".

2.2.3 Cretácico

A lo largo del borde septentrional de la Sierra de Guadarrama se apoyan, de una forma casi continua, una serie de depósitos de edad cretácica que constituyen los únicos materiales mesozoicos que aparecen en el tramo.

Se pueden distinguir en muchos puntos una serie de niveles bien definidos que de muro a techo presentan la siguiente disposición.

- Arenas versicolores con cantos cuarcíticos, redondeados o subredondeados y arcillas verdes, blancas y grises que en ocasiones constituyen verdaderos yacimientos de caolín. Potencia variable, 5–60 m.
- Areniscas y calcarenitas de tonos ocre y rojos bien estratificados en capas. Potencia 15–60 m.
- Calizas y margocalizas de tonos blanquecinos bien estratificados en capas y lechos.
- Un tramo superior de margas multicolores que en la cartografía se ha asimilado al nivel inferior.

La potencia conjunta de estos dos últimos tramos es de 15–60 m.

Por correlación con zonas limítrofes, al tramo inferior, es decir, al constituido por arenas y arcillas, se le ha atribuido una edad Albense y a los niveles superiores se les considera ya Cretácico

Superior (Cenomanense—Turonense—Senonense) según M. San Miguel de la Cámara.

2.2.4 Oligoceno

Apoyados sobre los materiales paleozoicos de la Sierra de Guadarrama, aparecen unos depósitos atribuidos al Paleógeno y más exactamente al Oligoceno. Litológicamente son arenas, margas arenosas y conglomerados siendo estos últimos los más característicos de la formación. Están constituidos por cantos redondeados de caliza, granito y gneis principalmente, débilmente cementados y muy alterados.

La potencia aproximada de esta formación oligocena es de 30–60 m.

2.2.5 Mioceno

En este estudio el Mioceno se encuentra constituido por depósitos procedentes del desmantelamiento del “Complejo Cristalino” que constituye la Sierra de Guadarrama.

Se trata de sedimentos arenosos arcósicos, en general groseros y mal seleccionados, que presentan frecuentes niveles arcillosos y lechos de cantos cuarcíticos de tamaño variable.

Existe una transición gradual de estas facies detríticas tanto en profundidad como lateralmente, siendo más finas, mejor seleccionadas y con mayor porcentaje de cuarzo al alejarnos del borde cristalino. En dicho borde es frecuente encontrar bloques y cantos graníticos, más o menos rodados.

Las tonalidades de estas arenas arcósicas varían entre amarillentas, rojas y blancas en relación con su mayor o menor contenido en cuarzo, así como con su mayor o menor grado de oxidación.

No es fácil la datación exacta de estos sedimentos ya que la ausencia de datos paleontológicos es casi continua en toda la Zona. Únicamente en las proximidades de Arévalo se han encontrado restos fósiles que sitúan la formación en el Mioceno Superior, más exactamente en el Tortoniense.

2.2.6 Pliocuatnario

Una gran parte de la zona norte del presente estudio está ocupada por una serie de depósitos de cantos de cuarcita poco rodados y que se le ha atribuido la denominación de “Raña”, aunque en muchos casos el tamaño del canto es mucho menor de lo común en las rañas pliocenas de otras regiones españolas. Esto podría explicarse por la mayor distancia al área madre.

Dos tipos distintos de estos depósitos se han diferenciado en el presente tramo:

- a) Canturrales cuarcíticos débilmente cementados por arenas arcósicas y con espesores no superiores a los 3 m. Se localizan primordialmente en la parte norte del estudio y se sitúan en

las zonas más elevadas, ocupando planicies más o menos extensas. Se ha apreciado más de un nivel y a veces no es fácil la separación y distinción de las terrazas superiores de los ríos principales.

- b) Depósitos de cantos muy heterométricos, cuarcíticos, grauváquicos y de esquistos, cementados por arcillas.

La potencia de estos depósitos varía entre 0,5 y 5 m.

Este tipo de depósito, al que se ha dado en la cartografía la nomenclatura de “Raña--coluvión”, se encuentra únicamente en el borde suroeste de la hoja de El Espinar y proviene del desmantelamiento de los materiales paleozóicos que forman las elevaciones de Cruz de Hierro y limítrofes.

2.2.7 Cuaternario

Tres tipos de depósitos cuaternarios aparecen en el tramo.

- a) **Aluviales**

Formados por gravas poligénicas, redondeadas o subredondeadas, con gran profusión de arenas cuarcíferas, más abundantes al alejarnos del área madre.

- b) **Terrazas**

Con bastante desarrollo lateral en los ríos Voltoya y Moros pero con potencias reducidas (0,5–2 m) aunque en ocasiones y en puntos muy concretos pueden llegar a los 5 m.

Litológicamente se caracterizan por el gran contenido en arenas cuarcíferas que presentan.

- c) **Aluvial–eluvial (Zonas de mal drenaje)**

Se trata de zonas endorreicas, es decir antiguos cauces colmatados o semicolmatados en la actualidad, que pueden producir zonas pantanosas.

Su litología es variable pero en general está constituída por arenas finas, limos y arcillas.

- d) **Coluviales**

Constituídos por arenas y cantos heterométricos y poco rodados de caliza, gneises y granito principalmente.

2.3 GRUPOS GEOTECNICOS

Del conjunto de los materiales que aparecen en este estudio; varias son las formaciones litológicas que por sus características lito—estructurales presentan unas condiciones y comportamientos geotécnicos similares.

De acuerdo con los distintos grupos litológicos, considerados en este estudio y presentados en el apartado 2.2. (Fig. 2), se ha decidido englobar los siguientes grupos litológicos como grupos geotécnicos generales (ver cuadro adjunto).

CUADRO DE EQUIVALENCIAS DE GRUPOS LITOLOGICOS Y GEOTECNICOS

GRUPOS GEOTECNICOS	GRUPOS LITOLOGICOS
G-1	AV, C, A,
G-2	T, 350 a, 350 b
G-3	321, 313
G-4	232 b
G-5	232 a
G-6	231
G-7	121b, 121a, 110, 001c
G-8	001b, 001a, 002, 300

2.4 SISMICIDAD

La norma sísmorresistente P.D.S.—1(1974), clasifica el territorio nacional en varias zonas sísmicas. La región estudiada queda comprendida, toda ella, en la zona 1ª (de sismicidad baja) como puede verse en el esquema adjunto (Fig. 3).

El apartado 3.5. de dicha norma dice, que no es necesario la consideración de las acciones sísmicas en las obras y servicios localizados en esta zona.

**APARTADO
DEROGADO**



MAPA DE ZONAS SISMICAS

Según PG,S - 1 (1974)

ZONA	INTENSIDAD : G (Escala MSK)
A	□ < VI (baja)
B	▒ VI a VIII (media)
C	▣ > VIII (acusada)
	○ Capital de provincia
	● Observatorio Sismológico

FIG. 3

3.— ESTUDIO DE ZONAS

3.0 ZONAS DE ESTUDIO

Este estudio se ha dividido en dos zonas por considerar que presentan características geotécnicas, litológicas, estructurales y morfológicas diferentes. (Fig. 4).

Estas zonas son las siguientes:

Zona 1. La sierra de Guadarrama, Monterrubio y Santa Maria la Real de Nieva.

Zona 2. El borde meridional de la meseta norte castellana .

ZONA 1: LA SIERRA DE GUADARRAMA, MONTERRUBIO Y SANTA MARIA LA REAL DE NIEVA

Como puede apreciarse en las Figs. 4 y 5, esta Zona no ocupa una mancha uniforme dentro del estudio, sino tres, quedando separadas geográficamente por la Zona 2. El motivo fundamental de reunir estas tres áreas en una Zona única es que sus características litológicas, estructurales y geotécnicas son enteramente semejantes..

Litológicamente se encuentran constituídas por rocas de origen ígneo y metamórfico, texturalmente muy parecidas, aunque el grado de alteración superficial es más acusado en las áreas más septentrionales de dicha Zona 1.

Estructuralmente estas áreas manifiestan unas direcciones de fracturación y plegamiento, paralelas entre sí, por lo que es obvio el incluirlas dentro de una misma zona.

Del mismo modo, las características geotécnicas vienen en parte condicionadas por las características lito—estructurales, como también por la topografía más acusada que presenta esta Zona.

ZONA 2: EL BORDE MERIDIONAL DE LA MESETA NORTE CASTELLANA

Las características más destacadas que han motivado la diferenciación como Zona independiente son la morfología y la litología, ambas homogéneas dentro del contexto de dicha Zona.

Morfológicamente la Zona 2 se presenta con un relieve penillanurizado con cerros en forma de mesas y algunos graderíos sobre todo en la zona de valles.

Litológicamente la Zona presenta una característica destacable, y que se refiere a la naturaleza arcósica que aparece en toda su extensión.

La estructura, prácticamente ausente, solo se manifiesta bajo una marcada horizontalidad de los distintos niveles arcósicos.

3.1 ZONA 1: LA SIERRA DE GUADARRAMA, MONTEERRUBIO Y SANTA MARIA LA REAL DE NIEVA

3.1.1 Geomorfología y tectónica.

Como se mencionó en el apartado 3.0, y según puede apreciarse en las figuras 4 y 5, la presente Zona no ocupa una mancha uniforme desde el punto de vista geográfico, sino por el contrario, quedan repartidas en tres áreas, siendo la principal de éstas la Sierra de Guadarrama, que ocupa la región más meridional de este estudio.

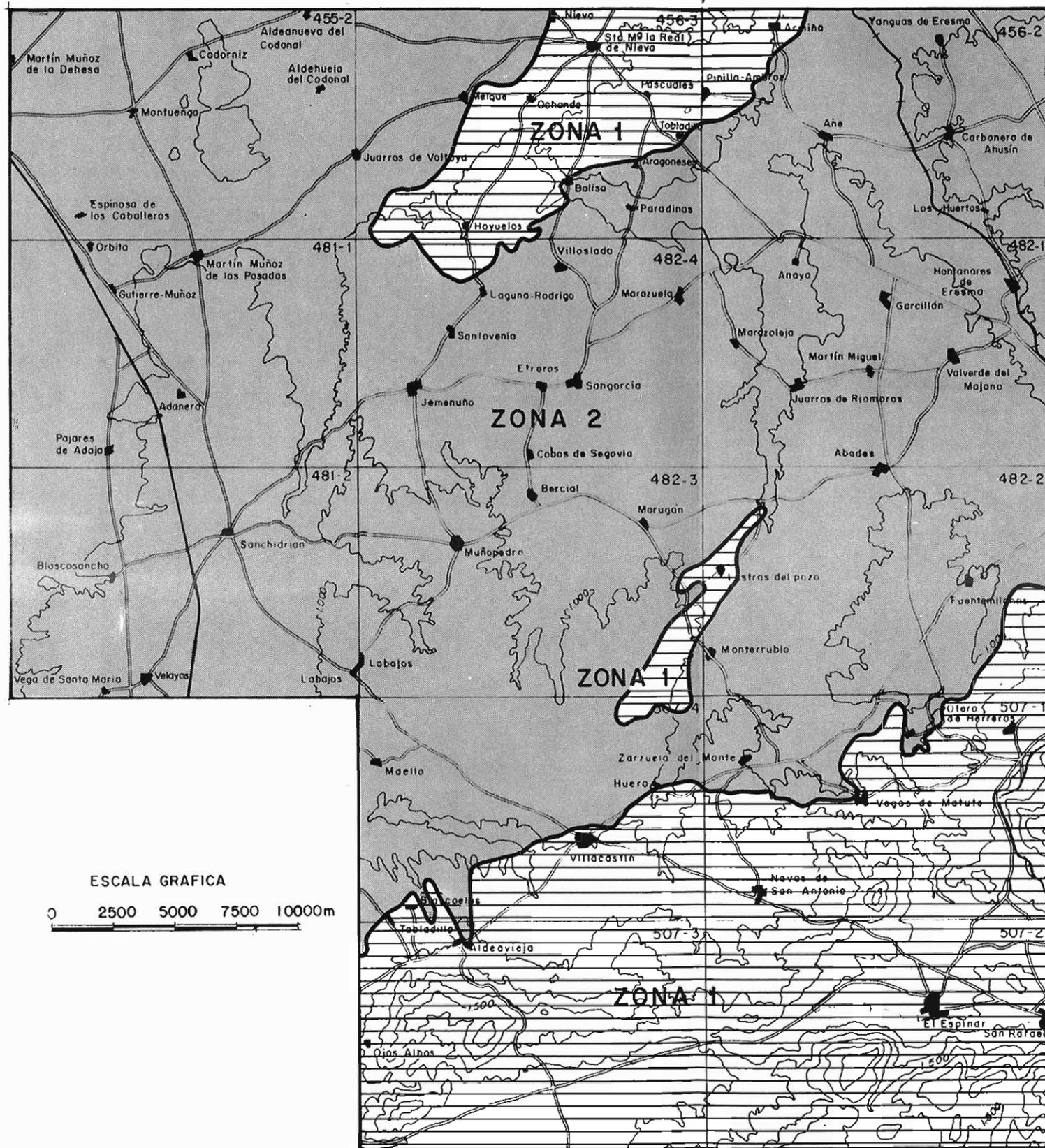
De las otras dos áreas restantes, la más septentrional corresponde a una franja continúa, que se extiende por la Hoja topográfica de Nava de la Asunción y cuyo punto geográfico más representativo lo constituye la población de Sta Maria la Real de Nieva. La tercera y última, de estas áreas, es una pequeña zona dentro de la Hoja de Valverde de Majano en las proximidades de la localidad de Monterrubio.

Geomorfológicamente la Zona presenta un relieve fuerte, en ocasiones abrupto, en la Sierra de Guadarrama (Fig. 6) y alomado en las otras dos áreas.

En dicha Sierra el sistema de fracturas ha dado como resultado un fuerte contraste topográfico con altitudes comprendidas entre los 1.100 y 1.800 m. Por el contrario, en las otras dos áreas los contrastes topográficos prácticamente no existen.

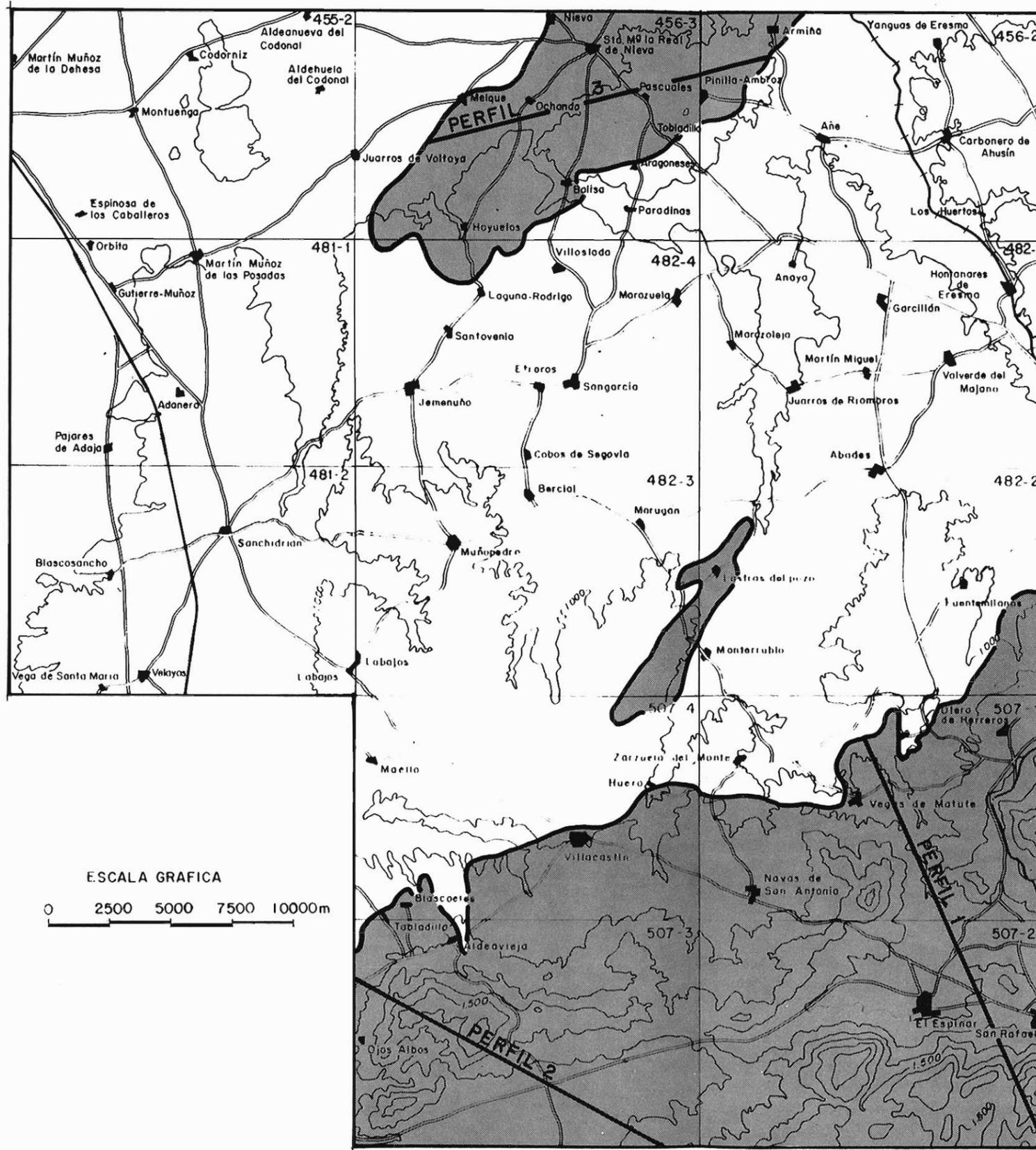
Una diferencia importante, en lo que se refiere al relieve, aparece en los materiales cretácicos que se apoyan sobre el "Complejo Igneo y Metamórfico".

