

estudio previo de terrenos

**Itinerario
Salamanca-Cáceres
Tramo: Salamanca - Montejo**

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

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

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

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

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

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

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

ESTUDIO PREVIO DE TERRENOS

ITINERARIO SALAMANCA - CACERES

TRAMO : SALAMANCA - MONTEJO

MARZO 1990

INDICE

	Pág.
1. INTRODUCCION	5
2. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO	7
2.1. CLIMATOLOGIA	7
2.2. TOPOGRAFIA	10
2.3. GEOMORFOLOGIA	11
2.4. ESTRATIGRAFIA	13
2.5. TECTONICA	17
2.6. SISMICIDAD	19
3. ESTUDIO DE ZONAS	21
3.0. DIVISION DEL TRAMO EN ZONAS DE ESTUDIO	21
3.1. ZONA 1:	21
3.1.1. Geomorfología	21
3.1.2. Tectónica	24
3.1.3. Columna estratigráfica	25
3.1.4. Grupos litológicos	25
3.1.5. Grupos geotécnicos	44
3.1.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona	46
3.2. ZONA 2:	47
3.2.1. Geomorfología	47
3.2.2. Tectónica	48
3.2.3. Columna estratigráfica	49
3.2.4. Grupos litológicos	49
3.2.5. Grupos geotécnicos	71
3.2.6. Resuman de problemas geotécnicos que presenta la Zona	72
4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO	75
4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRAFICOS	75
4.2. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOMORFOLOGICOS	75
4.3. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS	75
4.4. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS	76

5.	INFORMACION SOBRE YACIMIENTOS	81
5.1.	ALCANCE DEL ESTUDIO	81
5.2.	YACIMIENTOS ROCOSOS	81
5.3.	YACIMIENTOS GRANULARES	82
5.4.	MATERIALES PARA TERRAPLENES Y PEDRAPLENES	82
5.5.	YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON MAS DETALLE...	83
6.	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	89
7.	ANEJOS	91
7.1.	ANEJO 1: SIMBOLOGIA UTILIZADA EN LAS COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS	93
7.2.	ANEJO 2: CRITERIOS UTILIZADOS EN LAS DESCRIPCIONES GEOTECNICAS	95

1. INTRODUCCION

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

El Estudio Previo de Terrenos del Tramo Salamanca-Montejo, correspondiente al Itinerario Salamanca-Cáceres, comprende las siguientes hojas y cuadrantes del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.

Nº	Hoja	Cuadrantes
478	Salamanca	1, 2, 3, 4
503	Las Veguillas	1, 2, 3, 4
528	Guijuelo	1, 4

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

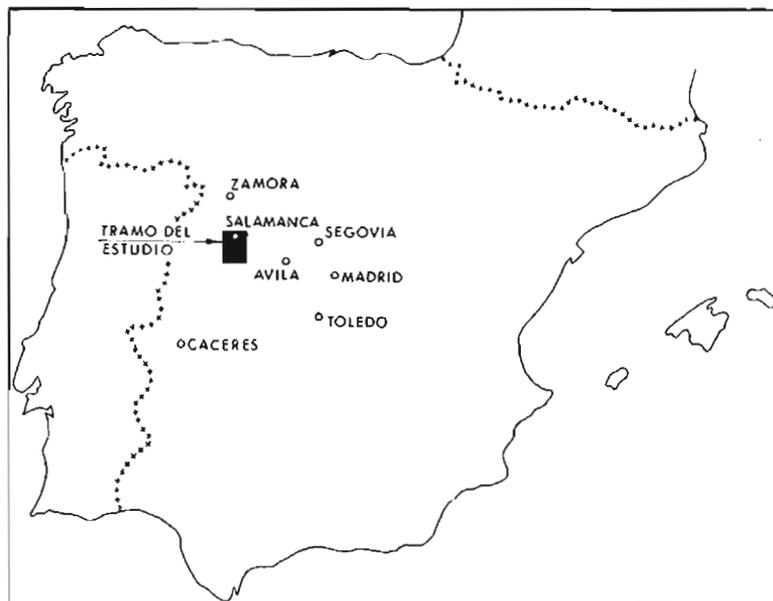


Fig. 1.— Esquema de situación del Tramo.

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

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

Cartográficamente se incluyen dos Planos que comprenden el Tramo estudiado. Cada Plano contiene un mapa litológico-estructural, a escala 1:50.000, y cuatro esquemas: geológico, geomorfológico, de suelos y formaciones de pequeño espesor, y geotécnico, a escala 1:200.000.

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

DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS

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

D. Jesús Martín Contreras
Licenciado en Ciencias Geológicas

y por parte de GEMAT, S.L.:

D. Ricardo Francisco León Buendía
Licenciado en Ciencias Geológicas

2. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO

2.1. CLIMATOLOGIA

El Tramo estudiado está ubicado en la parte suroeste de la Cuenca del Duero, y su forma es alargada, de Norte a Sur, siguiendo el valle del río Tormes. El relieve interior no tiene suficiente importancia para causar diferencias climáticas notables, pero al Sur y Sureste del Tramo se levanta la Sierra de Gredos, y al Oeste, la Peña de Francia, con relieves próximos a los 2.000 m, que forman una notable barrera a los vientos procedentes de estas direcciones, sobre los que ejercen el efecto feohn de calentamiento y pérdida de humedad. Entre la Sierra de Gredos y Peña de Francia hay un hueco bastante amplio, sin relieves notables, por el que el viento del Suroeste puede penetrar sin obstáculos, llevando sobre todo a la parte central y sur del Tramo, las valiosas lluvias que acompañan a las borrascas atlánticas. Estas latitudes tienen en los vientos citados los mayores aportes de humedad. Para los vientos del Oeste, que también pueden ir acompañados de lluvias, la parte sur del Tramo está protegida por la Peña de Francia, y la norte se abre hacia Portugal por un área de escasos relieves.

Los vientos que proceden de las direcciones Norte y Este siempre son bastante secos, por haber perdido su humedad en los montes cantábricos o en los relieves del Sistema Ibérico y Central.

En invierno, los vientos más fríos son los del Nordeste, de procedencia continental. En verano, en cambio, son los del Norte y Oeste, atemperados en su recorrido atlántico. Las temperaturas más altas se registran con vientos del Sur y Sureste. En invierno las fuertes heladas suelen darse cuando las altas presiones se extienden desde la Península hasta el Cantábrico y Centro-Europa.

Precipitaciones.— En el único observatorio meteorológico de primer orden del Tramo o de sus proximidades, el de Salamanca, el promedio de precipitación anual en un período de 30 años (1930-1960) es de 420 litros/m². La parte Sur del Tramo, abierta a los vientos del Suroeste, seguramente registra precipitaciones algo superiores, en particular desde Octubre hasta Mayo, que es cuando las borrascas atlánticas llevan los frentes nubosos hasta estas latitudes. Los meses más lluviosos son Marzo, Noviembre y Diciembre. La cantidad máxima recogida en 24 horas ha sido en Noviembre, tras el paso de frentes nubosos, y también en Julio, como resultado de alguna tormenta; por tanto se deduce que la mayor intensidad de precipitación ha sido en Julio porque las tormentas descargan en poco tiempo gran cantidad de agua; sin embargo, hay que hacer notar que generalmente son de poca duración, especialmente en Julio y Agosto, que registran 14 litros/m² de promedio y tres días de precipitación. La nieve tampoco es muy frecuente, y así en Salamanca se registraba un promedio de 6 días de nieve durante el invierno, y seguramente en estos últimos años este número todavía ha sido menor porque las temperaturas invernales se han suavizado y las nevadas han sido más escasas.

En la Figura 2 aparecen algunos datos meteorológicos del observatorio de Salamanca correspondientes al período comprendido entre los años 1930 y 1960, y la Figura 3 es un diagrama mensual de precipitaciones del año medio del mismo período anterior y del mismo observatorio.

CUADRO CLIMATICO DEL OBSERVATORIO DE SALAMANCA

PERIODO 1930-1960	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Temperatura máxima absoluta	17,4	25,8	28,0	30,4	33,6	37,6	39,4	39,6	38,0	30,2	24,4	16,8
Temperatura mínima absoluta	-12,0	-12,0	-8,0	-5,0	-4,0	0,4	3,0	4,0	-2,0	-5,0	-9,0	-11,0
Oscilación térmica absoluta	29,4	37,8	36,0	35,4	37,6	37,2	36,4	35,6	40,0	35,2	33,4	27,8
Temperatura máxima media	8,0	10,3	14,0	17,1	20,2	25,8	29,8	28,5	25,2	18,5	12,6	8,3
Temperatura mínima media	-0,7	-0,4	2,2	3,9	7,1	10,8	13,1	13,1	10,8	6,3	2,2	0,0
Media mensual de horas de insolación	106	144	153	188	193	295	371	325	261	207	131	82
Media mensual de la precipitación (mm)	39,7	34,5	48,8	31,9	43,2	27,8	14,9	14,1	21,8	40,9	49,7	52,8
Días de lluvia	7	6	11	8	9	5	3	3	5	8	9	9
Precipitación máxima en 24 horas (mm)	32,6	41,9	33,2	36,8	25,3	43,3	61,2	58,8	29,4	53,3	76,2	47,3
Días de helada	16	13	6	3	1	0	0	0	0	1	7	13
Días de nieve	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Fig. 2.— Datos meteorológicos del observatorio de Salamanca correspondientes al período comprendido entre 1930 y 1960.

Temperaturas.— Las temperaturas a lo largo del año son en promedio suaves, como corresponde a la latitud y altura del Tramo. Los inviernos pueden considerarse algo fríos, con frecuentes heladas que tienen lugar desde Octubre hasta Mayo, siendo Enero, con un promedio de 16 días, el más gélido. Las temperaturas oscilan entre la máxima media de 8°C y la mínima media de -0.7°C de Enero, a la máxima media de 29.8°C y la mínima media de 13.1°C, de Julio. Los valores absolutos de las temperaturas máximas y mínimas en el período de 30 años observado, fueron de 39.6°C en Agosto y de -12°C en Enero y Febrero. Como se ha dicho anteriormente, las temperaturas invernales se han suavizado desde 1960, y en la actualidad las heladas son menos frecuentes que antaño.

DIAGRAMA DE PRECIPITACIONES DEL OBSERVATORIO DE SALAMANCA

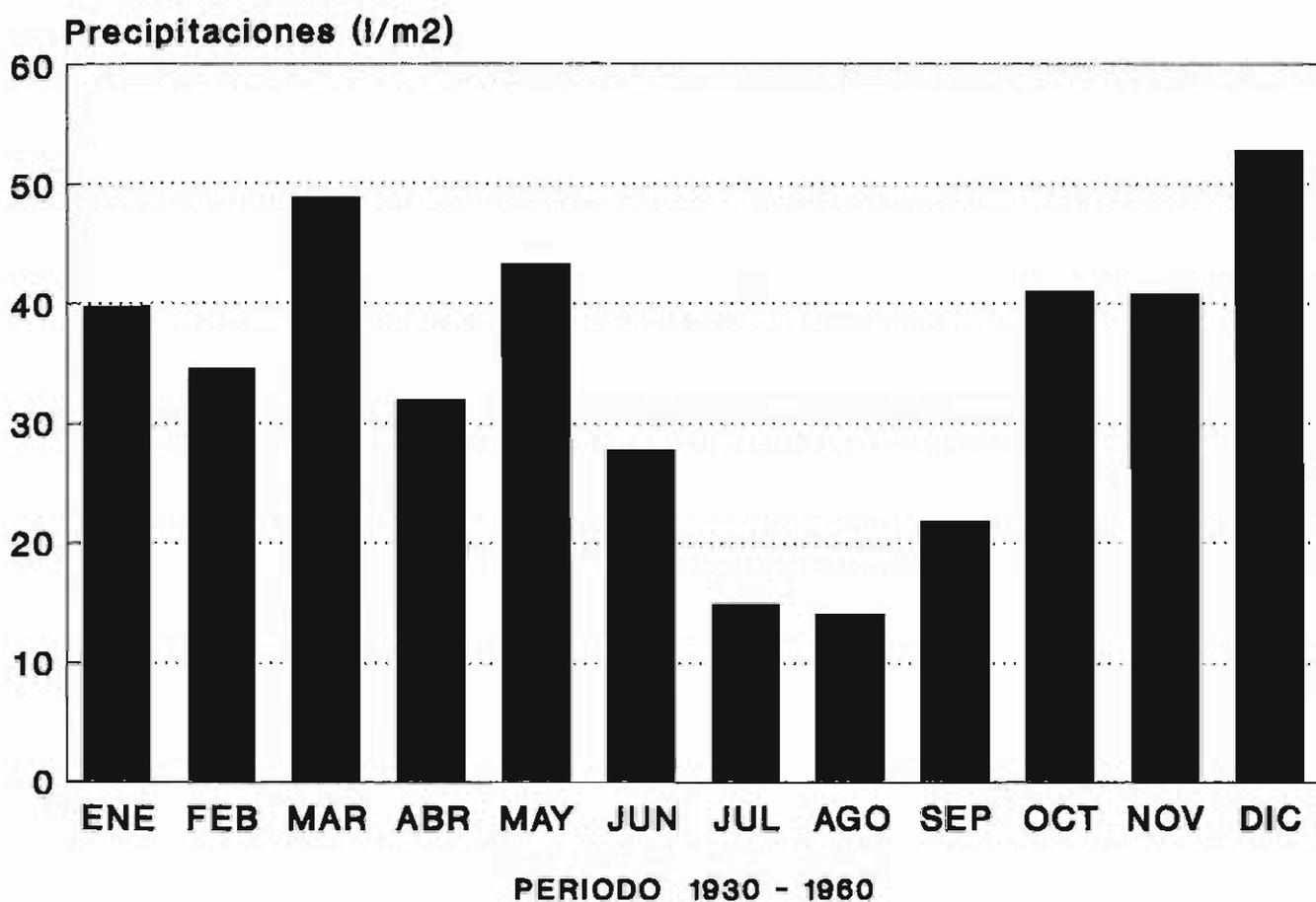


Foto 3.— Diagrama mensual de precipitaciones.

2.2. TOPOGRAFIA

El Tramo estudiado está ubicado enteramente en la provincia de Salamanca. Constituye una franja de terrenos que se extienden en sentido Norte-Sur desde la ciudad de Salamanca hasta la proximidad de la población de Guijuelo, y que queda limitada de Este a Oeste por los meridianos 5° 31' 10" y 5° 51' 10" de longitud W. Un relieve de penillanura caracteriza a los terrenos comprendidos en dicha área, cuya altitud oscila entre los 790 m en el valle del río Tormes, y los 1.189 m de la Sierra Negra.

Dentro del Tramo de estudio se pueden diferenciar cuatro elementos principales: valles fluviales, páramos o alomaciones del Terciario Inferior, páramos de raña, y alomaciones en materiales metamórficos del zócalo arcaico-paleozoico.