Presentan, estas formaciones de edad Cretácica, un típico relieve en cuestas, reflejo de su disposición estructural y de sus características litológicas.



ESQUEMA DE SITUACION DE DE LAS ZONAS CONSIDERADAS EN ESTE ESTUDIO

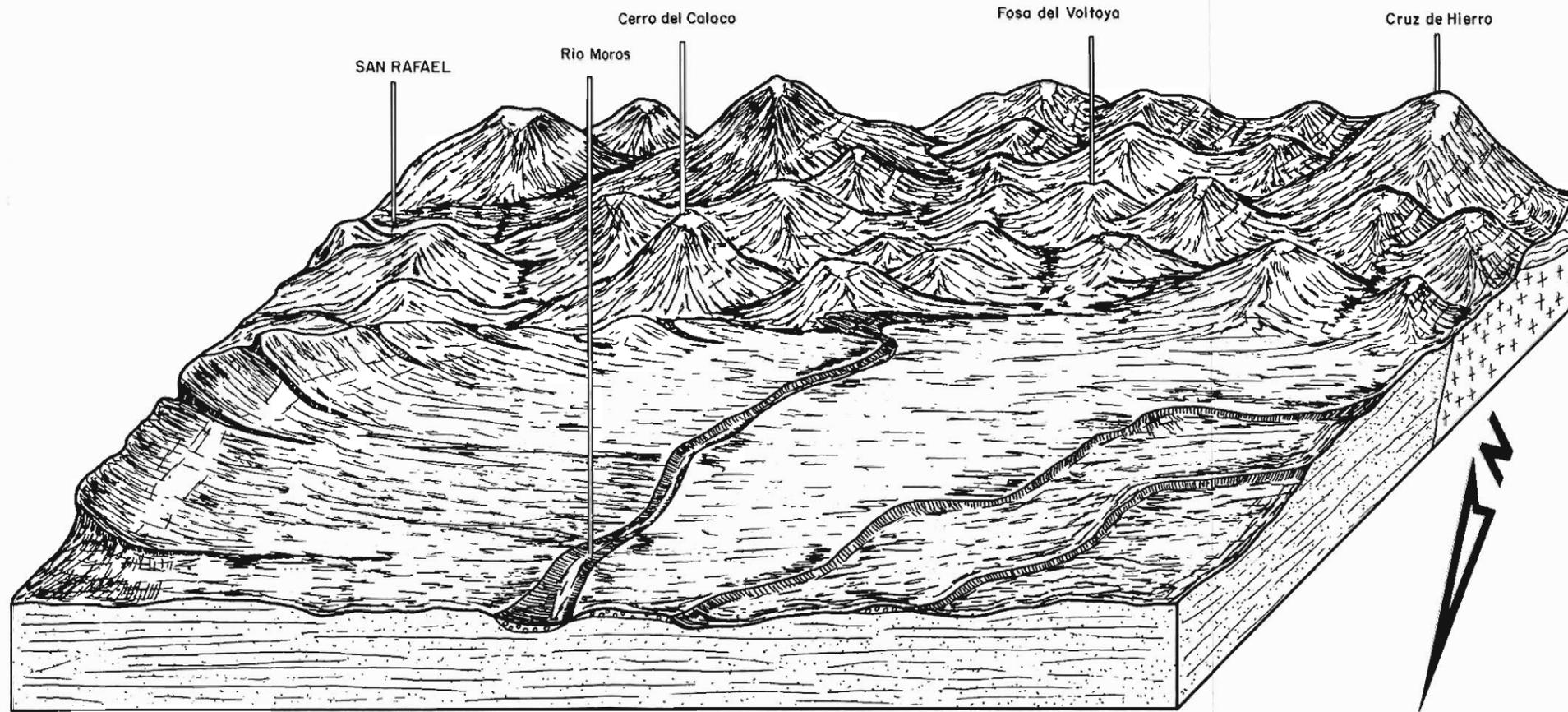
FIG. 4



ESQUEMA Y SITUACION DE LA ZONA 1 Y DE LOS PERFILES GEOMORFOLOGICOS.

FIG.5

BLOQUE DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA ZONA 1 LA SIERRA DE GUADARRAMA



LEYENDA

- | | | |
|-------------------------------|--|-------------------------------------|
| CUATERNARIO Y PLIOCUATERNARIO | | T y 350a Terrazas y Rañas. |
| MIOCENO | | 32l Depósitos arcóscicos. |
| ROCAS IGNEAS Y METAMORFICAS | | 00l a. Granito y granodioritas. |
| | | 12la.b. Esquistos y Metagrauvascas. |

FIG. 6

La Zona se encuentra surcada por tres ríos principales: Voltoya, Cárdenas y Moros y numerosos arroyos sin depósitos aluviales o con un desarrollo difícilmente cartografiable.

Por lo general la red hidrográfica está ampliamente condicionada por la tectónica de la Zona, siendo frecuente el clásico trazado en "bayoneta" con laderas disimétricas.

En cuanto a la tectónica de la presente Zona 1 hay que resaltar que todas las formaciones de materiales paleozoicos están afectados por deformaciones de edad hercínica, producidas en tres fases diferentes, que dan lugar principalmente a una fuerte esquistosidad, fracturación y plegamiento.

En los materiales plutónicos se aprecian muy diferentes deformaciones debido a que la edad de emplazamiento no es sincrónica, produciéndose metamorfismo de contacto en las rocas encajantes más tardías.

Por último, las formaciones cretácicas aparecen en franca discordancia sobre las rocas cristalinas. Presentan generalmente buzamientos más o menos fuertes y plegamientos importantes en algunos puntos. (Foto 1).

Todo ello es reflejo de los reajustes producidos en distintos bloques—falla y de la reactivación de una serie de fracturas de edad tardihercínica. (Fig. 7).

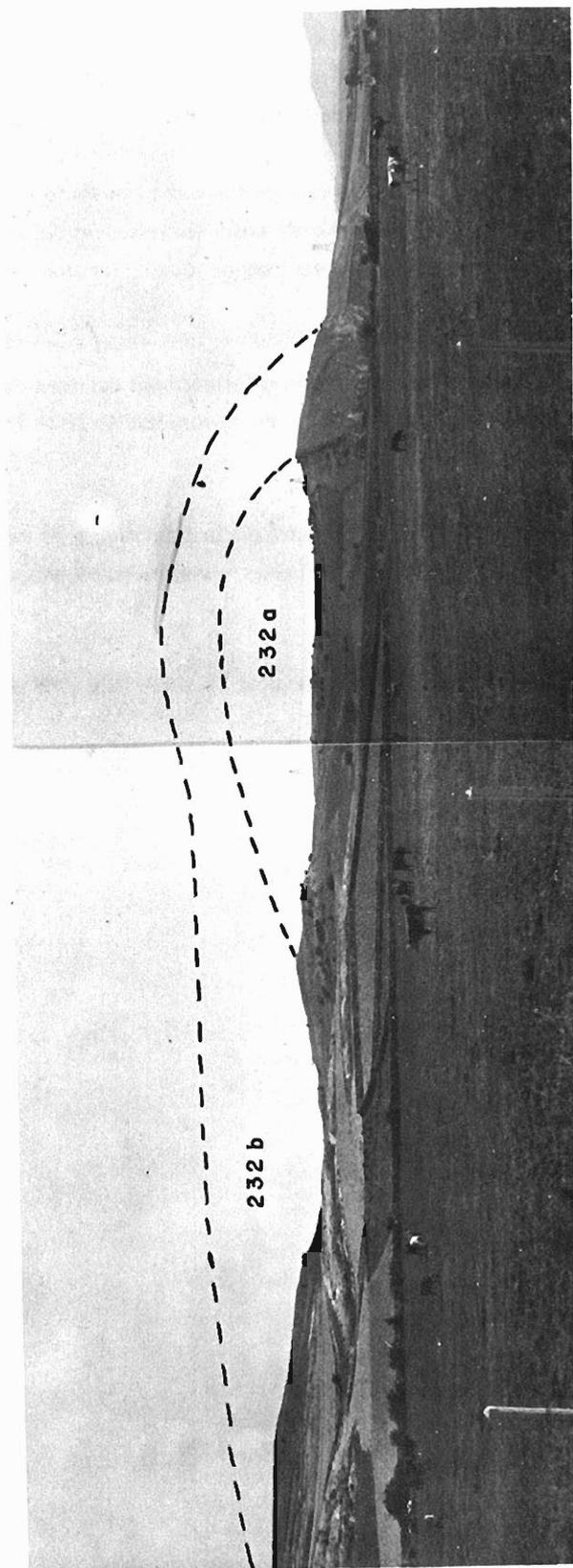
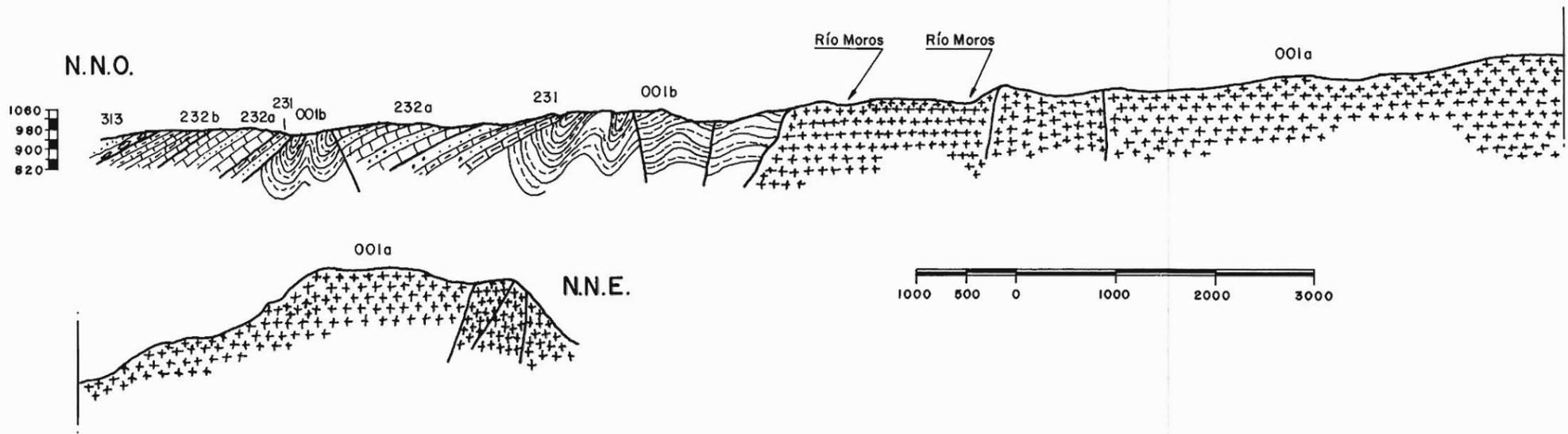


Foto 1.- Vista general del anticlinal cretácico en las proximidades de Vegas de Matute (hoja núm. 507, cuadrante 1). En primer término los depósitos coluviales (C)

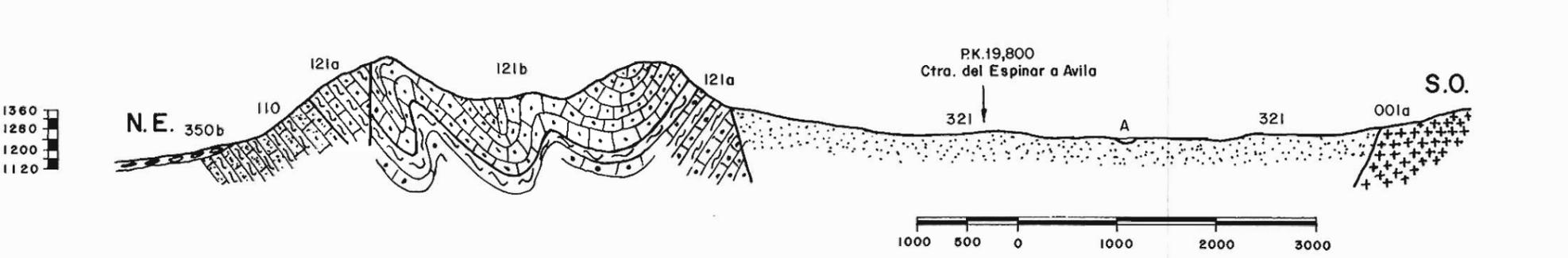
PERFILES GEOMORFOLOGICOS DE LA ZONA 1

ESCALAS H=1:50.000
V=1:20.000

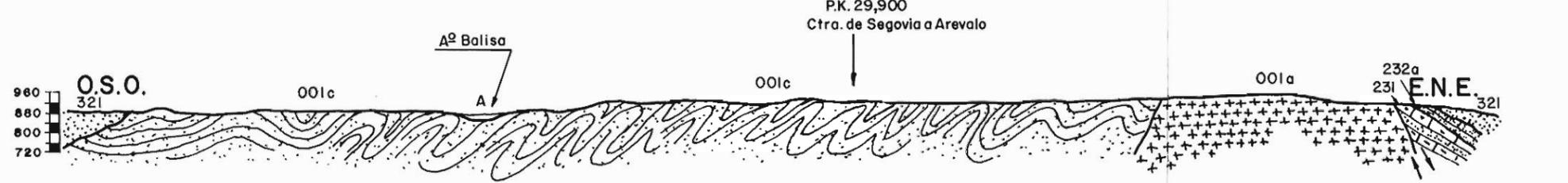
PERFIL Nº 1



PERFIL Nº 2



PERFIL Nº 3

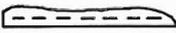
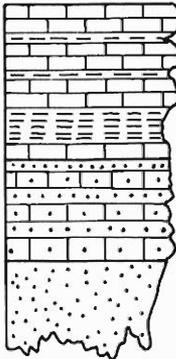
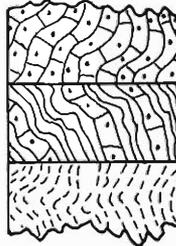
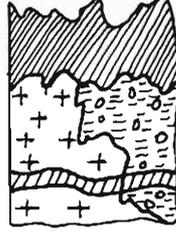


LEYENDA

CUATERNARIO		A. Aluvial.									
PLIOCUATERNARIO		350 b. (Coluvial-Raña).	CRETACICO	SUPERIOR		232 b. Calizas y margas.	COMPLEJO IGNEO Y METAMORFICO		001c. Pizarras.		
OLIGOCENO		313. Conglomerados, arenas y margas.			INFERIOR			232 a. Areniscas y calcarenitas.		001b. Gneises	
MIOCENO		321. Arenas arcólicas.		231. Arenas y margas.				001a. Granitos y granodioritas			
			ORDOVICICO		121b. Cuarzitas.	CAMBRICO		121a. Esquistos y cuarzitas.	SIMBOLOGIA		Falla.
					110. Esquistos y metagrauvascas.			Discordancia.			

FIG.7

3.1.2 COLUMNA ESTRATIGRAFICA

COLUMNA LITOLOGICA	GRUPOS GEOTECNICOS	GRUPOS LITOLOGICOS	DESCRIPCION	CRONO-ESTRATIGRAFIA					
	G-1	AV.	Aluvio-eluvial de arcillas, arenas y limos (zonas de mal drenaje).	CUATERNARIO					
		C	Coluviales de arenas y limos, gravas calcáreas y gneisicas.						
		A	Aluviales de arenas cuarcíferas y gravas poligénicas redondeadas y subredondeadas.						
	G-2	350 b	Rañá-coliuión de cantos heterométricos y angulosos de cuarcitas, esquistos y metagrauvas. Potencia aproximada 1-10 m.	PLIO-CUATERNARIO					
	G-4	232 b	Calizas y calizas margosas blancas, margas versicolores intercaladas. Estratificadas en capas. Potencia aproximada 30-50 m.	<table border="1"> <tr> <td>TURONENSE - SENONENSE</td> <td rowspan="4">CRETACICO</td> <td rowspan="4">MESOZOICO</td> </tr> <tr> <td>CENOMANENSE</td> </tr> <tr> <td>ALBENSE - CENOMANENSE?</td> </tr> </table>	TURONENSE - SENONENSE	CRETACICO	MESOZOICO	CENOMANENSE	ALBENSE - CENOMANENSE?
	TURONENSE - SENONENSE	CRETACICO	MESOZOICO						
	CENOMANENSE								
	ALBENSE - CENOMANENSE?								
G-5	232 a			Areniscas y calcarenitas de tonos rojos y ocre. Potencia aproximada 15-40 m.					
G-6	231	Arenas versicolores con cantos de cuarcita y arcillas versicolores. Potencia aproximada 10-50 m.							
	G-7	121 b	Cuarcitas de tonos cremas y blancos, (cuarcita armoricana)	<table border="1"> <tr> <td>CAMBRICO - ORDOVICICO</td> <td>PALEOZOICO</td> </tr> </table>	CAMBRICO - ORDOVICICO	PALEOZOICO			
		CAMBRICO - ORDOVICICO	PALEOZOICO						
		121 a	Esquistos con intercalaciones de cuarcitas.						
110	Esquistos micáceos, en ocasiones moteados con intercalaciones de metagrauvas y cuarcitas.								
	G-8	001 b	Pizarras y esquistos azulados	<table border="1"> <tr> <td>PRECAMBRICO - CAMBRICO ?</td> </tr> </table>	PRECAMBRICO - CAMBRICO ?				
		PRECAMBRICO - CAMBRICO ?							
001 a	Gneises tipo "ollo de sapo" con nódulos de feldespatos bien desarrollados. Granitos y granodioritas de una o dos micas, de grano variable con diques de cuarzo (002). y brechas tectónicas(300)								

3.1.3 Grupos Geotécnicos

Se describen a continuación los diferentes grupos geotécnicos diferenciados en la presente Zona 1 y que quedan insertos en la columna estratigráfica del apartado 3.1.2.