La red fluvial que cruza el Tramo pertenece a la Cuenca del Duero en su mayor parte, y a la red del Tajo en áreas reducidas del Suroeste. La franja de terrenos formada por las sierras que se extienden desde la población de Las Veguillas hasta Navarredonda de Salvatierra, se continúa por los terrenos, de morfología muy suave, por donde discurre la majada Cordel de Granados, entronca con las sierras existentes al Sur de El Endrinal, y constituye la divisoria entre ambas cuencas.

De los valles fluviales existentes en el Tramo, el del río Tormes, perteneciente a la Cuenca del Duero, es el que destaca como elemento configurador más importante. Otros valles correspondientes a riberas y arroyos de moderada entidad superficial y longitudinal son afluentes de dicho río. En la reducida área correspondiente a la Cuenca del Tajo tiene su origen el río Alagón, cuyo valle y arroyos que confluyen en su cabecera no adquieren importancia en la configuración morfológica dada su escasa representación dimensional en el Tramo.

El río Tormes discurre encajado en la penillanura, por la mitad sureste del Tramo, hasta abandonar éste a la altura de la población de Alba de Tormes, ciudad que limita por el Este con el área de estudio y que queda fuera de la misma. Dicho río vuelve a aparecer en el límite NE del Tramo, dirigiéndose en sentido Oeste hacia Salamanca, para una vez bordeada la ciudad por el Sur, tomar sentido Norte. El valle del río Tormes, formado por sus terrazas y lecho aluvial, suele presentar una anchura de unos 2 Km en su trayecto sureste, y una amplitud mucho mayor, unos 6 Km, en su aparición por el extremo NE del Tramo. A medida que el río se dirige a la ciudad de Salamanca, el valle se va estrechando, hasta constituir un tramo angosto de unos 2 Km de longitud al Oeste de dicha ciudad. Después vuelve a abrirse con una anchura de 1 Km aproximadamente en el corto trayecto que le resta hasta desaparecer del Tramo por el límite norte del mismo.

Los páramos y alomaciones terciarias se extienden mayoritariamente por la mitad norte del área de estudio y en los terrenos próximos al valle del río Tormes. Las alturas que alcanzan estos terrenos pueden oscilar entre los 800 m y los 1.000 m. Dan lugar a plataformas muy tendidas y cerros testigos, con vertientes muy fuertes a veces. El punto más alto de estos terrenos se localiza al Este de la población de Frades de la Sierra, en el vértice Lombo (1.018 m).

Los páramos de raña enlazan de alguna forma con las superficies erosivas labradas sobre los materiales del zócalo arcaico-paleozoico y de la cobertera terciaria. Constituyen superficies de reducidas dimensiones, que quedan aisladas por el encajamiento de la red fluvial sobre la penillanura. Las cotas de estas superficies se sitúan entre los 800 m y los 1.000 m.

Los terrenos de edad arcaico-paleozoica se extienden desde el Oeste y Suroeste de la ciudad de Salamanca, por la zona central del Tramo, para adquirir mayoritaria representación territorial en el centro y sur del mismo. La menor resistencia de las pizarras a la erosión, frente a las cuarcitas, materiales ambos predominantes en estos terrenos, faculta la aparición de un relieve más accidentado, en el que los niveles de cuarcitas dan lugar a destacados relieves residuales. Unas veces son cerros aislados, como la Cresta de Los Montalvos (942 m), que resalta poco sobre el nivel general. Otras veces se trata de verdaderas alineaciones, cuyos elementos más o menos individualizados cruzan la penillanura de NO a SE. Un buen ejemplo es la que se extiende al SE del pueblo de Las Veguillas, y que culmina en Peña Gudina (1.189 m), sobresaliendo unos 200 m en una longitud de unos 20 Km.

2.3. GEOMORFOLOGIA

El área comprendida en el Tramo de estudio se desarrolla a grandes rasgos sobre la amplia penillanura que se extiende entre la ciudad de Salamanca y la Cordillera Central, dentro de una altitud comprendida entre los valores de 800 m y 1.000 m.



Foto 1.— Panorámica obtenida desde las lomas terciarias existentes al NO del pueblo de La Maya, situado en la confluencia de los valles de los ríos Tormes y Alhándiga. En los últimos planos del horizonte puede verse la superficie de peniplanización plio-cuaternaria. Esta se inicia en terrenos arcaico-paleozoicos, en la zona derecha de la foto, y prosigue sobre materiales arcóscicos del Terciario Inferior, en la mitad izquierda de la misma.

Elementos constitutivos de esta penillanura son por una parte los materiales del zócalo arcaico-paleozoico, mayoritariamente representados, y de otra, los sedimentos terciarios y cuaternarios.

Paleozoico y Terciario Inferior constituyen a menudo una unidad morfológica, a consecuencia de una tectónica de bloques, a la cual ha seguido una fase de enrasamiento y posterior depósito de las rañas. Por esta circunstancia puede ocurrir a veces que la superficie del terreno no presente cambios sustanciales morfológicos al pasar de un sustrato paleozoico a otro terciario (Foto 1).

Dentro del área ocupada por los materiales del zócalo paleozoico, las pizarras son las rocas mayoritariamente representadas, y en algunos trechos, las cuarcitas cobran significación. La diferente competencia de ambos grupos de rocas ha originado cierto grado de accidentalidad en la penillanura, y así las cuarcitas suelen dar lugar a relieves algo más destacados; unas veces son cerros aislados, como la Cresta de Los Montalvos (942 m), (Foto 2), y otras, se trata de alineaciones («cordales»), cuyos elementos individualizados cruzan la penillanura de NW a SE, destacando poco sobre el nivel general. En un amplio sector son los gneises, granitos gneísicos y algunas rocas filonianas, los que constituyen el relieve de lomas dentro de la unidad morfológica del paisaje paleozoico, pudiendo destacarse topográficamente alguna loma más fuerte en relación con algún dique de cuarzo.



Foto 2.— Fotografía obtenida desde lo alto del cerro Los Montalvos en dirección NO. Al fondo la Ciudad de Salamanca.

En las áreas limítrofes con las formaciones arcaico-paleozoicas, el Terciario constituye relieves integrados, al establecerse, como se ha dicho anteriormente, contactos mecanizados entre ambos, en especial los orientados en dirección NE a SO, que posteriormente han sido enrasados en el Plio-cuaternario. Al margen de estos aspectos parciales, el relieve terciario se caracteriza por la existencia de superficies llanas o suavemente alomadas que rompen su continuidad al ser disecadas por el encajamiento de ríos y arroyos, que dan lugar a fuertes laderas con áreas escarpadas, provocadas por los estratos más duros intercalados en la serie sedimentaria, la cual se presenta horizontal o suavemente inclinada. Las áreas más

importantes ocupadas por el Terciario se localizan en la mitad norte del Tramo, en el entorno de la ciudad de Salamanca (Foto 3).

El relieve correspondiente a los materiales plio-cuaternarios está representado por las planicies ocupadas por las rañas. Estas, situadas en las cotas más elevadas de los cordales formados por las alineaciones arcaico-paleozoicas de pizarras y cuarcitas, son los restos de la amplia superficie de erosión-acumulación que partiendo del cordal más elevado del área, representado por la divisoria creada por la Sierra de la Dueña, debería enlazar, hacia el Norte, con los depósitos del valle del río Tormes. El desmantelamiento posterior de esta superficie, por encajamiento de la red fluvial cuaternaria, da lugar por una parte a la constitución de nuevas superficies de erosión-acumulación que se escalonan imperceptiblemente con las más elevadas, y por otra, el relieve de lomas que caracteriza al paisaje general.

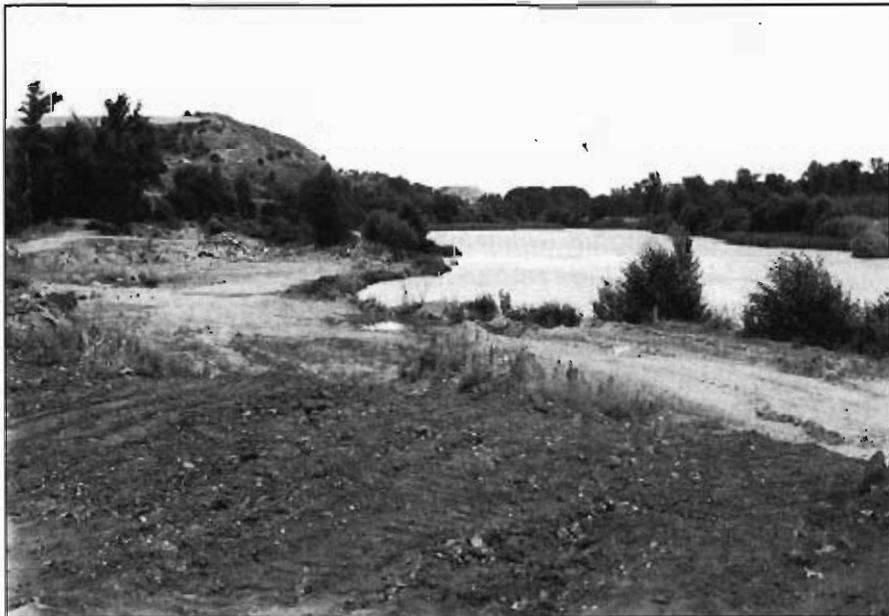


Foto 3.— Terciario en la margen derecha del río Tormes, en las proximidades de Salamanca.

El Cuaternario está representado por las terrazas y aluviones del río Tormes y de los fondos de valle de los arroyos menores. En general son depósitos de naturaleza poligénica, y en las terrazas hay predominio de gravas silíceas.

2.4. ESTRATIGRAFIA

Desde el punto de vista litológico, los terrenos que constituyen el Tramo del Estudio pueden diferenciarse en seis grandes unidades totalmente independientes: rocas plutónicas y filonianas, Complejo Esquisto-Grauváquico, las formaciones del Cámbrico Inferior datado, las formaciones silúricas, los materiales terciarios y los cuaternarios. Las cuatro primeras constituyen el basamento arcaico-paleozoico,

sobre el cual, y después de una gran laguna estratigráfica que comprende todo el Paleozoico Medio y Superior y todo el Mesozoico, se deposita todo un Terciario representado por materiales del Paleógeno y Neógeno, y por último las formaciones cuaternarias. (Ver la Columna Estratigráfica General del Tramo en la Figura 4).

Rocas plutónicas y filonianas

Las rocas plutónicas y filonianas que existen en la zona de estudio son de naturaleza granítica. Se trata de un conjunto litológico formado por granitos gneísicos, gneises, granitos leucocráticos, aplitas y pegmatitas, ampliamente representados en el sector centro-este del Tramo, en el área de Martinamor y Buenavista.

Complejo Esquisto-Grauváquico

Dentro de este conjunto estratigráfico se han diferenciado dos grandes grupos litológicos: la «Formación Monterrubio» y la «Formación Aldeatejada», ésta última situada estratigráficamente sobre la anterior. Encima de estas formaciones yace la base del Cámbrico Inferior datado.

Al no existir en la bibliografía consultada un criterio claro acerca de la edad del Complejo Esquisto-Grauváquico, y dado que los indicios obtenidos a este respecto apuntan a una ubicación entre el Cámbrico Inferior y un Precámbrico terminal, se ha optado por asignar una simbología precámbrica a estas formaciones.

La «Formación Monterrubio» está constituida esencialmente por esquistos pizarrosos y areniscosos (grauvacas), en los que se intercalan tramos en los que predominan las areniscas grauváquicas sobre los esquistos, y aparecen horizontes de conglomerados y cuarcitas. La «Formación Aldeatejada» es eminentemente pizarrosa, y presenta algunas intercalaciones de areniscas, calcoesquistos y conglomerados.

Cámbrico Inferior

Los materiales de esta edad afloran en el Sinclinal de El Endrinal, situado en el extremo suroeste del Tramo. El Cámbrico está representado por pizarras verdes, calizas y mármoles.

Ordovícico

En el área del Estudio, el Ordovícico, que aflora al Oeste de la ciudad de Salamanca, reposa discordantemente sobre los materiales arcaicos, representados aquí por la «Formación Aldeatejada».

La serie ordovícica comienza con un conglomerado basal de poca potencia, continúa con una alternancia de pizarras y cuarcitas, y encima destacan las cuarcitas de color claro, masivas, dispuestas en gruesos bancos, y que se asimilan a la «cuarcita armoricana» del Arenig. A techo, la sucesión se vuelve progresivamente pelítica, intercalándose en ella niveles cuarcíticos. La fauna que contiene este último episodio permite que se le asigne una edad llanvirniense-llandeilo.

Terciario

Las formaciones terciarias presentes en el Tramo representan una sedimentación de materiales areno-arcillosos que se disponen en neta discordancia erosiva sobre los de edad arcaico-paleozoica. En el conjunto de estos depósitos están representados el Eoceno, Oligoceno y Mioceno. El primero está constituido por areniscas feldespáticas, que lateralmente se hacen conglomeráticas, y niveles arcillosos. El segundo por pudingas arcillosas de cuarcitas. Y el tercero, por areniscas, margas arcillosas y algunos niveles de margocalizas.

Plio-cuaternario

Está representado por gravas redondeadas o subredondeadas de naturaleza cuarcítica, inmersas en una matriz areno-arcillosa. Recubre a los materiales paleozoicos y terciarios con potencias en general reducidas, salvo en las áreas próximas al valle del río Tormes, en donde esta formación adquiere una importante dimensión.

Cuaternario

Los depósitos de edad cuaternaria se identifican esencialmente con los aluviones y terrazas del río Tormes y algunos cauces importantes como el de la Rivera de La Valmuza, al Oeste del Tramo. Los materiales son limos arenosos con gravas, y gravas y arenas de naturaleza poligénica, aunque esencialmente silíceas.

COLUMNA LITOLÓGICA	GRUPO LITOLÓG.	GRUPO GEOTECN.	DESCRIPCIÓN	EDAD
	A	G-1	Aluvial actual. Gravels, sands and silts.	CUATERNARIO
	D	G-3	Cones de deposición.	CUATERNARIO
	A _{1, a1}	G-3	Aluvial actual. Gravels and sands.	CUATERNARIO
	A ₂	G-2	Aluvial actual. Silts and clays.	CUATERNARIO
	a	G-3	Aluvial actual. Silts and silty sands.	CUATERNARIO
	C, c	G-4	Caliche.	CUATERNARIO
	T	G-3	Terrazas. Arenas, limos y gravas.	CUATERNARIO
	g ₂	G-4	Glacis: Gravels and cobbles with sandy-clay matrix.	CUATERNARIO
	g ₁	G-2	Glacis. Limos arcillosos y cantos dispersos.	CUATERNARIO
	350b	G-5	Gravas y arenas con matriz arcillosa roja (Roña).	PLIOCUATERNARIO
	350a	G-5	Conglomerada de cantos gruesos.	PLIOCUATERNARIO
	313	G-7	Arcillas rojas con niveles de cantos dispersos.	OLIGOCENO
	312	G-6	Arcosae.	EOCENO
	121c	G-9	Pizarras grises.	OROVICICO
	121b	G-10	Pizarras y cuarcitas.	ORDOVICICO
	121a	G-8	Cuarcitas y metaconglomerados cuarcíticos.	ORDOVICICO
	111c	G-9	Pizarras verdes bandeadas.	CAMBRICO
	111b	G-8	Calizas y dolomías con intercalaciones de pizarras.	CAMBRICO
	111a	G-9	Areniscos y pizarras.	CAMBRICO
	010a	G-10	Conglomerados carbonatados y niveles carbonatados brechoideos	PRECAMBRICO
	010c	G-9	Pizarras verdes, bandeadas y carbonosae, y calcoesquistas.	PRECAMBRICO
	010d ₁	G-9	Micoesquistas y micáceas.	PRECAMBRICO
	010b	G-10	Metaconglomerados, pizarras y cuarcitas.	PRECAMBRICO
	010b ₁	G-8	Metaconglomerados cuarcíticos y cuarcitas.	PRECAMBRICO
	010a	G-9	Pizarras y esquistos bandeados.	PRECAMBRICO
	002	G-8	Diques de cuarzo.	PRECAMBRICO
	001	G-11	Metagranitos.	PRECAMBRICO