Respecto a la columna litoestratigráfica hay que hacer constar que la disposición de los grupos litológicos de edad cuaternaria es convencional y no guardan entre ellos interrelación cronoestratigráfica alguna.

GRUPO GEOTECNICO G-1

DEPOSITOS ALUVIO-ELUVIALES (AV) (Zonas de mal drenaje)

Litología.— Formación de litología variable, pero generalmente constituída por arenas finas, limos y arcillas.

Estructura.— Generalmente se trata de cauces colmatados o semicolmatados presentando una disposición marcadamente horizontal (Foto 2)

Geotecnia.— Esta formación es fácilmente excavable. Ocupan zonas deprimidas y no se observan taludes naturales. En excavación se recomiendan taludes tendidos del orden 2/1 (H/V). Su permeabilidad es baja y el drenaje deficiente, tanto el profundo como el superficial. Se puede emplear como núcleo de terraplenes, siendo baja su capacidad portante.

COLUVIALES (C)

Litología.— Esta formación se encuentra constituída por cantos heterométricos, angulosos y de naturaleza poligénica, englobados en una matriz areno-limosa de color pardo.

Estructura.— No presenta una estructura definida y su disposición es caótica sin estratificación visible.

Geotecnia.— Esta formación es de fácil excavación. Los taludes observados en desmontes bajos son del orden 1/1 y se recomiendan taludes 3/2 (H/V) para su fácil conservación. Este material se considera apto para empleo en obras de tierra. Su permeabilidad es media y su drenaje superficial y profundo es aceptable. No se producirán asientos importantes, y si los hubiere, serán pequeños.

ALUVIALES (A)

Litología.— Formación constituída por gravas poligénicas y arenas cuarcíferas, estas últimas en mayor proporción.



Foto 2.- Vista general de una zona de mal drenaje próxima a la localidad de Aragoneses, constituida por depósitos aluvio-eluviales de arenas finas, limos y arcillas (AV)

Estructura.— Estos materiales no presentan estructuras definidas y ocupan las llanuras de inundación de la red hidrográfica actual.

Geotecnia.— Formación de fácil excavación. No se observan taludes naturales, recomendándose taludes artificiales 3/2 (H/V). Su permeabilidad es alta aunque el drenaje puede presentar problemas por la existencia de niveles freáticos altos. Se pueden emplear en obras de tierra, previa clasificación (en capas seleccionadas) y como árido para hormigones. Deberá prestarse atención a los posibles fenómenos de socavación.

GRUPO GEOTECNICO G-2

RAÑA-COLUVION (350b)

Litología.— Formación de cantos heterométricos y angulosos de cuarcita, esquistos y meta-grauvacas cementados por matriz limo-arcillosa (Foto 3)

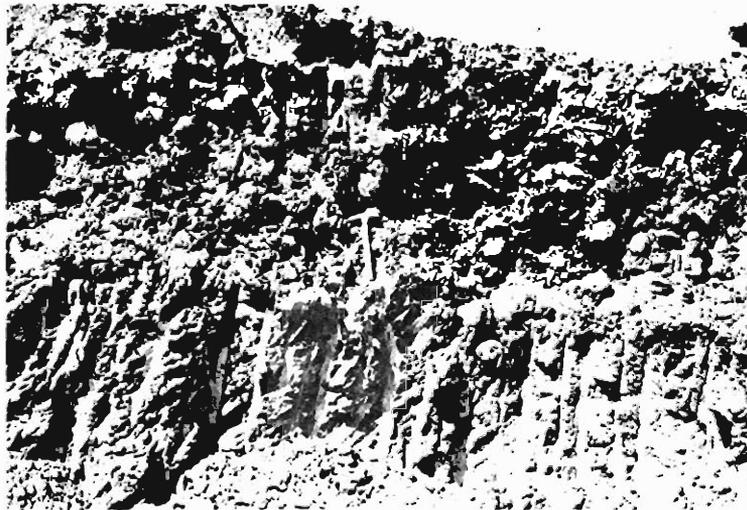


Foto 3.— Raña-coluvión (350b), en la carretera local a Ojos Albos, apoyada sobre esquistos cámbricos

Estructura.— Conjunto masivo sin estructura definida.

Geotecnia.— Esta formación se considera de fácil excavación. Los desmontes bajos observados presentan taludes del orden 1/1 (H/V), bien conservados. Estos taludes son los que se recomiendan.

Este material se puede emplear en obras de tierra. Su permeabilidad se considera media-baja dependiendo de la proporción de finos. El drenaje, tanto superficial como profundo es aceptable.

Es una formación competente como cimiento de terraplenes y obras de fábrica. Los asentos serán pequeños.

GRUPO GEOTECNICO G-4

FORMACION CALCOMARGOSA DEL CRETACICO SUPERIOR (232b)

Litología.— Formación de calizas y calizas margosas blancas y margas versicolores intercaladas (Foto 4)



Foto 4.— Aspecto parcial del tramo calco-margoso del Cretácico Superior (232b) en la carretera de Villacastón a Segovia.

Estructura.— Conjunto bien estratificado en capas y lechos. Presenta relieve de cuevas y plegamientos y fracturación de intensidad variable.

Geotecnia.— Exceptuando los niveles margosos esta formación no es ripable. En desmontes bajos los taludes observados son fuertes, 1/1 e incluso 1/2 (H/V); (Foto 5), aunque se han observado deslizamientos en los niveles margosos a favor de la estratificación. Así pues, la estabilidad de los taludes dependerá fundamentalmente de la dirección y buzamiento de los estratos y será preciso definir los taludes en cada caso concreto. Pueden producirse desprendimientos de los niveles duros favorecidos por la erosión diferencial. Se trata de una material tolerable para la construcción de terraplenes. Su permeabilidad es media, el drenaje superficial bueno y el profundo aceptable. Constituye un buen cimiento para terraplenes y obras de fábrica. Los asentos serán reducidos.

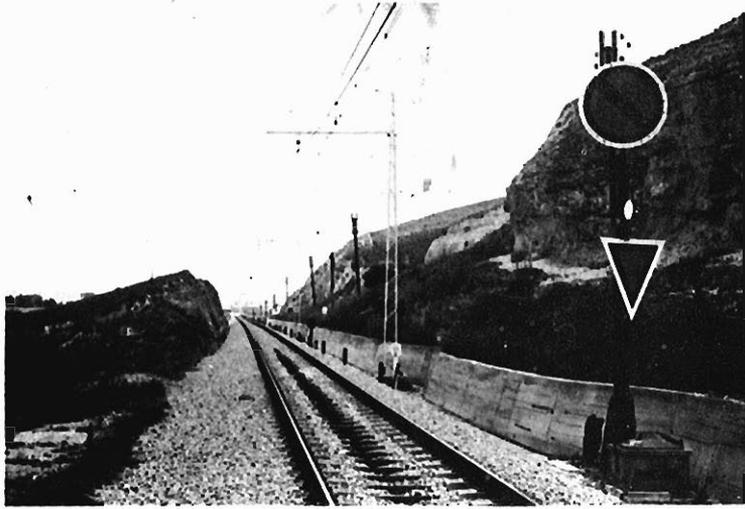


Foto 5.— Talud artificial en la formación calco-margosa del Cretácico Superior (232b), en las proximidades de Hontanares de Eresma

GRUPO GEOTECNICO G-5

FORMACION CALCARENITICA DEL CRETACICO SUPERIOR (232a)

Litología.— Formación de areniscas y calcarenitas de tonos ocre y rojizos, frecuentemente oquerosas. (Foto 6)



Foto 6.— Calcarenitas del Cretácico Superior (232a) en la carretera comarcal de Segovia a Cuellar

Estructura.— Presenta esta formación una estratificación bien definida en capas, relieve de cuestras y plegamiento y fracturación de intensidad variable.

Geotecnia.— Formación no ripable, será necesario el uso de explosivos. En desmontes artificiales medios se llegan a taludes muy fuertes, pero se producen deslizamientos en los puntos donde, la estratificación es desfavorable (Foto 7).



Foto 7.— Aspecto parcial del talud excavado en calcarenitas del Cretácico Superior (232a), en la carretera de Villacastín a Segovia

Para la elección de talud de proyecto en desmonte es fundamental el estudio detallado de la dirección y buzamiento de los estratos en relación con la dirección de las excavaciones. Este material se puede emplear en rellenos de tipo todo uno; su permeabilidad es alta y su drenaje bueno. Constituye un buen cimienta para terraplenes y obras de fábrica. Los asientos serán inapreciables.

GRUPO GEOTECNICO G-6

FORMACION ARENO ARCILLOSA DEL CRETACICO INFERIOR (231)

Litología.— Conjunto formado por arenas versicolores, con cantos cuarcíticos, y arcillas verdes, blancas y grises. (Foto 8).

Estructura.— Esta formación, que presenta una estratificación generalmente difusa, aparece plegada y con típico relieve de cuestras.



Foto 9.— Aspecto parcial del talud excavado sobre la formación arenó-arcillosa del Cretácico Inferior en la carretera de Villacastín a Segovia.



Foto 8.— Detalle de la formación detrítica del Cretácico Inferior en las proximidades de Aragonés.

Geotecnia.— Formación excavable. Los taludes observados en desmontes bajos llegan a ser del orden 1/1 (H/V), (Foto 9), apreciándose desprendimientos ocasionales, por tanto es aconsejable adoptar taludes 3/2 (H/V). La permeabilidad es buena y el drenaje, tanto superficial como profundo es aceptable. Constituye un buen cimiento para terraplenes y obras de fábrica siendo los asientos reducidos.

GRUPO GEOTECNICO G-7

CUARCITAS DE LA CRUZ DE HIERRO (121b)

Litología.— Conjunto formado por cuarcitas de tonos blanquecinos.

Estructura.— Conjunto muy plegado y fracturado, estratificado en capas y bancos. Forma relieve de sierras con fuertes pendientes.

Geotecnia.— Esta formación necesitará explosivos en excavación. Los taludes observados son fuertes (1/2) (H/V). Como norma de carácter general se puede indicar que los taludes pueden ser fuertes 2/3 (H/V) e incluso mayores, aunque será muy importante el estudio de las direcciones de estratos y diaclasas en relación con la del desmonte a realizar.

Son de esperar caídas de bloques y cuñas en especial si el proceso de excavación no es cuidado. El material es apto para su empleo en pedraplenes. La permeabilidad es alta por fisuración y el drenaje bueno. Constituye un buen cimiento para terraplén y obras de fábrica. Los asientos inapreciables.

ESQUISTOS Y CUARCITAS DE LA CRUZ DE HIERRO (121a)

Litología.— Conjunto formado por esquistos gris-azulados con intercalaciones, en ocasiones centimétricas, de cuarcitas. (Foto 10).

Estructura.— Formación estratificada en capas y lechos, muy plegada y fracturada. Relieve ocasionalmente fuerte con pendientes pronunciadas.

Geotecnia.— Se necesitarán explosivos para las excavaciones. Los taludes observados son suaves en general 2/1 (H/V), aunque en crestones pueden llegar a 1/1 (H/V) e incluso mayores. Los taludes de proyecto en los desmontes serán como norma general del orden de 1/1 (H/V) o incluso más fuertes, estando siempre en función de la dirección y buzamiento de los estratos y del diaclasado. Se pueden producir caídas de bloques si el proceso de excavación no es cuidado.

Constituye un buen material para rellenos tipo "todo uno". La permeabilidad es alta y el drenaje tanto superficial como profundo es bueno. Este material se puede considerar bueno para cimientos, terraplenes y obras de fábrica. Los asientos serán inapreciables.



Foto 10.— Esquistos y cuarcítas del Ordovícico en la Cruz de Hierro.

ESQUISTOS Y METAGRAUVACAS DE ALDEAVIEJA (110)

Litología.— Conjunto formado por esquistos micáceos, en ocasiones moteados, con intercalaciones de metagrauvas y cuarcitas. (Foto 11).



Foto 11.— Detalle de los esquistos cámbricos en las proximidades de Aldeavieja

Estructura.— Formación estratificada en capas, plegada, muy fracturada y diaclasada. Presenta un relieve alomado con pendientes medias.

Geotecnia.— El comportamiento geotécnico de este grupo es similar al descrito anteriormente, si bien las pendientes de los taludes naturales son algo más suaves. Es de destacar que los niveles de metagrauvascas son adecuados para hormigones asfálticos, existiendo en la actualidad canteras en explotación.

PIZARRAS Y ESQUISTOS DE SANTA MARIA LA REAL DE NIEVA (001c)

Litología.— Se trata de un conjunto formado por esquistos y pizarras sericíticas con tonalidades por lo general azuladas. (Foto 12).



Foto 12.— Aspectos de las pizarras sericíticas en la localidad de Pascuales.

Estructura.— Esta formación se encuentra muy fracturada y diaclasada, su plegamiento es muy acusado. Presenta un relieve, generalmente, alomado con pendientes medias y suaves.

Geotecnia.— Aunque con dificultades esta formación se podrá ripar debido a su fuerte fracturación y diaclasado.

Los taludes bajos observados son generalmente fuertes (1/1). Este talud se puede adoptar para el proyecto de desmontes, aunque la definición precisa de los taludes se debe hacer en función de las direcciones de estratificación, esquistosidad y diaclasado en relación con la de los desmontes, ya que pueden producirse caídas de bloques. El material es apto para su empleo en rellenos de tipo "todo uno". La permeabilidad es media-baja y está en función de la fracturación. El drenaje es aceptable. Constituye un buen cimiento, en general, con asientos inapreciables.

GRUPO GEOTECNICO G-8

GNESISES DEL COMPLEJO CRISTALINO (001 b)

Litología.— Formación constituída por gneises con nódulos de feldspatos bien desarrollados (tipo "Ojlo de Sapo") (Foto 13) y en general con matriz rica en minerales micáceos. En ocasiones aparecen intercalaciones de silicatos cálcicos, arenas y arcillas. (Fotos 13 y 14)



Foto 13.— Gneises tipo "Ojlo de Sapo" en las proximidades de la Cruz de Hierro

Estructura.—

Conjunto muy fracturado, diaclasado y plegado, atravesado por diques generalmente cuar-cíticos de potencias muy variables. Presenta relieve variable: desde suavemente alomado hasta pendientes fuertes en las zonas de cuesta.

Geotecnia.— Esta formación no es ripable. Los taludes naturales observados, tanto altos como bajos, son generalmente fuertes, mayores del 1/1. Se pueden proyectar desmontes con taludes 2/3 (H/V) e incluso con más pendiente, aunque su definición precisa dependerá fundamentalmente de la fracturación y diaclasado en relación con la dirección de los desmontes a realizar.



Foto 14.— Cantera abierta en la formación gneísica del "Complejo Cristalino" Detalle de un frente de silicatos cálcicos.

Este material puede emplearse en relleno tipo pedraplén. La permeabilidad es alta por fracturación y el drenaje bueno. Constituye un buen cimiento, en general, con asientos inapreciables.

GRANITOS Y GRANODIORITAS DEL COMPLEJO CRISTALINO (001a)

Litología.— Conjunto formado por granitos y granodioritas de una o dos micas, de grano variable y con frecuente desarrollo de "Lem" en algunas zonas.

Estructura.— Formación muy fracturada, diaclasada y atravesada por diques, generalmente cuarcíticos, de potencias muy variables. Presenta relieve heterogéneo; desde suavemente alomado, en ocasiones casi plano, hasta pendientes fuertes en las zonas interiores de la Sierra de Guadarrama. Es típica la disyunción bolar (Foto 15)



Foto 15.— Aspecto de la disyunción bolar en los granitos del "Complejo Cristalino"

Geotecnia.— En general necesitará explosivos, aunque en las zonas en que exista desarrollo de "lem" se podrá ripar con facilidad e incluso excavar.

Los taludes observados son fuertes, del orden de 1/1 e incluso pendientes. Se pueden proyectar desmontes con taludes 2/3 (H/V) e incluso mayores, aunque la definición precisa de éstos dependerá fundamentalmente del fuerte diaclasado en relación con la dirección de los desmontes a realizar. En las zonas con fuerte desarrollo de "lem" los taludes no serán mayores de 1/1 en desmontes bajos.

Es un buen material para relleno tipo pedraplén pudiéndose emplear también como árido de machaqueo para hormigones asfálticos y firmes en general.

La permeabilidad es alta por fisuración aunque en el "lem" lo será por porosidad. El drenaje es bueno.

Constituye esta formación un buen cimiento para terraplenes y obras de fábrica. En general los asentos serán inapreciables aunque pueden presentarse asentos importantes en zonas con desarrollo de "lem".

DIQUES (002)

Litología.— Este grupo litológico se encuentra constituido por diques de cuarzo blancos extruidos a favor de la fracturación.

Estructura.— Esta formación se encuentra muy fracturada y diaclasada, manifestando el mismo grado que la roca "caja" (001b) y (001a).

Geotecnia.— El comportamiento geotécnico de este grupo es similar al descrito en los grupos (001b) y (001a).

BRECHA TECTONICA (300)

Litología.— Formación de origen tectónico constituida por cantos cuarcíticos, generalmente muy angulosos, cementados por arenas y arcillas. El conjunto presenta tonalidades blanco—rojizas.

Estructura.— Esta formación cuyo desarrollo espacial es muy reducido, no presenta estructura definida.

Geotecnia.— Formación no ripable. Los taludes naturales observados son generalmente fuertes, 1/1, sin que se aprecien desprendimientos.

En desmontes bajos se podrán construir taludes 2/1 (H/V). Su permeabilidad es baja y el drenaje superficial aceptable, ya que la topografía es favorable.

Constituye un buen material como cimientos en obras de tierra y fábrica. Los asentos serán inapreciables.

3.1.4 Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona.

Los problemas de tipo geotécnico que puedan influir apreciablemente en el trazado de vías de comunicación se pueden resumir de la siguiente forma:

- a) Excavación difícil, necesariamente con explosivos en todos los materiales paleozoicos e incluso en los del Cretácico Superior.
- b) Fuerte diaclasado en todos los materiales paleozoicos, lo que obligará a taludes de desmontes relativamente suaves y dará lugar a desprendimientos de cuñas y bloques rocosos. Esto obligará a un cuidadoso y detallado estudio de cada talud y a la utilización de técnicas especiales de excavación.
- c) Existencia de ligera erosión diferencial en la formación calco—margosa del Cretácico Superior con algún riesgo de caída de bloques de los niveles duros.
- d) Riesgo de socavación, no muy importante, en las cercanías de los cauces de agua.
- e) Mal drenaje y pequeña capacidad portante de la formación aluvio—eluvial.

3.2 ZONA 2: EL BORDE MERIDIONAL DE LA MESETA NORTE CASTELLANA

3.2.1 Geomorfología y tectónica

La presente Zona (Fig 8) constituye una amplia región, muy homogénea, formada en su totalidad por materiales terciarios (miocenos y oligocenos) y depósitos cuaternarios. Los primeros, constituidos por sedimentos arcósicos y los segundos por materiales, fundamentalmente, de origen fluvial (terrazas, aluviones, etc).

La altura topográfica de la Zona es muy uniforme y se mantiene entre 850 y 1.060 m, alcanzando la altura mayor, en las proximidades de la Sierra de Guadarrama.

Desde el punto de vista geomorfológico, esta Zona presenta pocos rasgos importantes que merezcan ser destacados. En líneas generales es una región relativamente llana, surcada por tres ríos de relativa importancia (Moros, Eresma y Voltoya) que dan lugar, por regla general, a valles asimétricos (Foto 16) con depósitos de terrazas en ambas márgenes, aunque más desarrolladas en las zonas más amplias de valle.

Entre los terrenos cuaternarios, además de los depósitos fluviales, existen, en gran cantidad, depósitos tipo "Raña", situados en zonas altas. Estos materiales, enlazan lateralmente con los depósitos aluviales más bajos (terrazas).

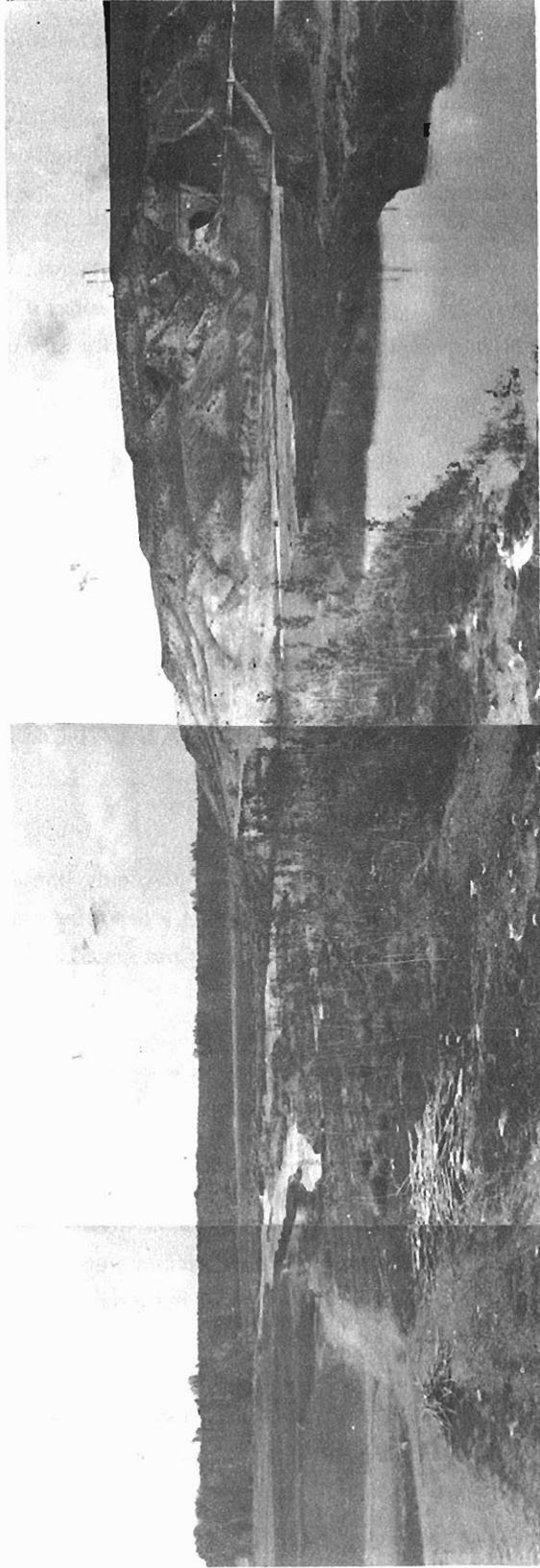
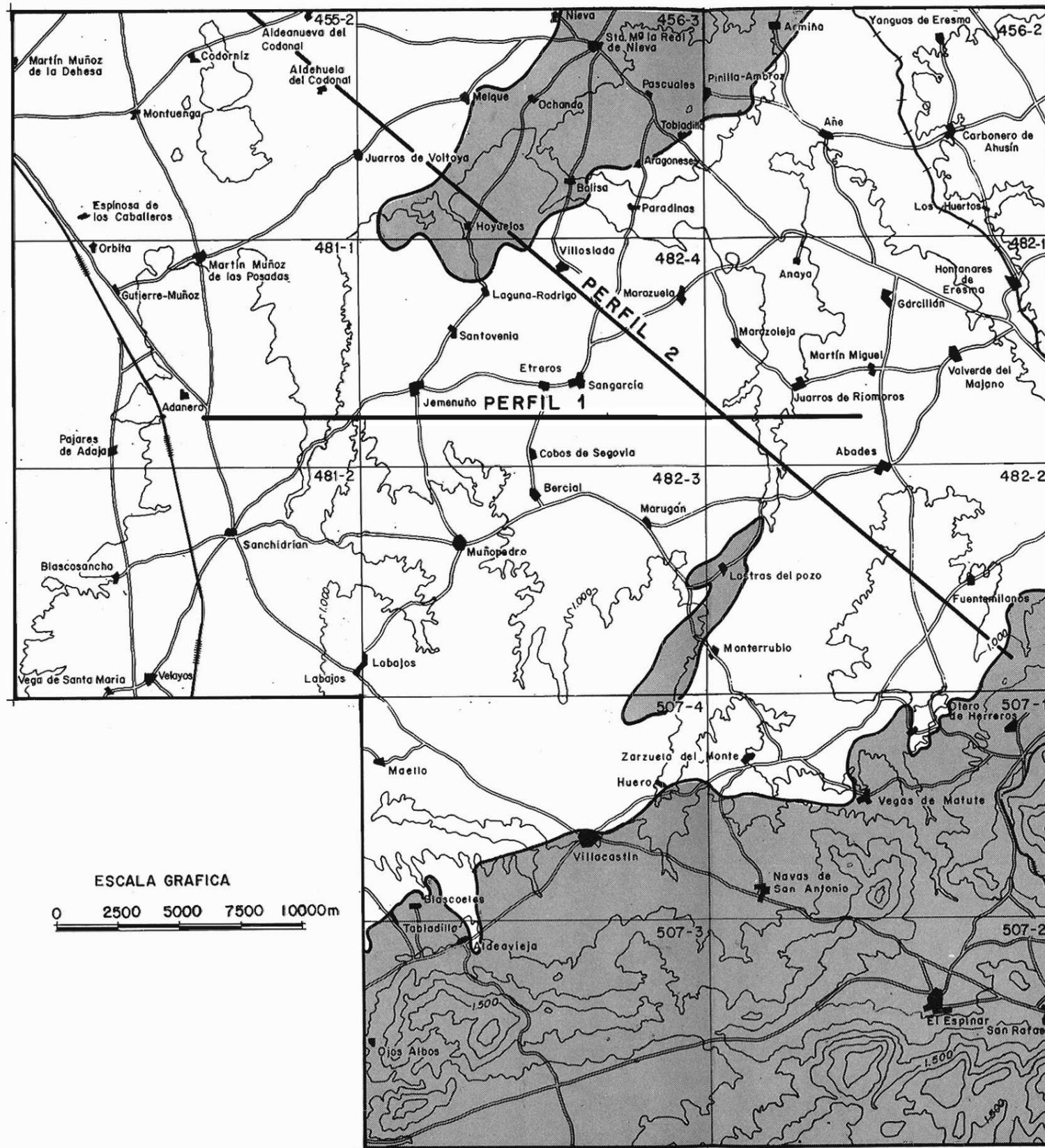


Foto 16.— Río Eresma en las proximidades de Carbonero de Ahusín. Ejemplo típico de valle asimétrico



ESQUEMA Y SITUACION DE LA ZONA 2 Y DE LOS PERFILES GEOMORFOLOGICOS.

FIG. 8

Las formaciones terciarias presentan una morfología típica de penillanura caracterizándose por relieves planos dispuestos en graderíos abarrancados espaciadamente (Foto 17) (Fig. 9).

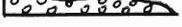
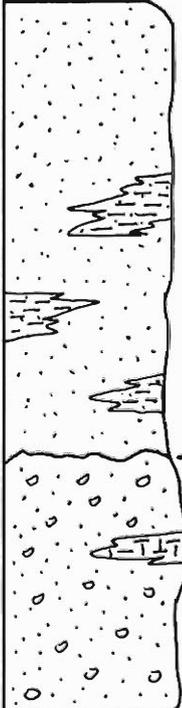


Foto 17.-- Abarracamiento típico en los depósitos arcóscicos miocenos, en las proximidades de Hontanares de Eresma.

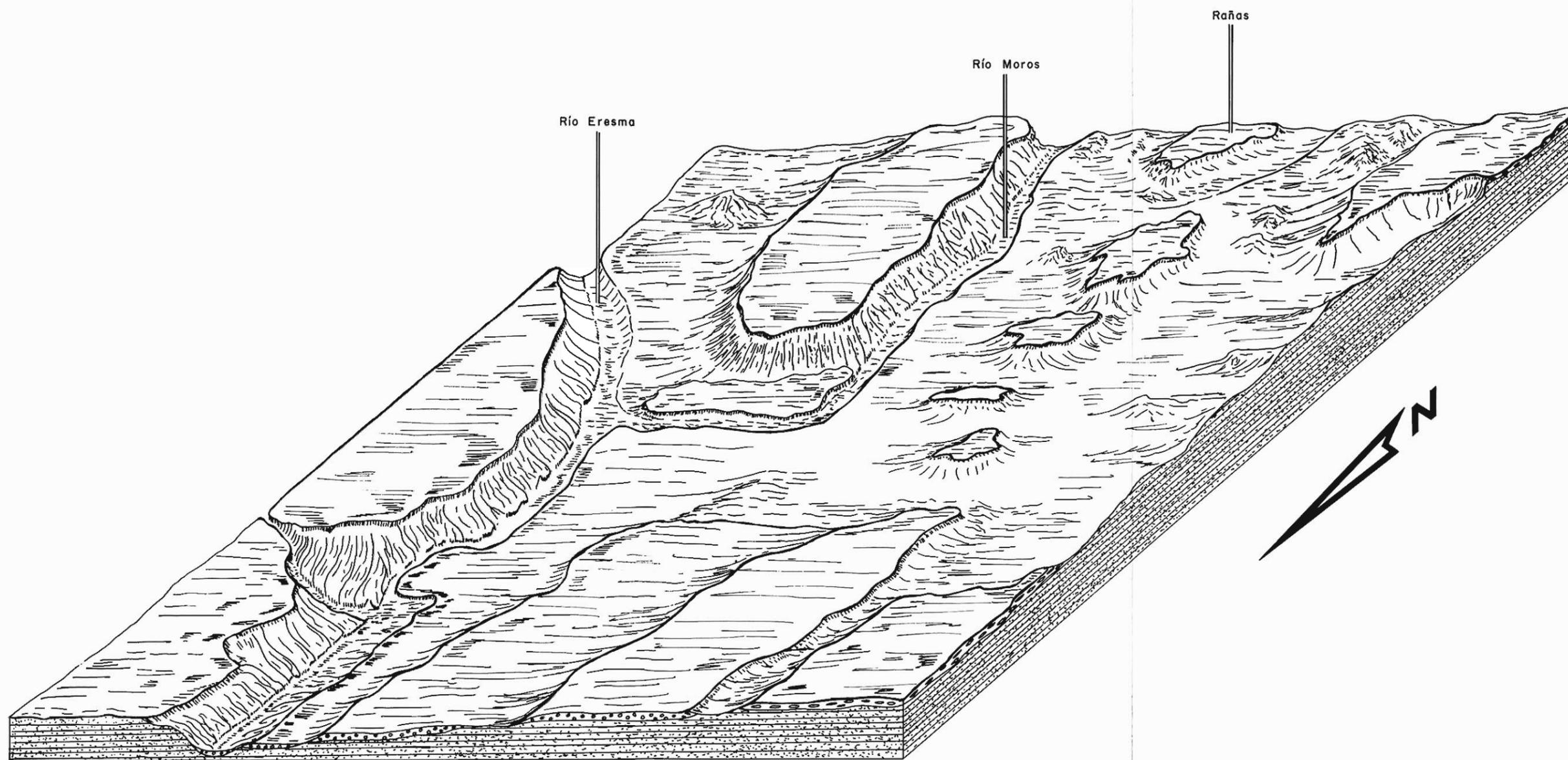
Como puede observarse en la Fig. 10 no existe rasgo tectónico importante en toda la Zona que estamos describiendo, con la salvedad de los depósitos oligocenos y cretácicos que presentan una tectónica más acusada.

Los depósitos arcóscicos miocenos se presentan discordantes sobre el Oligoceno y en disposición preferentemente horizontal.

3.2.2 COLUMNA ESTRATIGRAFICA

COLUMNA LITOLOGICA	GRUPOS GEOTECNICOS	GRUPOS LITOLOGICOS	DESCRIPCION	CRONO-ESTRATIGRAFIA
	G-1	Av	Aluvio-eluvial de arcillas, arenas y limos (zonas de mal drenaje).	} CUATERNARIO
		A	Aluviales de arenas y limos, gravas calcáreas y gneisicas.	
	G-2	T	Terrazas constituidas por arenas cuarcíferas con escaso contenido en gravas. Potencia aproximada de 0,5-3m.	} PLIO-CUATERNARIO
		350a	Raña de cantos cuarcíticos angulosos de tamaños comprendidos entre 5 y 15 cms. Potencia aproximada de 1-4m.	
	G-3	321	Arenas arcósicas groseras de tonos rojos, blancos y amarillentos con intercalaciones de niveles arcillosos y de cantos cuarcíticos de 2-3 cms. Potencia aproximada de 80-120 m.	TORTONIENSE MIOCENO
			-DISCORDANCIA	
		313	Arenas arcósicas, margas arenosas de tonos rosados y conglomerados de cantos poligénicos. Potencia aproximada 20-60 m.	OLIGOCENO TERTIARIO