Fig.4.- COLUMNA ESTRATIGRAFICA GENERAL DEL TRAMO

2.5. TECTONICA

La orogénesis hercínica es el proceso tectónico más importante que afecta a las rocas del área estudiada. La deformación producida durante ella, afecta a todas las rocas ígneas y metamórficas. Según los datos bibliográficos de que se dispone, se puede hablar con certeza de la existencia de movimientos sárdicos que afectaron a los terrenos anteordovícicos y que se manifiestan por la presencia de discordancias. Así mismo se desconoce la importancia de los movimientos asínticos dentro del área de estudio, ya que no se ha encontrado otra discordancia que no sea la sárdica. No obstante, durante el Precámbrico terminal se puede hablar de cierta actividad tectónica en estrecha relación con la sedimentación de series turbidíticas.

La discordancia sárdica queda manifiesta en el ángulo NW del Tramo, donde materiales ordovícicos se apoyan al parecer sobre las pizarras de la «Formación Aldeatejada». Esta última pertenece al Complejo Esquisto-Grauváquico, cuya edad se sitúa entre un Precámbrico terminal y la base del Cámbrico.

En los materiales del Complejo Esquisto-Grauváquico la orogenia hercínica provocó una deformación polifásica, que estuvo acompañada de plutonismo y metamorfismo (Foto 4). Las estructuras generadas pueden relacionarse con tres fases principales de deformación. Existen además otras estructuras tardías, de menor importancia, y una etapa de fracturación tardihercínica.

Deformación antehercínica

En el área de estudio únicamente se ha detectado la existencia de un plegamiento antehercínico que atribuimos a la Fase Sárdica.

La discordancia entre el Ordovícico Inferior y los materiales infrayacentes se debe a los movimientos sárdicos, que produjeron pliegues no acompañados de esquistosidad.

Deformación hercínica

La primera fase de deformación produjo pliegues de gran longitud de onda, y de dirección NW-SE a E-W, que fueron acompañados de una esquistosidad penetrativa subvertical, S1. A esta fase pertenecen los pliegues cartografiados en la mayor parte del área estudiada, incluido el Sinclinal de Salamanca. Durante la primera fase, la región sufrió un fuerte acortamiento de dirección NNE-SSW, y un estiramiento de dirección N 100° E a N 125° E, subhorizontal, paralelo al eje del pliegue.

La segunda fase de deformación originó pliegues de plano axial subhorizontal, que doblan a la estratificación y a la esquistosidad S1. Paralelamente al plano axial se desarrolla una esquistosidad de crenulación, cuya geometría es variable, desde las áreas epizonales (donde los planos de esquistosidad están poco apretados, casi angulares) a las áreas meso y catazonales (donde están muy apretados o isoclinales, a veces de charnela curva). La segunda fase de deformación representa un acortamiento subvertical, de intensidad creciente hacia las zonas más profundas, que origina un aplastamiento importante. El aplastamiento muy probablemente tiene una componente importante de cizallamiento simple en las zonas profundas, según se deduce de la reorientación de las charnelas de los pliegues menores, de



Foto 4.— Estructura generada en materiales del Complejo Esquisto-Gravváquico, al Norte del pueblo de Morille.

la aparición de pliegues muy curvos, y de la existencia de lineaciones dobladas. La dirección de flujo del cizallamiento sería de 120°E a 130°E y subhorizontal. El sentido del cizallamiento indica un movimiento hacia el Este, de las zonas superiores con respecto a las inferiores.

La deformación ligada a la segunda fase se superpuso a la que ya habían sufrido las rocas durante la primera fase.

La tercera fase de deformación, responsable de suaves antiformas y sinformas, de dirección $\text{N } 100^{\circ}\text{E}$ a $\text{N } 120^{\circ}\text{E}$ y plano axial subvertical, lleva asociada una esquistosidad de crenulación S3 . En el núcleo de las antiformas de esta fase afloran las rocas más metamórficas y los granitos deformados durante la segunda fase.

La esquistosidad S3 aparece únicamente en algunas áreas, y es paralela al plano axial de los micropliegues tipo «chevron» que dibuja la S2 . Puede decirse que esta fase de deformación no ha influido de forma importante en la fábrica de las rocas.

Existen fallas y zonas de cizalla de dirección $\text{N } 70^{\circ}\text{E}$ a $\text{N } 130^{\circ}\text{E}$, subverticales y sinistras, que pueden estar en relación con esta fase, y que cortan la foliación subhorizontal de los granitoides deformados.

Como en todo el Macizo Hespérico, se conocen fallas subverticales, de dirección $\text{N } 10^{\circ}\text{E}$ a $\text{N } 30^{\circ}\text{E}$ y desplazamiento relativo sinistro, que desplazan las estructuras de tercera fase. Estas fallas han jugado como fallas normales o inversas durante el Terciario, hasta épocas muy recientes, en relación con la tectónica alpina.

El metamorfismo que afecta a las rocas de la región es de edad hercínica y es más intenso en franjas de dirección E-W, que coinciden con los núcleos de las antiformas de la tercera fase.

2.6. SISMICIDAD

La Norma Sismorresistente P.D.S.-1 (1974) divide el territorio nacional en varias Zonas Sísmicas. La región estudiada queda comprendida, toda ella, en la Zona primera (de sismicidad baja), como puede verse en el esquema adjunto (Fig. 5).

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 primera, excepto para el caso de estructuras o instalaciones especiales.