BLOQUE DIAGRAMA DE LA ZONA 2
BORDE MERIDIONAL DE LA MESETA NORTE



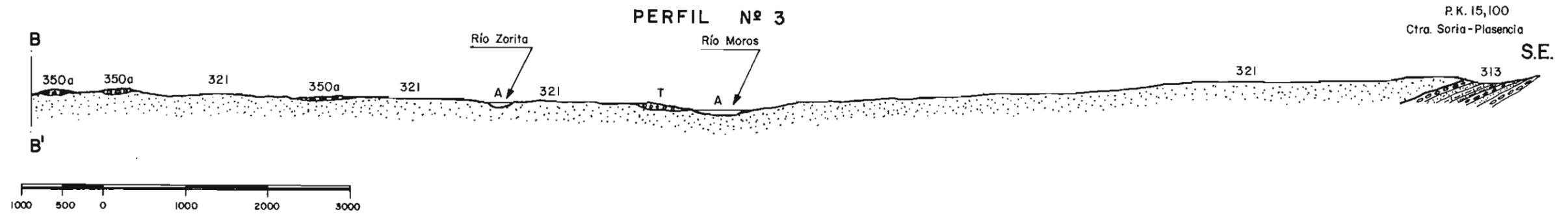
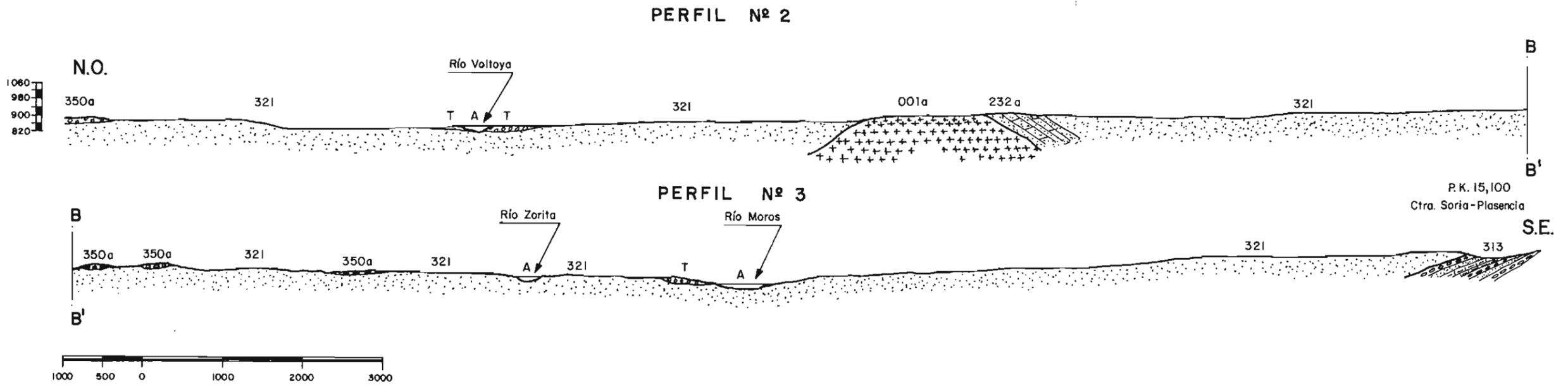
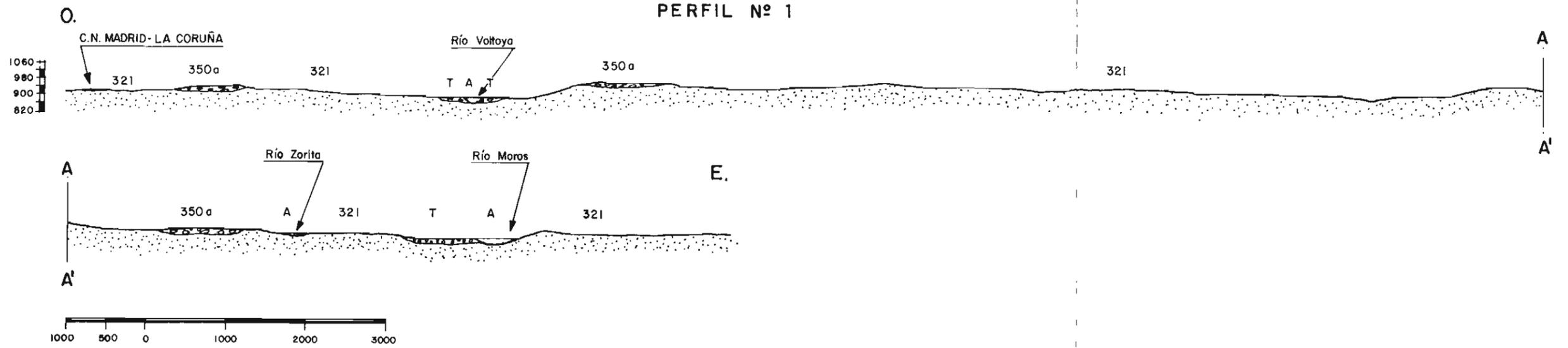
LEYENDA

- | | | |
|-------------------------------|---|-----------------------|
| CUATERNARIO Y PLIOCUATERNARIO |  | Terrazas y Rañas. |
| MIOCENO SUPERIOR |  | Depósitos arcóscicos. |

FIG.9

PERFILES GEOMORFOLOGICOS DE LA ZONA 2

ESCALAS $\left\{ \begin{array}{l} H=1:50.000 \\ V=1:20.000 \end{array} \right.$



LEYENDA

CUATERNARIO		A. Aluviales.
		T. Terrazas.
PLIOCUATERNARIO		350a. Rañas.
MIOCENO		321 Arenas arcósicas.
OLIGOCENO		313 Conglomerados, arenas y margas.
CRETACICO SUPERIOR		232a. Areniscas y calcarenitas.
COMPLEJO IGNEO Y METAMORFICO		001a Granitos y granodioritas.

FIG. 10

3.2.3 Grupos Geotécnicos

Se describen a continuación los diferentes grupos geotécnicos diferenciados en la presente Zona 2 y que quedan insertos en la columna estratigráfica del apartado 3.2.2.

Respecto a esta columna hay que hacer constar que la disposición de los grupos litológicos de edad cuaternaria es convencional y no guardan entre ellos interrelación cronoestratigráfica alguna.

GRUPO GEOTECNICO G-1

DEPOSITOS ALUVIO-ELUVIALES (AV) (Zonas de mal drenaje)

Litología.— Las características litológicas de esta formación son similares a las descritas en el apartado 3.1.3. de la Zona 1.

Estructura.— También similar a la descrita en el apartado 3.1.3. de la Zona 1 (Foto 2).

Geotecnia.— Características geotécnicas igualmente similares a las descritas en el apartado 3.1.3. de la Zona 1.

ALUVIALES (A)

Litología.— Esta formación presenta características similares a las descritas en el apartado 3.1.3. de la Zona 1.

Estructura.— Esta formación no tiene estructura definida, y es de características similares a las descritas en el apartado 3.1.3. de la Zona 1.

Geotecnia.— Las características geotécnicas son similares a las descritas en el apartado 3.1.3. de la Zona 1.

GRUPO GEOTECNICO G-2

TERRAZAS (T)

Litología.— Se trata de una formación de origen aluvial constituida por arenas cuarcíticas y gravas poligénicas redondeadas o subredondeadas, de tamaños muy variables.

Estructura.— Esta formación se encuentra en disposición horizontal en superficie y en los distintos niveles de arenas y gravas que la forman. (Foto 18).



Foto 18.— Explotación de las terrazas del río Moros en las proximidades de Abades.

Geotecnia.— El comportamiento geotécnico de esta formación es similar al grupo A (Aluviales) y al descrito en la Zona 1. Las únicas diferencias pueden radicar en que el drenaje profundo se verá favorecido por estar el nivel freático más alejado de la superficie. Otra diferencia es la no existencia de problemas de socavación.

RAÑA (350a)

Litología.— Conjunto formado por cantos cuarcíticos débilmente cementados por arenas arcósicas. (Foto 19).



Estructura.— Esta formación presenta disposición horizontal y ocupa las partes altas de la mayoría de los cerros con estructura plana.

Foto 19.— Aspecto de los depósitos de raña sobre el Mioceno- Fotografía tomada en la carretera de Jemenuño a Sanchidrian.

Geotecnia.— El comportamiento de este grupo es similar al del grupo 350b. La permeabilidad llega a ser alta debido a la existencia de matriz arenosa. Este material se puede emplear para capas seleccionadas en obras de tierra e incluso, con clasificación previa, como áridos para hormigones.

GRUPO GEOTECNICO G-3

ARENAS ARCOSICAS DE LA MESETA (231)

Litología.— Formación de arenas arcósicas, generalmente groseras, de tonos blancos, rojos y amarillentos, con intercalaciones de niveles arcillosos y lechos de pequeños cantos cuarcíticos (2-3 cm). (Foto 20).

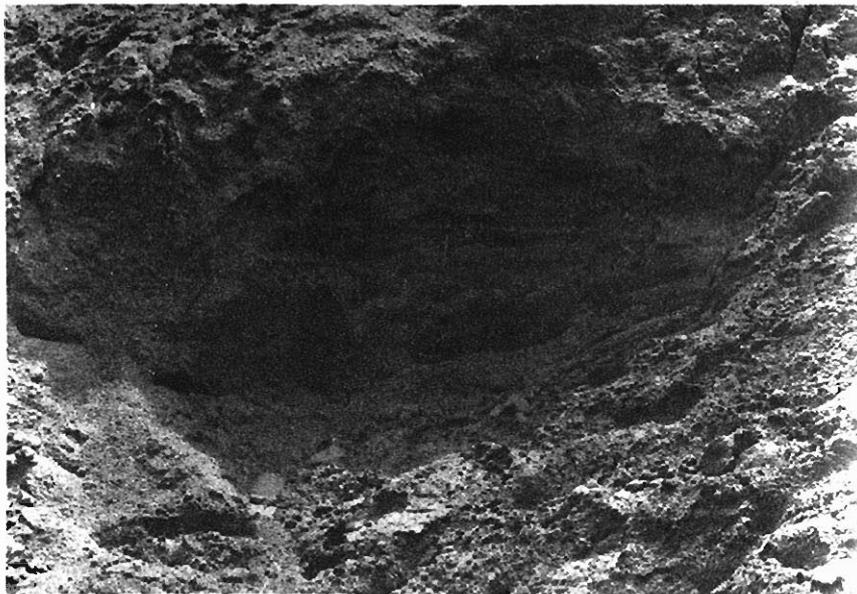


Foto 20.— Detalle de las arenas arcósicas miocenas, en las proximidades de Añe

Estructura.— Constituída por bancos, capas y lechos con estratificación difusa y sensiblemente horizontal.

Geotecnia.— Formación fácilmente excavable. Los taludes naturales son muy suaves 3/1 (H/V), aunque en algunos se observan pendientes superiores.

Los taludes artificiales bajos se conservan aceptablemente con pendientes 1/1, pudiéndose emplear este tipo de talud para desmontes bajos. En desmontes mayores es aconsejable el talud 3/2 (H/V). (Foto 21).

Este material es susceptible de erosión y abarrancamiento. Constituye un buen material para obras de tierra, siendo su permeabilidad alta y el drenaje bueno. Constituye un buen cimiento y los asientos serán pequeños.



Foto 21.— Talud artificial, bien conservado. Sobre los depósitos arcóicos miocenos (321)

FORMACION DETRITICO—MARGOSA DEL OLIGOCENO (313)

Litología.— Formación constituída por niveles de conglomerados poligénicos, arenas y margas arenosas de tonalidades claras.

Estructura.— Esta formación se encuentra estratificada en capas con buzamientos suaves hacia el interior de la cuenca, aunque no plegada (Foto 22).

Geotecnia.— El conjunto será ripable en general aunque los niveles conglomeráticos pueden presentar problemas. Los taludes naturales son suaves 2/1 (H/V) pudiendo presentar mayores pendientes en zonas abarrancadas.

Existen taludes artificiales con pendientes 3/2 (H/V) y aún mayores aunque presentan problemas de conservación.

Se recomiendan taludes 3/2 (H/V) para desmontes. Se pueden presentar fenómenos de abarrancamiento y erosión que pueden dar lugar a desprendimientos de niveles duros por erosión diferencial.

Este material se puede emplear para obras de tierra. En general la permeabilidad es media y el drenaje aceptable. Esta formación constituye un buen cimientó para terraplenes y obras de fábrica, siendo los asientos reducidos.

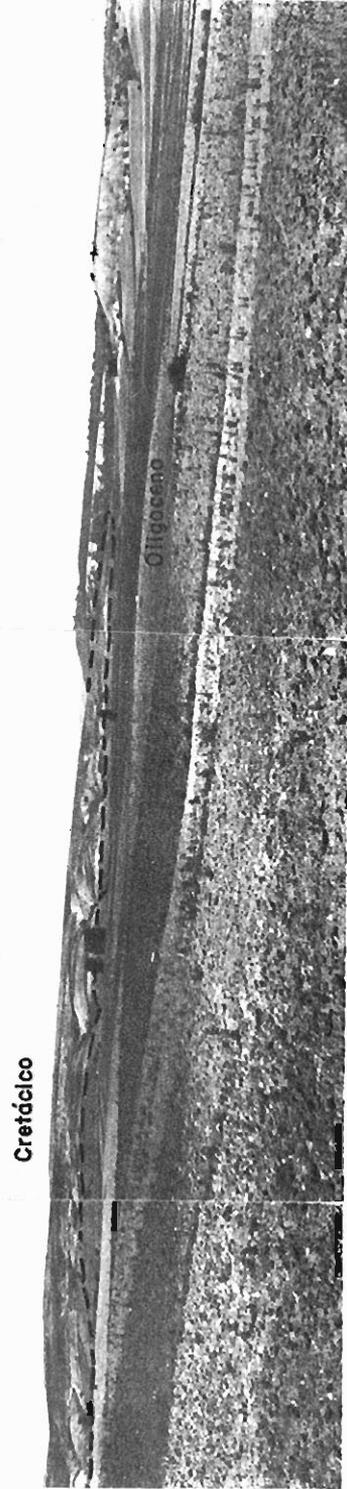


Foto 22.— Vista general del Oligoceno y Cretácico Superior en Valdeprados. El plegamiento del Cretácico contrasta con el suave buzamiento del oligoceno.

3.2.4. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona

Los problemas de tipo geotécnico que pueden influir de forma importante en el trazado de vías de comunicación se puede resumir en:

- a) Problemas de abarrancamiento en las formaciones (321) de arenas arcósicas (Mioceno) y en la detrítica margosa (313) (Oligoceno) además pueden producirse fenómenos de erosión diferencial dando lugar al descalce y posterior caída de bloques en los niveles duros.
- b) Puede existir algún riesgo de socavación en las cercanías de cauces de agua.
- c) En los materiales aluvio-eluviales existirán problemas de mal drenaje y una densidad baja.

4.— CONCLUSIONES

4.1 RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS

El Tramo no presenta problemas geotécnicos especialmente significativos.

El problema más importante, no por su gravedad sino por la frecuencia con la que aparece y por el elevado coste que puede suponer en la construcción de vías de comunicación, consiste en la existencia de materiales rocosos, que harán ineludible el empleo de explosivos en las excavaciones que se realicen. Estos materiales presentan además un diaclasado muy marcado y frecuente, por lo que los taludes de estos materiales tendrán que estudiarse cuidadosamente uno a uno, analizando la relación entre dirección y buzamiento de la fracturación y la orientación de los taludes proyectados, y así determinar la posibilidad de formación de cuñas.

Los demás problemas geotécnicos son de pequeña entidad; así, existen terrenos poco consolidados y con mal drenaje (suelos aluvio—eluviales) pero su extensión y profundidad son escasas; también existen ligeros fenómenos de abarrancamiento en la formación de arenas arcóscicas del Mioceno y en la detrítica margosa del Oligoceno en la que, además existe algún riesgo de caída de bloques de los niveles duros por erosión diferencial en los niveles blandos. Este mismo fenómeno se puede producir en la formación calco—margosa del Cretácico Superior, pero en ningún caso supondrá un serio problema.

Los ríos presentan poco poder erosivo por lo que los riesgos de socavación son reducidos.

4.2 RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRAFICOS

Antes de especificar los posibles problemas que se refieren a la topografía, sería necesario recalcar las características geomorfológicas que presenta el área de este "Estudio".

El desarrollo de una morfología acusada, como la aparición de relieves planos, va ligado de una forma muy directa con la litología y la estructura. Por consiguiente la topografía viene de igual forma condicionada, por estos factores.

En el "Estudio" destacan dos problemas topográficos a la hora de prever futuros corredores

para vías de comunicación.

El primero de ellos es la barrera natural que presenta la Sierra de Guadarrama. Hoy día existen numerosas vías de comunicación que atraviesan dicho "Sistema" pero es fácil observar lo costoso de estas obras públicas, debido fundamentalmente a la agresividad del terreno y a otros factores intrínsecos a él (dureza, estabilidad en desmontes, etc.).

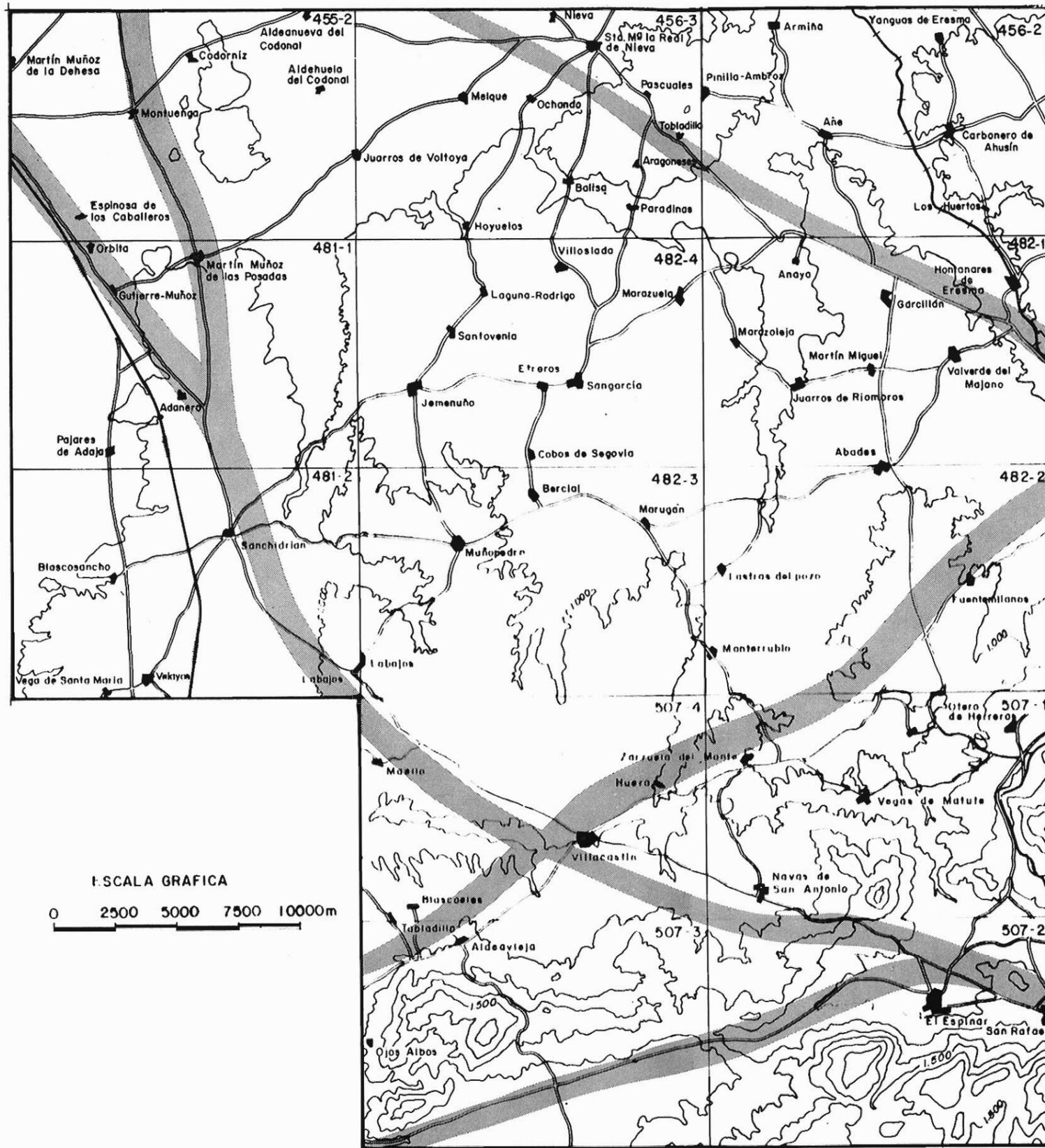
El segundo problema topográfico que puede ser considerado de importancia puede ser el abarrancamiento intenso que aparece en las formaciones neógenas de la Meseta (321 y 313). Aunque la mayoría del terreno se mantiene en una monótona horizontalidad, esporádicamente aparecen valles encajados y barrancos disimétricos que pueden producir serios problemas a la hora de trazar vías de comunicación.

4.3 CORREDORES DE TRAZADOS SUGERIDOS

La característica de la zona que influye de forma más importante en la planificación de corredores de vías de comunicación es la topografía. Esta es bastante abrupta en el sector Sur (Sierra de Guadarrama) del Tramo en estudio. Sin embargo se pueden encontrar corredores en los que la topografía no sea muy desfavorable para el trazado de modernas vías de comunicación. En este sentido la autopista de peaje Villalba--Villacastfn--Adanero discurre por una zona sin excesivas dificultades.

En el resto del Tramo, la topografía es muy suave y permite múltiples alternativas para corredores de tráfico (Fig. 11).

En el esquema adjunto se recogen algunas de estas alternativas teniendo en cuenta la necesidad de comunicación entre los núcleos importantes de población.



ESQUEMA DE CORREDORES SUGERIDOS

FIG.11

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

5.— ESTUDIO DE YACIMIENTOS

5.1 CANTERAS

Analizando la columna litoestratigráfica general del Tramo (Fig. 2) se observan los siguientes materiales aptos para ser explotados como áridos de machaqueo.

Granitos.— No existen explotaciones generalizadas de este material, únicamente pequeños frentes de cantera diseminados por toda la zona de estudio

Este material está ampliamente representado en toda la zona y más especialmente en la Hoja núm. 507 (EL ESPINAR).

Grauvacas.— Constituyen un material óptimo para árido de machaqueo y su localización se reduce a una serie de cerros próximos a Aldeavieja (Hoja 507, cuadrante 3).

En la actualidad este material es objeto de explotación obteniéndose árido de trituración mediante una planta de machaqueo instalada en la propia cantera, cuyas coordenadas son las siguientes:

Latitud: 40° 43' 50''

Longitud: 0° 46' 45''

Cuarcitas.— Constituyen también un buen material para árido de machaqueo. En la actualidad no existe ninguna cantera abierta en esta formación, debido principalmente a que sus afloramientos se encuentran próximos a los de grauvacas, que reúnen mayores facilidades de explotación por presentar una topografía más suave y mejor proximidad a las principales vías de comunicación.

Silicatos cálcicos.— Las rocas de silicatos cálcicos, que aparecen incluidas en la formación gnefísica constituyen también un buen material para ser explotado como árido de machaqueo. Con este fin se abrió una cantera, que se encuentra actualmente en explotación, en las proximidades de los Angeles de San Rafael, al borde de la carretera que conduce desde Vegas de Matute a Otero de Herreros, en la Hoja topográfica núm. 507 (EL ESPINAR), (Foto 14). Sus coordenadas son las siguientes:

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

Latitud: 40° 47' 45"

Longitud: 0° 33' 35"

Por último, el conjunto de los materiales calcáreos, aunque presenten potencias y extensión importantes, no constituyen material apto para explotación, ya que se trata principalmente de calcarenitas y calizas margosas. Únicamente podrán ser objeto de explotación algunos niveles más recristalizados, pero el volumen de material en este caso sería muy reducido.

5.2 GRAVERAS Y ARENEROS

Pueden ser objeto de explotación los aluviales y terrazas de los ríos Voltoya, Moros y Eresma principalmente, pero debido a que el contenido en arenas es muy elevado, los yacimientos deben ser considerados más como areneros que como graveras. En este sentido existe actualmente una importante explotación en el aluvial y terrazas del río Moros próxima a la carretera que une la localidad de Marugan con la de Abades. (Foto 18). Sus coordenadas son las siguientes:

Latitud: 40° 54' 10"

Longitud: 0° 38' 39"



Foto 23.— Depósitos de raña en las proximidades de Añe.

Como graveras propiamente dichas pueden ser explotados los depósitos de "Raña" del Pliocuaternario, (Fotos 19 y 23) (Figs. 9 y 12). Localizadas principalmente en las hojas topográficas números 481, 482, 455 y 456. El desarrollo lateral de estos depósitos es amplio pero presentan el inconveniente de su escasa potencia (< 3 m) (Foto 19).

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

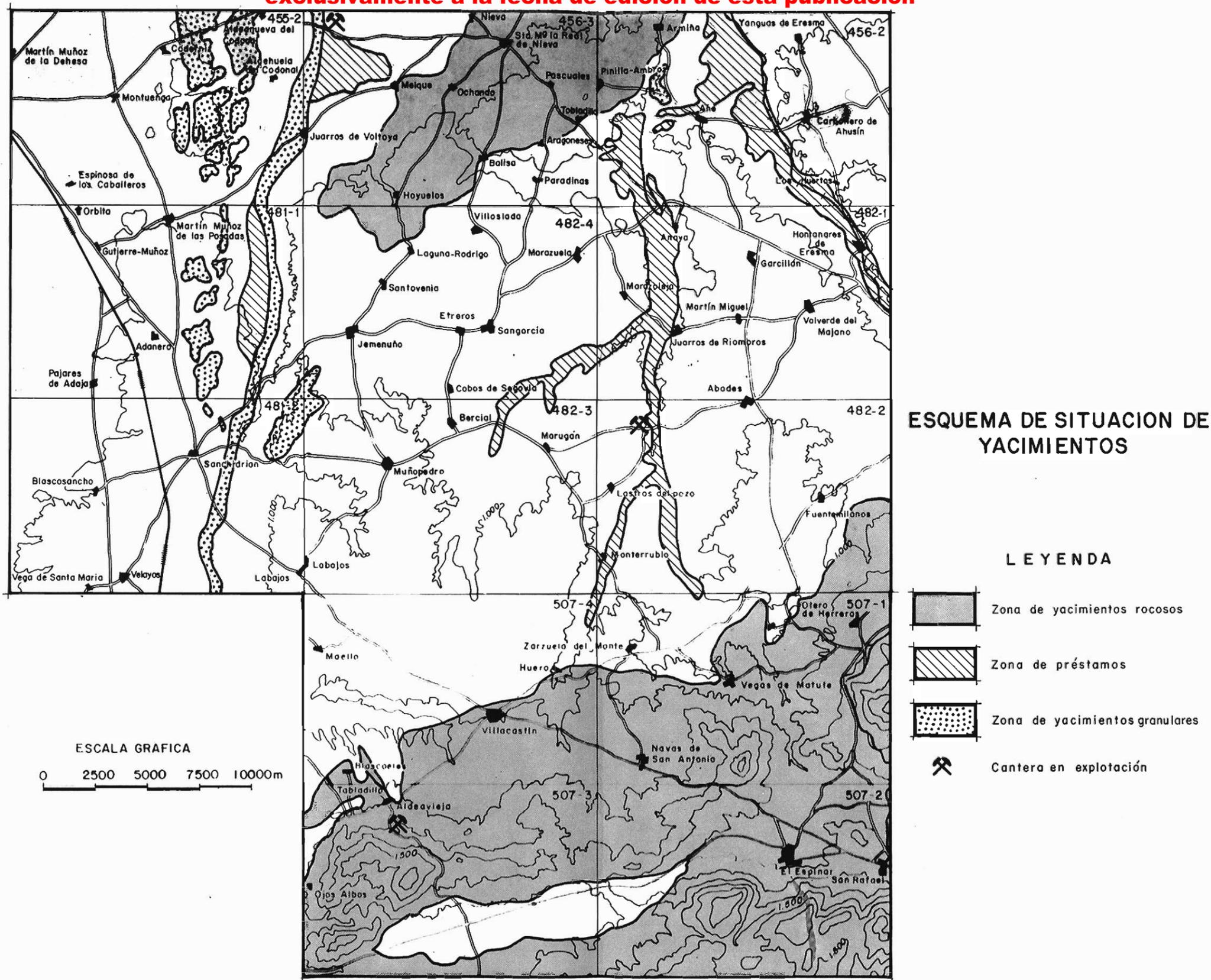


FIG. 12

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

Igualmente es susceptible de explotación el grupo 350b en las proximidades de la localidad de Ojos Albos, en la Hoja topográfica núm. 507, cuadrante 3, (EL ESPINAR). (Foto 3).

5.3 PRETAMOS

Como tal se han de considerar los materiales susceptibles de empleo en obras de tierra. Son muy abundantes en toda la zona de estudio, ya que pueden ser empleados todos los materiales cuaternarios (aluviales, terrazas, coluvión, etc), pliocuaternarios (Rañas) y terciarios (arenas arcólicas del Mioceno y Oligoceno).

6.— BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- Capote, R, 1973.— Estudio Geoestructural de los Afloramientos Metamórficos del norte de la provincia de Avila. Bol. Geol. y Minero.Tomo 84, Fascículo VI. I.G.M.E.
- Jimenez Salas, S.A. y Alpañes, J., 1971.— Geotecnia y Cimientos.
- Langeford, H., 1970.— "The Modern Technique of Rock Blasting" John Wiles and Sons.
- I.G.M.E.— Mapa Geológico de España 1:200.000. Hoja de Salamanca núm. 37. Madrid.
- I.G.M.E.— Mapa Geológico de España 1:200.000. Hoja de Segovia núm. 38. Madrid.
- SOLE SABARIS, L., 1959.— Geografía de España y Portugal.

MAPA LITOLOGICO - ESTRUCTURAL

ESCALA 1:50.000

GRUPOS LITOLOGICOS

CUATERNARIO

AV Aluvio-eluviol de arenas finas, arcillas y limos. Conjunto masivo en disposici6n marcadamente horizontal, dep6sitos de cuavos colmatados. Formaci6n excavable, taludes artificiales en excavaci6n del orden 3/2 (H/V); permeabilidad alta, drenaje deficiente por niveles freaticos altos, material apto en obras de tierra, previa clasificaci6n, pueden presentar fen6menos de socavaci6n. (Potencia aprox. 0,50-4 m.).

350a Aluvial de arenas cuarciferas y gravas polig6nicas fundamentalmente cuarciferas. Conjunto masivo, ocupan la red hidrogr6fica actual. Formaci6n excavable, taludes artificiales recomendados del orden 3/2 (H/V); permeabilidad alta, drenaje deficiente por niveles freaticos altos, material apto en obras de tierra, previa clasificaci6n, pueden presentar fen6menos de socavaci6n. (Potencia aprox. 0,5-5 m.).

350 Formaci6n de terrazas de arenas cuarciferas y gravas polig6nicas redondeadas o subredondeadas, heterom6rficas. Conjunto masivo. Mortal6glo plano. Formaci6n excavable, taludes artificiales recomendados 3/2 (H/V); permeabilidad alta, drenaje superficial y profundo aceptable, material apto en obras de tierra. (Potencia aprox. 0,5-4 m.).

PLIOCUATERNARIO

300 Ra6a. Conjunto formado por cantos cuarciferos englobados dentro de una matriz arc6sica. Conjunto horizontal, Mortal6glo plano. Formaci6n excavable, taludes observados del orden 1/1 (H/V); permeabilidad media o baja, drenaje superficial y profundo aceptable, material apto en obras de tierra, competente en obras de fabrica, buen empleo para d6rido de hormig6n, previa selecci6n. (Potencia aprox. 1-4 m.).

GRUPO DETRITICO

321 Arenas arc6sicas, generalmente gruesas, con niveles arcillosos y lechos de cantos cuarciferos. Conjunto horizontal, estratificaci6n en capas y lechos difusos. Relieve plano, aborronado. Formaci6n excavable, taludes naturales del orden 3/1 (H/V), taludes artificiales del orden 1/1 (H/V) en desmontes bajos y 3/2 (H/V) en desmontes mayores, permeabilidad alta y drenaje bueno, apto para obras de tierra, previsible erosi6n y aborronamiento. - [MIOCENO SUPERIOR. Potencia aprox. 80-120m].

300 Formaci6n de origen tect6nico constituida por cantos cuarciferos angulosos, cementados por arenas y arcillas, el conjunto presenta tonalidades blanco-rosas. Conjunto masivo. Relieve aborronado. Formaci6n no ripable, taludes naturales 1/1 (H/V), taludes artificiales recomendados 2/3 (H/V); permeabilidad baja y drenaje superficial aceptable por topografia, buen material como cemento en obras de fabrica. - [CRETACICO SUPERIOR - TERCARIO INFERIOR? Potencia aprox. 5-30m].

300 Formaci6n constituida por arenas versicolores con cantos cuarciferos y gravas blancas, verdes y azules. Conjunto plegado, con estratificaci6n difusa. Relieve de cuevas. Formaci6n excavable, taludes observados en desmontes pequenos, 1/1 (H/V) con desprendimientos, taludes recomendados 3/2 (H/V); permeabilidad buena, drenaje profundo y superficial aceptable, buen cemento para terraplenes y obras de fabrica. - [ALBENSE - CENOMANENSE. Potencia aprox. 10-90 m.].

GRUPO CALCO DETRITICO

232a Areniscas y calcarenitas oquerosas de tonos ocres. Conjunto plegado y fracturado, estratificaci6n en capas bien definidas. Relieve de cuevas. Formaci6n no ripable, uso de explosivos, los taludes artificiales observados presentan deslizamientos en zonas de estratificaci6n desfavorable; permeabilidad alta, drenaje bueno en general, buen cemento para terraplenes y obras de fabrica, asientos inapreciables. - [CENOMANENSE - TURONENSE. Potencia aprox. 15-40m.].

GRUPO METAMORFICO

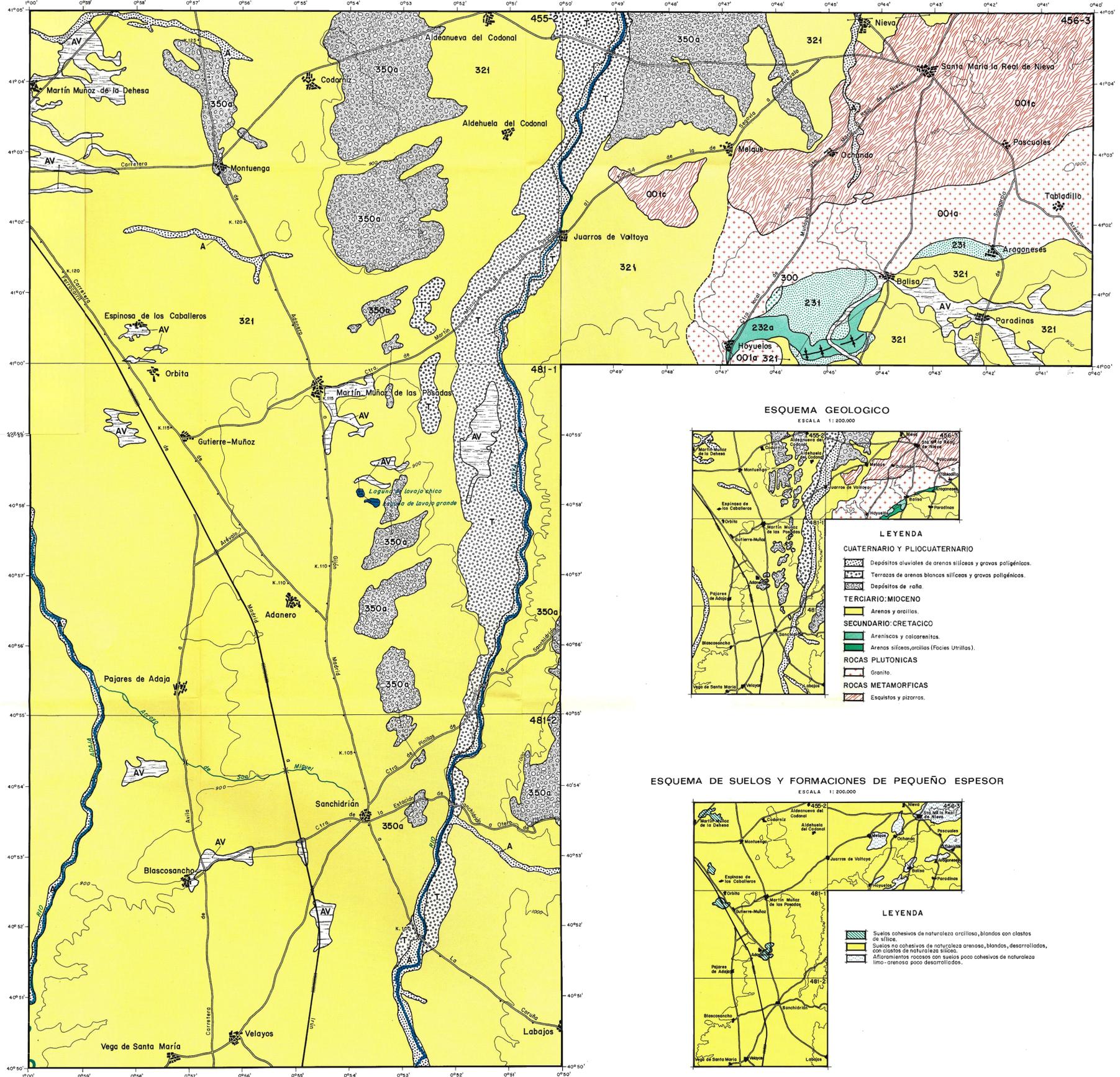
001a Esquistos y pizarras seraficitas azules. Conjunto plegado y fracturado. Relieve aborronado, pendientes medias. Formaci6n ripable por fracturaci6n y diaclasado, taludes observados 1/1 (H/V), taludes recomendados en funci6n del diaclasado, pudiendo ser fuertes permeabilidad media o baja, drenaje aceptable por fracturaci6n, buen cemento en terraplenes y obras de fabrica, asientos inapreciables. - [CAMBRICO - PRECAMBRICO. Potencia aprox. sin estimar.].