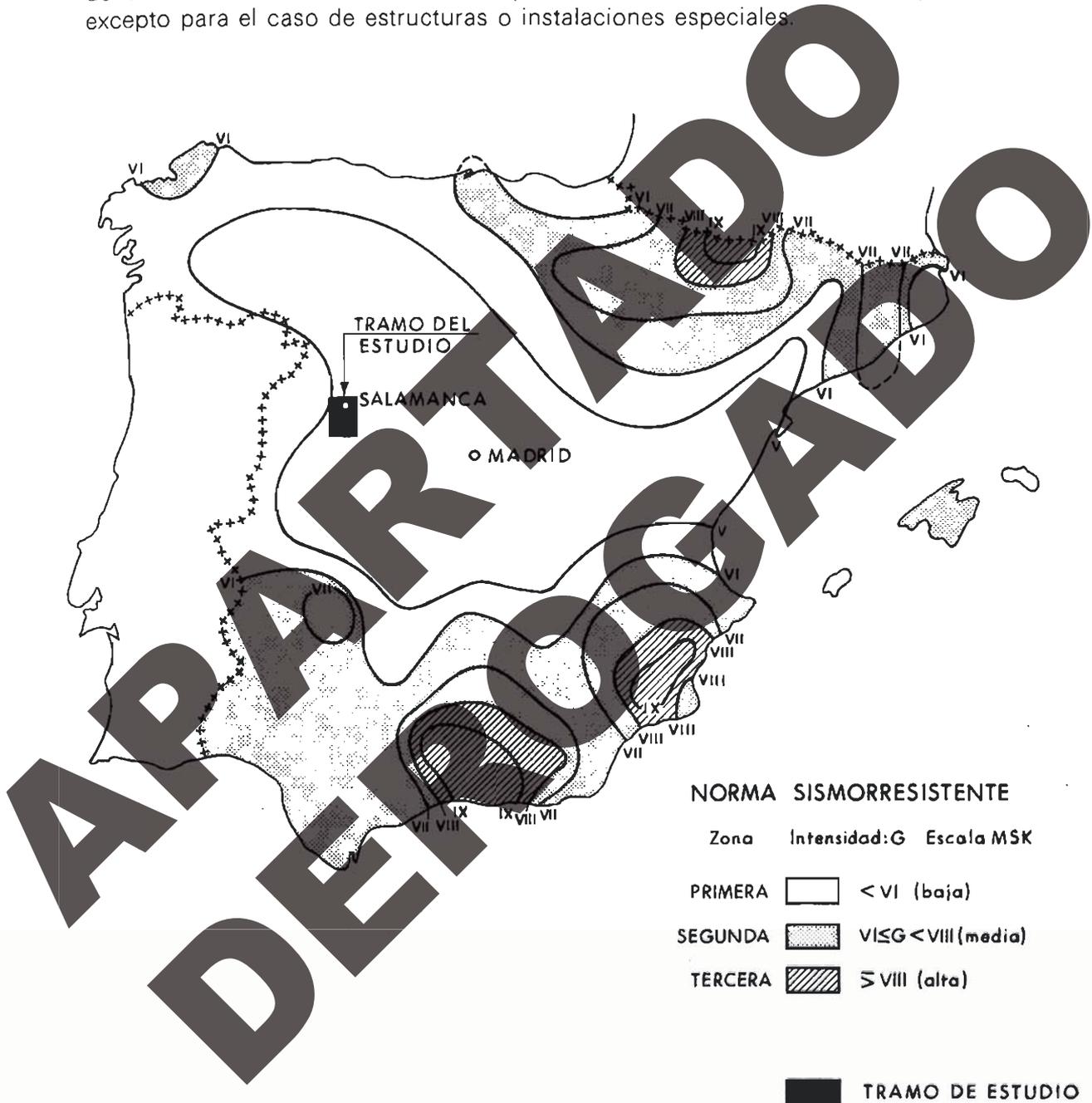


Fig.5.- SITUACION DEL TRAMO DE ESTUDIO EN EL MAPA QUE DEFINE LAS ZONAS SISMICAS

3. ESTUDIO DE ZONAS

3.0. DIVISION DEL TRAMO EN ZONAS DE ESTUDIO

Por razones metodológicas, el Tramo ha sido dividido en dos Zonas, de modo que cada una de ellas engloba materiales que, por haber sido depositados a lo largo de períodos geológicos distintos, tienen características propias que se reflejan en la geomorfología y en la topografía del terreno (Fig. 6).

Se han considerado las siguientes Zonas:

ZONA 1.— Areas de planización. Se corresponden con superficies estructurales de materiales terciarios, y áreas de arrasamiento y planización, de edad plio-cuaternaria y cuaternaria.

Esta Zona engloba pequeños asomos de materiales metamórficos de edad precámbrica.

ZONA 2.— Areas de montaña y lomas, en las que afloran principalmente materiales de edad arcaica y paleozoica.

Esta Zona incluye materiales de recubrimiento cuaternario e isleos del Terciario.

3.1. ZONA 1: AREAS DE PLANIZACION

3.1.1. Geomorfología

Los materiales que ocupan la Zona 1 son depósitos de edades terciaria, plio-cuaternaria y cuaternaria, poco o nada afectados por procesos tectónicos (Foto 5).

La serie terciaria, constituida mayoritariamente por areniscas y margas, presenta por su disposición horizontal o subhorizontal, un relieve tabular, que se resuelve generalmente en áreas de llanuras con muy suave pendiente o superficies alomadas terminadas o delimitadas por laderas con fuertes pendientes, a veces escarpadas, hacia los valles de los principales ríos y arroyos de la zona. Con cierta frecuencia aparecen en el paisaje cerros-testigo a modo de pequeñas mesas como formas residuales de los materiales terciarios.

Al Norte del paralelo de Salamanca, el Terciario suele dar formas alomadas, sobre las que se alzan, a escasa altura y de vez en cuando, algunos cerros cónicos o pequeñas mesas coronadas por superficies de erosión y acumulación tipo glacis. Este sector queda delimitado, al Sur de su zona central y oriental, por el valle del río Tormes, al que se desciende por una ladera de muy fuerte pendiente e incluso escarpada, con un desnivel de hasta 80 m en algunos puntos, y por el valle del arroyo de La Valmuza, al Oeste.

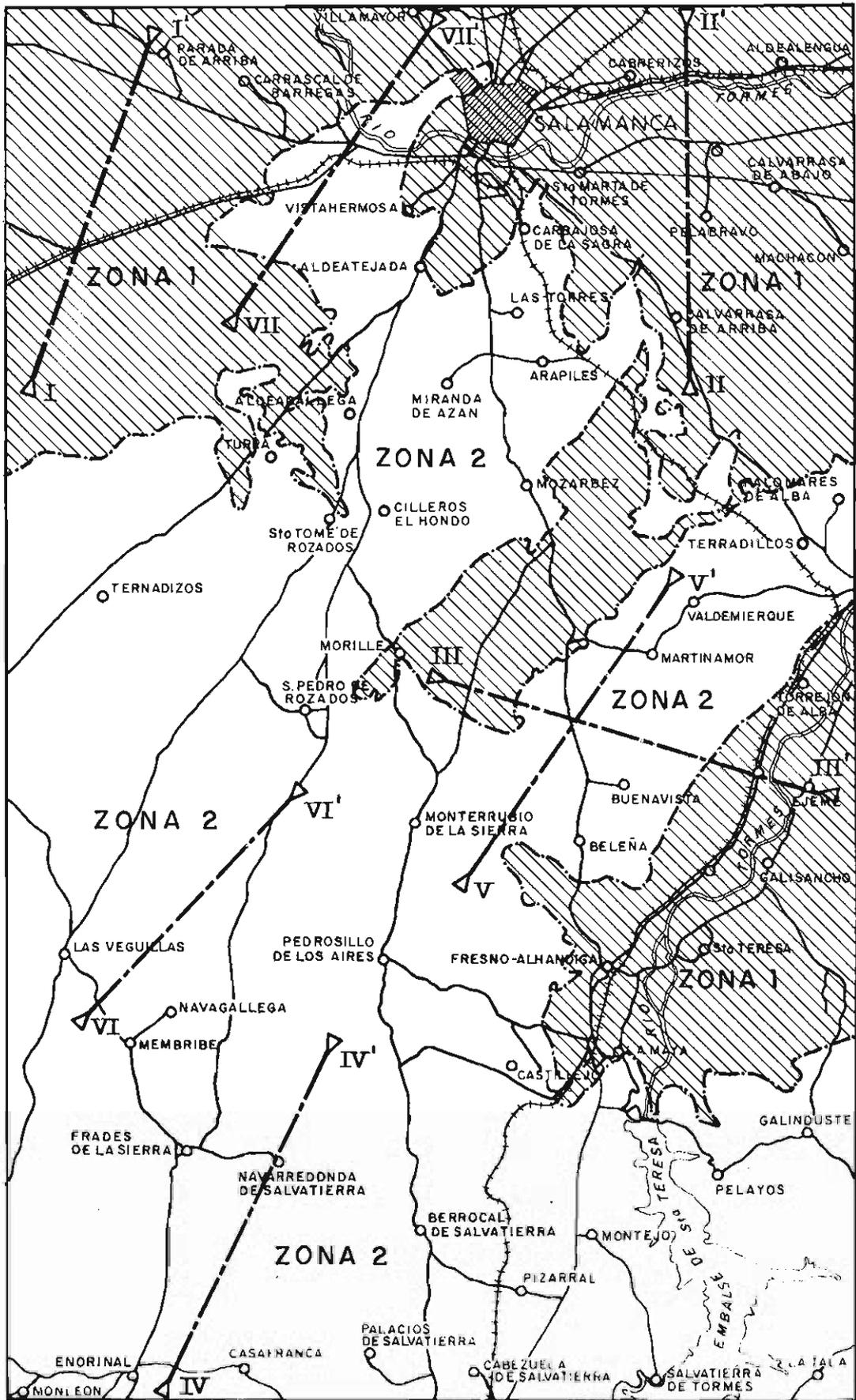


Fig.6.- ESQUEMA DE SITUACION DE LAS ZONAS Y SUS CORTES GEOLOGICOS



Foto 5.— Morfología de la Zona 1, al Norte de La Maya, en un área situada en la confluencia de los ríos Tormes y Alhándiga. Ambos ríos están encajados en materiales terciarios que se encuentran culminados por los depósitos de edad plio-cuaternaria, que dan lugar a una plataforma suavemente inclinada al Norte.

Al Sur del mencionado paralelo de Salamanca, las llanuras terciarias presentan gran continuidad y uniformidad debido a la existencia de superficies de peneplanización, que dan lugar a plataformas de muy suave pendiente hacia el valle del Tormes y que están recubiertas frecuentemente por glaciares de acumulación, de escasa potencia. Estas superficies enlazan insensiblemente con los niveles de terraza. En algunos casos, cuando el Terciario está constituido por niveles de conglomerados y arenas poco cementadas, de naturaleza similar a las de las rañas o glaciares, es difícil discernir si se trata de una superficie erosiva o de acumulación.

También al Sur de Salamanca el Terciario queda delimitado por laderas de fuertes pendientes, a veces escarpadas. En las zonas de borde, en el entorno del contacto entre los materiales terciarios y los metamórficos, el Terciario suele constituir islas en forma de cerros-testigo coronados por pequeñas mesetas, o bien se funde con la morfología metamórfica al quedar encerrado tectónicamente entre los materiales arcaico-paleozoicos. En general, los contactos entre ambas formaciones, en toda la zona de estudio, se establecen mayoritariamente por fallas.

Los materiales cuaternarios ocupan esencialmente el valle del río Tormes y el arroyo de Valmuza. En el primer caso se trata de un ancho valle, que tiene un desarrollo amplio del lecho activo y de la terraza baja de inundación. En el segundo existe asimismo una importante superficie de depósitos, que se desarrolla en la margen izquierda del arroyo, y que presentando desde una pendiente muy suave a inclinaciones algo pronunciadas, aunque siempre suaves, va a enlazar con los depósitos tipo raña, existentes en las zonas altas, sobre los materiales paleozoicos.

Los conos de deyección, formados a los pies de la desembocadura de los barrancos que desaguan en los cursos permanentes, tienen un gran desarrollo en la margen Este de la Hoja de Las Veguillas.

Los procesos erosivos se concentran en las márgenes del lecho aluvial del río Tormes y de los grandes arroyos de la zona. En el resto no se aprecia, en la actualidad, un proceso acusado de erosión de las vertientes, siendo pocas las áreas en donde pueden observarse fenómenos de acarreamiento. Los procesos de inestabilidad de laderas, por deslizamiento, solifluxión o desprendimientos, no tienen significación en esta Zona 1, aunque se han observado algunos fenómenos de inestabilidad gravitacional asociados con la deposición de los materiales de la raña.

3.1.2. Tectónica

El hecho de que la Zona 1 esté ocupada por materiales de edades terciaria y cuaternaria implica que sus rasgos tectónicos sean consecuencia de los reflejos y repercusiones geodinámicas de cierta actividad tectónica causada por la Orogenia Alpina. La deformación se manifiesta mediante fallas subverticales de dirección N-10°-E a N-30°-E. Estas fallas, que forman parte del sistema de desgarres tardihercínicos más frecuentes en el Macizo Hespérico, jugaron como fallas normales o inversas hasta épocas muy recientes y condicionan buena parte de la morfología actual de la región. De este modo, gran parte del contacto de la Zona 1 con la Zona 2 se realiza mediante este sistema de fallas. Un claro ejemplo de este hecho es el contacto Morille-Mozarbez (Foto 6). Asimismo el trazado fisiográfico del río Tormes entre La Maya y Alba de Tormes está condicionado por la existencia de un conjunto de fallas de dirección NE-SO que crean una pequeña fosa tectónica rellena y enmascarada en la actualidad por los depósitos del Cuaternario.

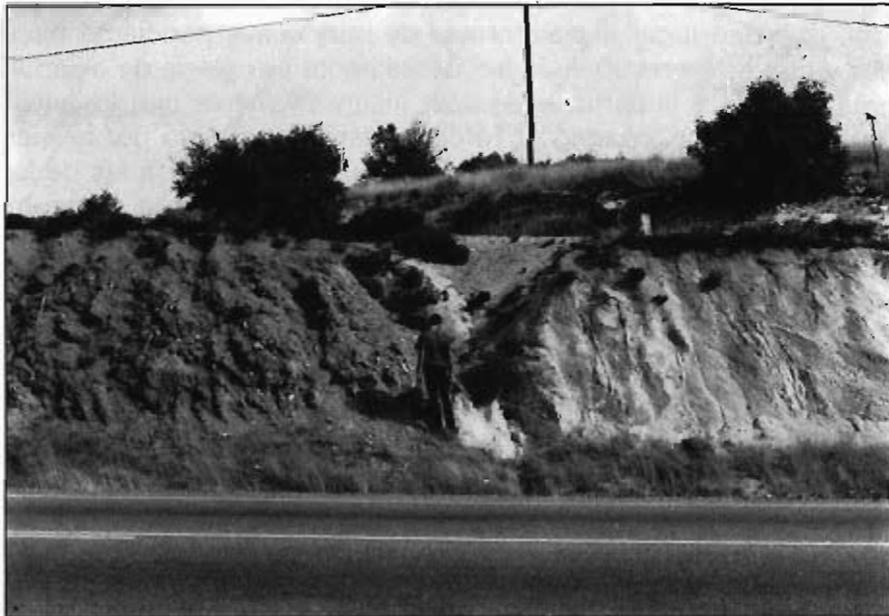


Foto 6.— Contacto mecánico entre materiales del Complejo Esquisto-Grauváquico y las arenas arcóscicas del Terciario Inferior, al Sur de Mozarbez, en un talud de la carretera N-630.

La mayoría de los materiales de la Zona 1 están dispuestos en bancos subhorizontales, de potencia variable entre 2 m y 20 m. Son frecuentes los contactos erosivos dentro de las unidades terciarias, así como los cambios laterales de facies, rápidos. (Figuras 8 y 9).

No existe ningún tipo de metamorfismo ni plegamiento importante dentro de la Zona 1, salvo una deformación tectónica producto de la acción del sistema de fallas de dirección N-10°-E a N-30°-E.