GRUPO IGNEO

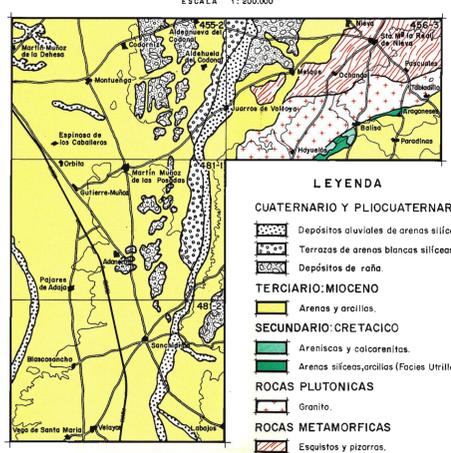
001a Esquistos grises azules con intercalaciones centim6tricas de cuarcitas claras. Conjunto muy plegado y fracturado. Relieve fuerte con pendientes pronunciadas. Formaci6n no ripable, uso de explosivos, taludes observados suaves 2/1 (H/V), taludes recomendados 1/1 (H/V); permeabilidad media, drenaje tanto superficial como profundo bueno y buen cemento para terraplenes y obras de fabrica, asientos inapreciables. - [CAMBRICO - ORDOVICICO. Potencia aprox. sin estimar.].

SIMBOLOGIA

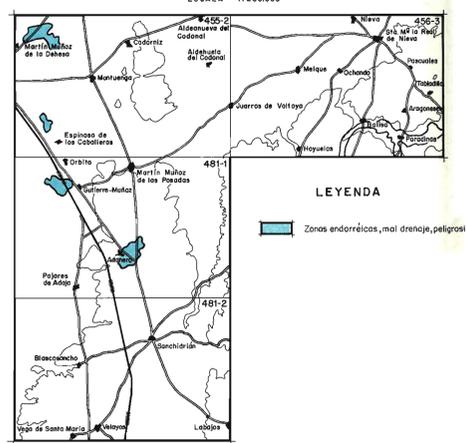
--- Contacto difuso.
 --- Contacto entre formaciones.
 S Sinclinal.



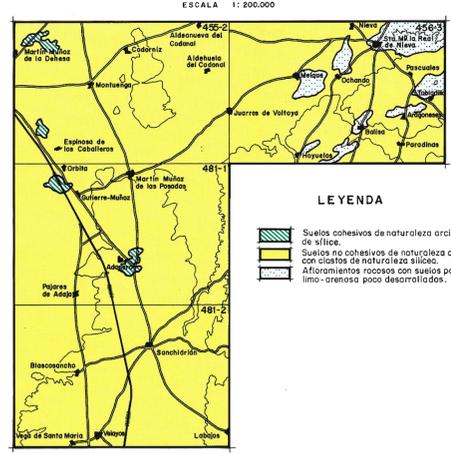
ESQUEMA GEOLOGICO



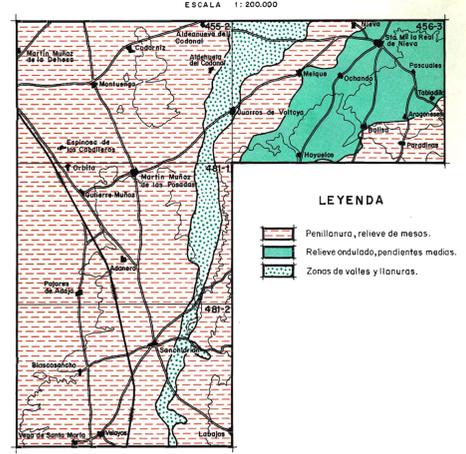
ESQUEMA GEOTECNICO



ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR

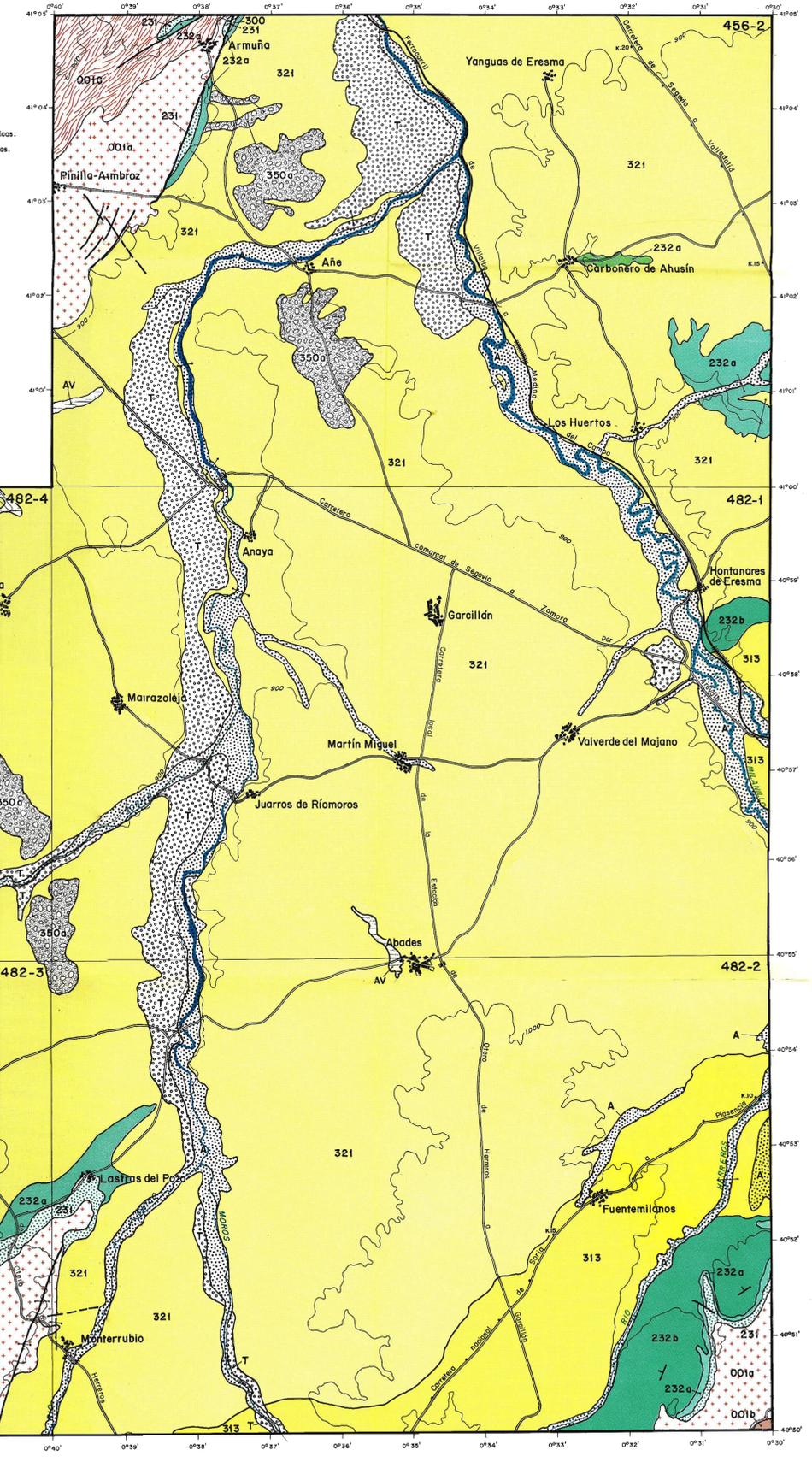


ESQUEMA MORFOLOGICO



MAPA LITOLOGICO - ESTRUCTURAL

ESCALA 1:50.000

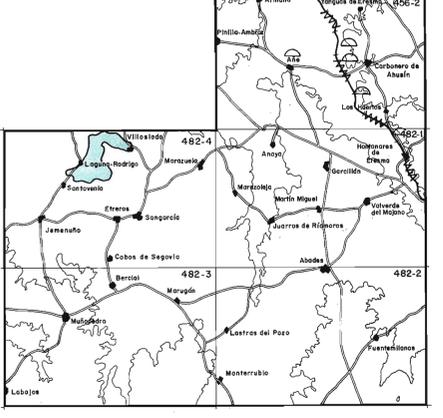


GRUPOS LITOLOGICOS

- CUATERNARIO**
- AV: Aluvios-eluviales de arenas finas, arcillas y limas. Conjunto masivo en disposición marcadamente horizontal, depósitos de coque colmatados. Formación excavable, taludes artificiales recomendados del orden 2/1 (H/V); permeabilidad baja, drenaje superficial y profundo deficiente, se puede emplear como núcleo de terrapienes. (Potencia aprox. 0,50-4 m.)
 - 001a: Aluvial de arenas cuarcíferas y gravas poligénicas fundamentalmente cuarcíticas. Conjunto masivo, ocupan la red hidrográfica actual. Formación excavable, taludes artificiales recomendados del orden 3/2 (H/V); permeabilidad alta, drenaje deficiente por niveles freáticos altos, material apto en obras de tierra, previa clasificación, pueden presentar fenómenos de socavación. (Potencia aprox. 0,5-5 m.)
 - 232a: Formación de terrazas de arenas cuarcíferas y gravas poligénicas redondeadas o subredondeadas, heterométricas. Conjunto masivo. Morfología plana. Formación excavable, taludes artificiales recomendados 3/2 (H/V); permeabilidad alta, drenaje superficial y profundo aceptable, material apto en obras de tierra. (Potencia aprox. 0,5-4 m.)
- PLIOCUATERNARIO**
- 321: Roca: Conjunto formado por cantos cuarcíticos englobados dentro de una matriz arcillosa. Conjunto horizontal. Morfología plana. Formación excavable, taludes observados del orden 1/1 (H/V); permeabilidad media a baja, drenaje superficial y profundo aceptable, material apto en obras de tierra, competente en obras de fábrica, buen empleo para diques de hormigón, previa selección (Potencia aprox. 1-4 m.)
- GRUPO DETRITICO**
- 321: Arenas arcillosas, generalmente gruesas, con niveles arcillosos y lechos de cantos cuarcíticos. Formación horizontal, estratificación en capas y lechos difusa. Relieve plano, abarrocado. Formación excavable, taludes naturales del orden 3/1 (H/V), taludes artificiales del orden 1/1 (H/V) en desmontes bajos y 3/2 (H/V) en desmontes mayores; permeabilidad alta y drenaje bueno, apto para obras de tierra, previable erosión y abarrocamiento. [MIOCENO SUPERIOR. Potencia aprox. 80-120m.]
 - 313: Formación constituida por niveles de conglomerados, arenas y margas arenosas. Estratificación en capas, buzamientos suaves. Relieve de cuestas. Formación ripable, taludes naturales suaves 2/1 (H/V), taludes artificiales 3/2 (H/V), permeabilidad media, drenaje aceptable, apta para obras de tierra, buen cimiento para terrapienes y obras de fábrica con asientos reducidos. [OLILOCENO SUPERIOR. Potencia aprox. 20-60 m.]
 - 300: Formación de origen tectónico constituida por cantos cuarcíticos angulosos, cementados por arenas y arcillas, el conjunto presenta tonalidades blanco-negras. Conjunto masivo. Relieve abarrocado. Formación no ripable, taludes naturales 1/1 (H/V), taludes artificiales recomendados 2/3 (H/V), permeabilidad baja y drenaje superficial aceptable por topografía, buen material como cimiento en obras de fábrica. [CRETACICO SUPERIOR - TERCARIO INFERIOR? Potencia aprox. 5-30m.]
 - 232b: Formación constituida por arenas varicolores con cantos cuarcíticos y arcillas blancas, verdes y grises. Conjunto plegado y estratificación difusa. Relieve de cuestas. Formación excavable, taludes observados en desmontes pequeños 1/1 (H/V) con desprendimientos, taludes recomendados 3/2 (H/V) permeabilidad buena, drenaje profundo y superficial aceptable, buen cimiento para terrapienes y obras de fábrica. [ALBENSE - CENOMANENSE. Potencia aprox. 10-50 m.]
- GRUPO CALCIO MARGOSO**
- 232b: Calizas y calizas margosas blancas y margas varicolores. Conjunto plegado y fracturado, estratificación en capas bien definidas. Relieve de cuestas. Formación no ripable exceptuando los niveles margosos, taludes artificiales observados en desmontes pequeños 1/2 (H/V), presentando deslizamientos en zonas de estratificación desfavorable; permeabilidad media, drenaje superficial bueno, profundo aceptable; buen cimiento para terrapienes y obras de fábrica, asientos reducidos. [CRETACICO SUPERIOR. Potencia aprox. 30-50 m.]
- GRUPO CALCIO DETRITICO**
- 232a: Arenas y calcarenitas ocreas de tonos ocre. Conjunto plegado y fracturado, estratificación en capas bien definidas. Relieve de cuestas. Formación no ripable, uso de explosivos, los taludes artificiales observados presentan deslizamientos en zonas de estratificación desfavorable; permeabilidad alta, drenaje bueno en general, buen cimiento para terrapienes y obras de fábrica, asientos inapreciables. [CENOMANENSE - TURONENSE. Potencia aprox. 15-40 m.]
- GRUPO METAMORFICO**
- 350a: Esquistos y pizarras sericiticas azuladas. Conjunto plegado y fracturado. Relieve abarrocado, pendientes medias. Formación ripable por fracturación y diaclasado, taludes observados fuertes 1/1 (H/V), taludes recomendados en función del diaclasado, pudiendo ser fuertes; permeabilidad media a baja, drenaje aceptable por fracturación, buen cimiento en terrapienes y obras de fábrica, asientos inapreciables. [CAMBRICO - PRECAMBRICO. Potencia aprox. sin estimar.]
- GRUPO IGNEO**
- 001b: Gneises con grandes nodulos de feldespato (tipo "olla de sopa"), matriz rica en minerales micocenos, con intercalaciones de silicatos edulos. Conjunto muy fracturado y diaclasado, atravesado por diaques de cuarzo. Relieve muy variable, generalmente pendientes fuertes. Formación no ripable, uso de explosivos, taludes observados generalmente fuertes, taludes recomendados 2/3 (H/V), permeabilidad alta por fracturación y drenaje bueno; buen cimiento en general para todo tipo de obra, asientos inapreciables. [PRECAMBRICO. Potencia aprox. sin estimar.]
 - 001a: Granitos y granodioritas de uno o dos magmas, de grano variable y con frecuente desarrollo de "Lent" en amplias zonas. Conjunto fracturado y diaclasado. Relieve muy variable, con pendientes medias y fuertes. Formación no ripable, uso de explosivos, taludes observados fuertes 1/1 (H/V), taludes recomendados 2/3 (H/V), en zonas de atracción los taludes no serán mayores del 1/1 (H/V); permeabilidad alta por fisuración, drenaje bueno en general; buen empleo como dique de machucado para hormigones, constituye un buen cimiento para terrapienes y obras de fábrica, en ciertas zonas de "Lent" CAMBRICO - PRECAMBRICO Potencia aprox. sin estimar.]
- SIMBOLOGIA**
- Contacto difuso.
 - Contacto entre formaciones.
 - Dirección y buzamiento.
 - Falta y fractura.

ESQUEMA GEOTECNICO

ESCALA 1:200.000

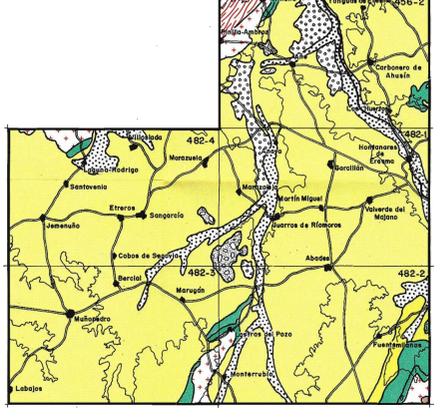


LEYENDA

- Zonas escarpadas, mal drenaje.
- Zonas escarpadas.
- Zonas de posibles deslizamientos.

ESQUEMA GEOLOGICO

ESCALA 1:200.000

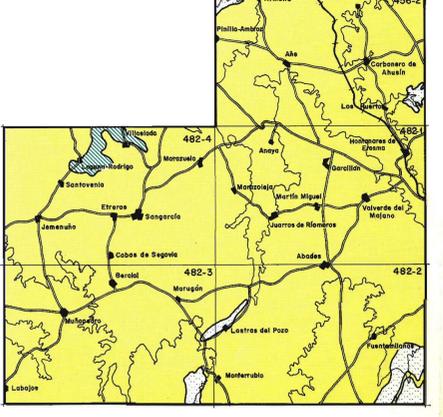


LEYENDA

- CUATERNARIO Y PLIOCUATERNARIO**
- Depósitos aluviales de arenas silíceas y gravas poligénicas.
 - Terrazas de arenas blancas silíceas y gravas poligénicas.
 - Depósitos de roña.
- TERCIARIO: MIOCENO**
- Arenas y arcillas.
 - Areniscas, margas y conglomerados.
- SECUNDARIO: CRETACICO**
- Areniscas, calcarenitas y calizas margosas blancas.
 - Arenas silíceas y arcillas (Facies Utrillas).
- ROCAS PLUTONICAS**
- Granito
- ROCAS METAMORFICAS**
- Pizarras y esquistos.
 - Gneises glandulares.

ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR

ESCALA 1:200.000

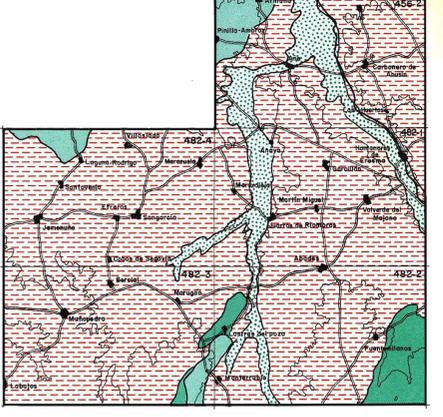


LEYENDA

- Suelos cohesivos de naturaleza arcillosa, blandos, con ciclos de pizarras y esquistos.
- Suelos no cohesivos de naturaleza arenosa, blandos, desarticulados, con ciclos de naturaleza silíceas.
- Afloramientos rocosos con suelos poco cohesivos de naturaleza limo-arenosa, poco desarrollados.

ESQUEMA MORFOLOGICO

ESCALA 1:200.000



LEYENDA

- Relieve de cuestas, pendientes medias.
- Penillanura, relieve de mesas.
- Relieve ondulado, pendientes medias.
- Zonas de valles y llanuras.

MAPA LITOLOGICO - ESTRUCTURAL

ESCALA 1:50.000

GRUPOS LITOLOGICOS

CUATERNARIO

AV Aluvios- aluviales de arenas finas, arcillas y limos. Conjunto masivo en disposición marcadamente horizontal, depósitos de coque colmatados. Formación excavable, taludes artificiales en excavación del orden 2/1 (H/V), permeabilidad baja, drenaje superficial y profundo deficiente, se puede emplear como núcleo de terraplenes. (Potencia aprox. 0,50-4 m.).

Aluvial de arenas cuaríferas y gravas poligónicas fundamentalmente cuaríticas. Conjunto masivo, ocupan la red hidrográfica actual. Formación excavable, taludes artificiales recomendados del orden 3/2 (H/V), permeabilidad alta, drenaje deficiente por niveles freáticos altos, material apto en obras de tierra, previa clasificación pueden presentar fenómenos de sacavación. (Potencia aprox. 0,5-5 m.).

Coluvial de cantos poligónicos, heterométricos y angulosos. Conjunto masivo en disposición caótica. Formación excavable, taludes observados del orden 1/1 (H/V), taludes recomendados 3/2 (H/V) para su fácil conservación, permeabilidad media, drenaje superficial y profundo aceptable, material apto en obras de tierra, asientos pequeños. (Potencia aprox. 1-7 m.).

PLIOCUATERNARIO

Formación de cantos de cuarcitas, esquistos y metagrauvas, heterométricos y angulosos, matriz limo-arcillosa roja. Conjunto masivo sin estructura definida. Formación excavable, taludes observados del orden 1/1 (H/V) en buen estado de conservación, permeabilidad media a baja, drenaje superficial y profundo aceptable, material apto en obras de tierra, competente en obras de fábrica. (Potencia aprox. 1-10 m.).

GRUPO DETRITICO

321 Arenas arcósicas, generalmente gruesas, con niveles arcillosos y lechos de cantos cuaríticos. Conjunto horizontal, estratificación en capas y lechos difusos. Relieve plano, abarrancado. Formación excavable, taludes naturales del orden 3/1 (H/V), taludes artificiales del orden 1/1 (H/V) en desmontes bajos y 3/2 (H/V) en desmontes mayores, permeabilidad alta y drenaje bueno, apto para obras de tierra, previsible erosión y abarrancamiento. [MIOCENO SUPERIOR. Potencia aprox. 80 - 120m.]

313 Formación constituida por niveles de conglomerados, arenas y margas arenosas. Estratificación en capas, buzamientos suaves. Relieve de cuevas. Formación ripable, taludes naturales suaves 2/1 (H/V), taludes artificiales 3/2 (H/V), permeabilidad media, drenaje aceptable, apto para obras de tierra, buen cimiento para terraplenes y obras de fábrica con asientos reducidos. [OLIGOCENO SUPERIOR. Potencia aprox. 20-60 m.]

231 Formación constituida por arenas versicolores con cantos cuaríticos y arcillas blancas, verdes y grises. Conjunto plegado con estratificación difusa. Relieve de cuevas. Formación excavable, taludes observados en desmontes pequeños, 1/1 (H/V) con desprendimientos, taludes recomendados 3/2 (H/V), permeabilidad buena, drenaje profundo y superficial aceptable, buen cimiento para terraplenes y obras de fábrica. [ALBENSE - CENOMANENSE. Potencia aprox. 10-50 m.]

GRUPO CALCÓ MARGOSO

232b Calizas y calizas margosas blancas y margas versicolores. Conjunto plegado y fracturado, estratificación en capas bien definidas. Relieve de cuevas. Formación no ripable exceptuando los niveles margosos, taludes artificiales observados en desmontes pequeños 1/2 (H/V), 1/3 (H/V), presentando deslizamientos en zonas de estratificación desfavorable, permeabilidad media, drenaje superficial bueno, profundo aceptable, buen cimiento para terraplenes y obras de fábrica, asientos reducidos. [CRETACICO SUPERIOR. Potencia aprox. 30-50m.]

GRUPO CALCÓ DETRITICO

232a Areniscas y calcarenitas ocreas de tonos ocres. Conjunto plegado y fracturado, estratificación en capas bien definidas. Relieve de cuevas. Formación no ripable, uso de explosivos, los taludes artificiales observados presentan deslizamientos en zonas de estratificación desfavorable, permeabilidad alta, drenaje bueno en general, buen cimiento para terraplenes y obras de fábrica, asientos inapreciables. [CENOMANENSE - TURONENSE. Potencia aprox. 15-40m.]

GRUPO METAMORFICO

121b Cuarcitas de tonos blanquecinas. Conjunto muy plegado y fracturado, estratificación en capas y bancos. Relieve de sierras con fuertes pendientes. Formación no ripable, uso de explosivos, taludes observados fuertes 1/2 (H/V), taludes recomendados 2/3 (H/V), permeabilidad alta por fisuración, drenaje bueno, construye buen cimiento para terraplenes y obras de fábrica, asientos inapreciables. [CAMBRICO - ORDOVICICO. Potencia aprox. sin estimar.]

121a Esquistos grises azulados con intercalaciones centimétricas de cuarcitas claras. Conjunto muy plegado y fracturado. Relieve fuerte con pendientes pronunciadas. Formación no ripable, uso de explosivos, taludes observados suaves 2/1 (H/V), taludes recomendados 1/1 (H/V), permeabilidad media, drenaje tanto superficial como profundo, bueno, buen cimiento para terraplenes y obras de fábrica, asientos inapreciables. [CAMBRICO - ORDOVICICO. Potencia aprox. sin estimar.]

110 Esquistos micáceos, en ocasiones moteados con intercalaciones de metagrauvas y cuarcitas. Conjunto muy plegado y fracturado. Relieve abombado con pendientes medias. Formación no ripable, uso de explosivos, taludes observados suaves 2/1 (H/V), taludes recomendados 1/1 (H/V), permeabilidad media, drenaje tanto superficial como profundo, bueno, buen cimiento para terraplenes y obras de fábrica, asientos inapreciables. [CAMBRICO - ORDOVICICO. Potencia aprox. sin estimar.]

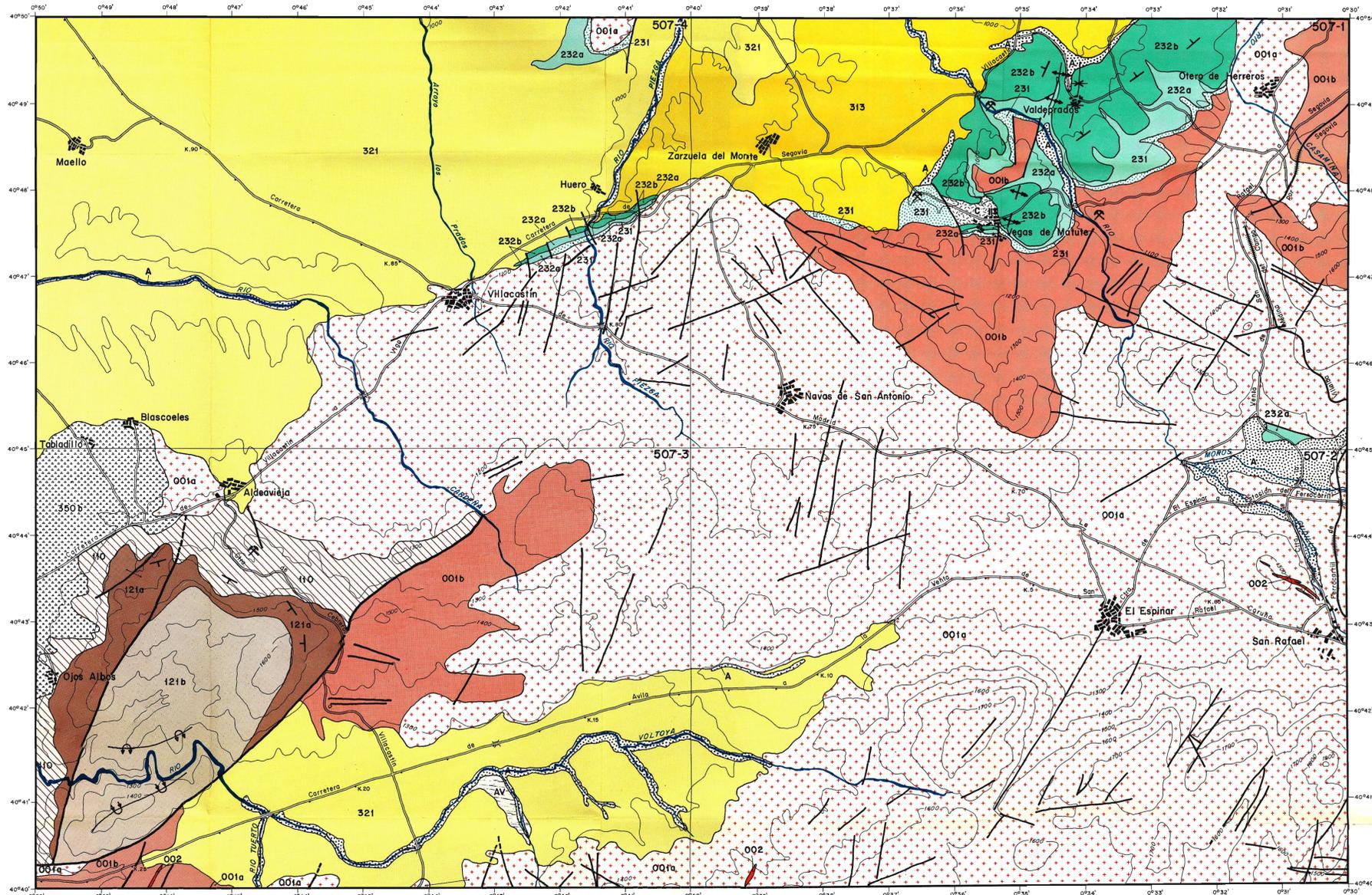
001b Gneises con grandes nódulos de feldespatho (tipo "ollo de sopo"), matriz rico en minerales micáceos, con intercalaciones de silicatos cálcicos. Conjunto muy fracturado y diaclasado, atravesado por diques de cuarzo. Relieve muy variable, generalmente pendientes fuertes. Formación no ripable, uso de explosivos, taludes observados generalmente fuertes, taludes recomendados 2/3 (H/V), permeabilidad alta por fracturación y drenaje bueno, buen cimiento en general para todo tipo de obra, asientos inapreciables. [PRECAMBRICO. Potencia aprox. sin estimar.]

001a Granitos y granodioritas de uno a dos mios, de grano variable y con frecuente desarrollo de "Lam" en amplias zonas. Conjunto fracturado y diaclasado. Relieve muy variable, con pendientes medias y fuertes. Formación no ripable, uso de explosivos, taludes observados fuertes 1/1 (H/V), taludes recomendados 2/3 (H/V), en zonas de alteración los taludes no son mayores del 1/1 (H/V), permeabilidad alta por fisuración, drenaje bueno en general, buen empleo como drido de machaqueo para hormigones, constituye un buen cimiento para terraplenes y obras de fábrica, en ciertas zonas de "Lam". [CAMBRICO - PRECAMBRICO. Potencia aprox. sin estimar.]

002 Diques de cuarzo extruidos a favor de la fracturación. Conjunto fracturado. Formación no ripable, uso de explosivos, taludes observados fuertes, taludes recomendados en función de la roca caja (001a), (001b), permeabilidad alta por fisuración, drenaje bueno, buen cimiento para obras de fábrica, asientos inapreciables. [CAMBRICO - PRECAMBRICO. Potencia aprox. sin estimar.]

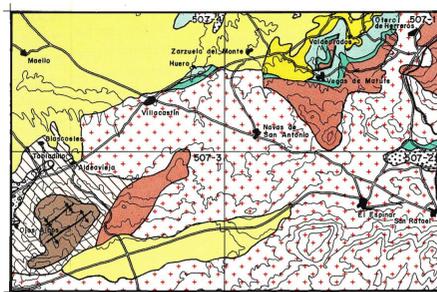
SIMBOLOGIA

- Cantos.
- Contacto entre formaciones.
- Dirección y buzamiento.
- Falla y fracturas.
- Anticlinal.
- Sinclinal.
- Anticlinal volcado.
- Sinclinal volcado.



ESQUEMA GEOLOGICO

ESCALA 1:200.000

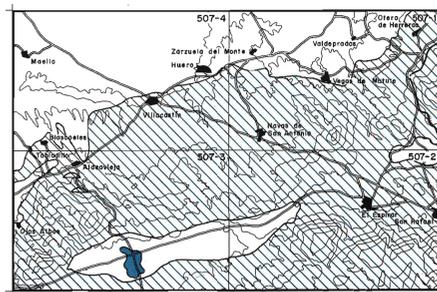


LEYENDA

- CUATERNARIO Y PLIOCUATERNARIO**
 - Depósitos aluviales de arenas silíceas y gravas poligónicas.
 - Depósitos de ría.
- TERCIARIO, MIOCENO**
 - Arenas y arcillas.
- OLIGOCENO**
 - Areniscas, margas y conglomerados.
- SECUNDARIO, CRETACICO**
 - Areniscas, calcarenitas y calizas margosas blancas.
 - Arenas silíceas y arcillas (Facies Utrillas).
- PALEOZOICO**
 - Cuarcitas y esquistos.
 - Metagrauvas y esquistos.
- ROCAS PLUTONICAS Y METAMORFICAS**
 - Granito y granodioritas.
 - Gneises.

ESQUEMA GEOTECNICO

ESCALA 1:200.000

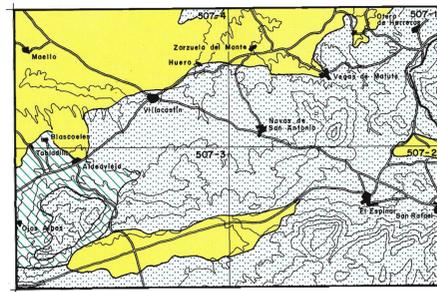


LEYENDA

- Zonas de drenaje deficiente, peligrosidad media.
- Zona de diaclasado y fracturación, osada.
- Deslizamientos activos.
- Zonas de posibles deslizamientos.

ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR

ESCALA 1:200.000

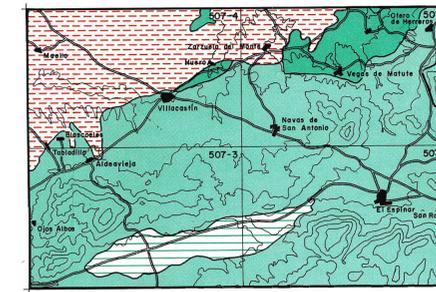


LEYENDA

- Suelos no cohesivos de naturaleza arenosa, blandos, desarrollados, con ciastos de naturaleza variable.
- Afirmamientos rocosos con suelos no cohesivos de naturaleza arenosa, poco desarrollados.
- Afirmamiento rocoso con suelos cohesivos de naturaleza limo-arcillosa con desarrollo variable.

ESQUEMA MORFOLOGICO

ESCALA 1:200.000



LEYENDA

- Relieve de cuevas, pendientes medias.
- Relieve de sierras, pendientes fuertes.
- Panillanura, relieve de mesos.
- Zona de foso, relieve deprimido.