3.1.3. **Columna estratigráfica**

La columna estratigráfica de esta Zona 1 aparece en la Figura 7.

3.1.4. **Grupos litológicos**

En la Zona 1 se han diferenciado las siguientes formaciones o grupos litológicos:

PIZARRAS Y ESQUISTOS BANDEADOS, 010a
MICACITAS Y MICAESQUISTOS, 010a1
PIZARRAS, METACONGLOMERADOS Y CUARCITAS, 010b
PIZARRAS VERDES CARBONOSAS Y CALCOESQUISTOS, 010c

Todos estos grupos se describen en la Zona 2 donde adquieren su verdadero desarrollo.

ARCOSAS, 312

Litología.— Este grupo está compuesto esencialmente por samitas feldespáticas de grano grueso, generalmente subredondeadas, con cuarzo, feldespato y moscovita, sumergidos en una matriz arcillosa de illita y montmorillonita. Sus tonos, generalmente claros, pueden oscilar entre el rojo ladrillo, en horizontes que parecen indicar proximidad del contacto con el zócalo hercínico, y colores ocres amarillentos. Además, en los niveles arcósicos abundan las manchas versicolores que van del rojo violáceo al amarillo. Son frecuentes los tramos conglomeráticos y microconglomeráticos, constituidos por cantos de cuarzo y metacuarcita, y a veces muy compactos (Foto 7). Localmente se intercalan amplios lentejones de materiales pelíticos, esencialmente montmorilloníticos, cuyos tonos pueden ir desde los muy claros a los rojizos, pasando por los versicolores. Su distribución es irregular a lo largo de la serie sedimentaria. (Foto 8).

Al Norte de la Hoja de Salamanca, y ocupando la cima de la formación terciaria, aparecen algunos horizontes calcáreos, poco potentes, representados por calizas nodulosas y margosas que muy localmente llegan a adquirir cierta pureza y compacidad. Intercalan lechos de margas arcillosas, que tienen tonos negros.

Estructura.— El grupo en su conjunto está bien estratificado, siguiendo una geometría subhorizontal. Las arcosas aparecen sin ninguna estructuración visible, presentándose como un depósito masivo. Los bancos de conglomerados y microconglomerados se intercalan en la serie arcósica horizontalmente, dando al conjunto de la serie sedimentaria el aspecto estratificado (Foto 9). Estos bancos no

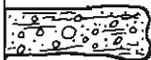
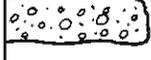
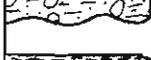
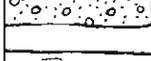
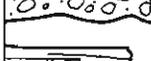
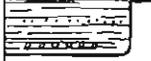
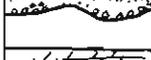
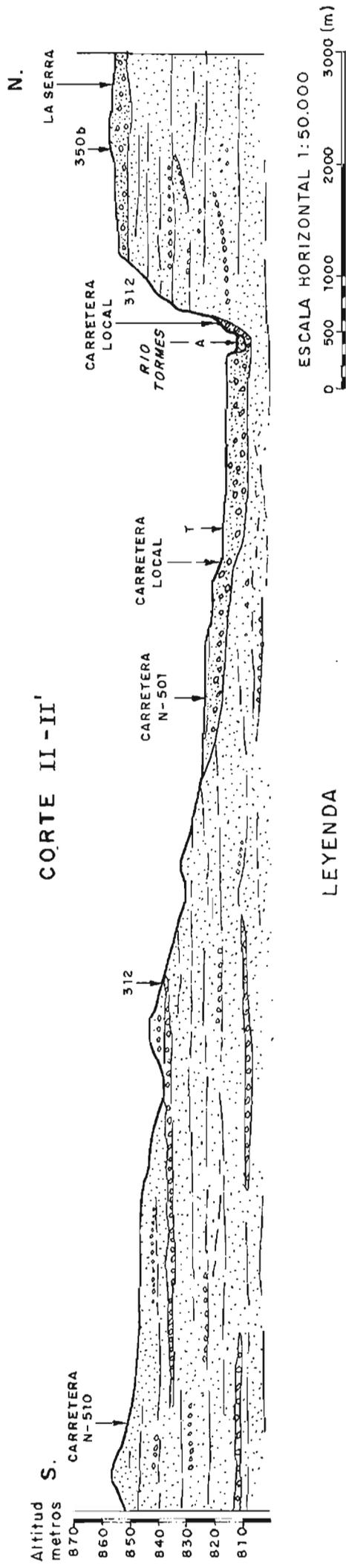
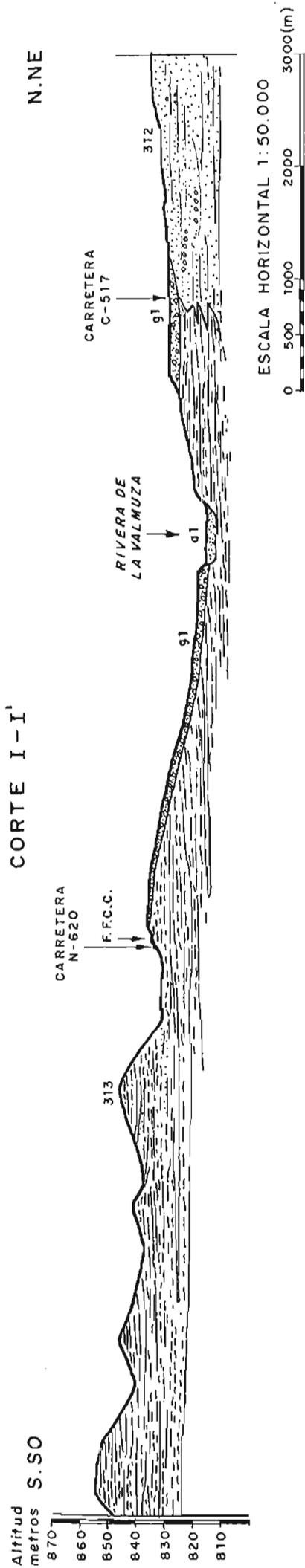
COLUMNA LITOLÓGICA	GRUPO LITOLÓG.	GRUPO GEOTECN.	DESCRIPCIÓN	EDAD
	A	G-1	Aluviales octuoles. { Gravas, arenas y limos. Arenas y arenas limosas. Gravas y arenas. Limos y arcillas.	CUATERNARIO
	a	G-3		CUATERNARIO
	A1, a1	G-3		CUATERNARIO
	A2	G-2		CUATERNARIO
	O	G-3	Conos de deyección.	CUATERNARIO
	C,c	G-4	Coluviales.	CUATERNARIO
	T	G-3	Terrazas. Arenas, limos y gravas.	CUATERNARIO
	g	G-2	Glacis. Limos arcillosos y cantos dispersos.	CUATERNARIO
	350 b	G-5	Gravas y arenas con matriz arcillosa rojo (Raña)	PLIOCUATERNARIO
	350 a	G-5	Conglomerado de cantos gruesos.	PLIOCUATERNARIO
	313	G-7	Arcillos rojas con niveles de cantos dispersos.	OLIGOCENO
	312	G-6	Arcosas.	EOCENO
	010 c	G-9	Pizarras verdes, carbonosas, y calcoesquistos.	PRECAMBRICO
	010 b	G-10	Pizarras, metaconglomerados y cuarcitas.	PRECAMBRICO
	010 a1	G-9	Micácitas y micaesquistos.	PRECAMBRICO
	010 a	G-9	Pizarras y esquistos bandeados.	PRECAMBRICO

Fig.7.- COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LA ZONA 1

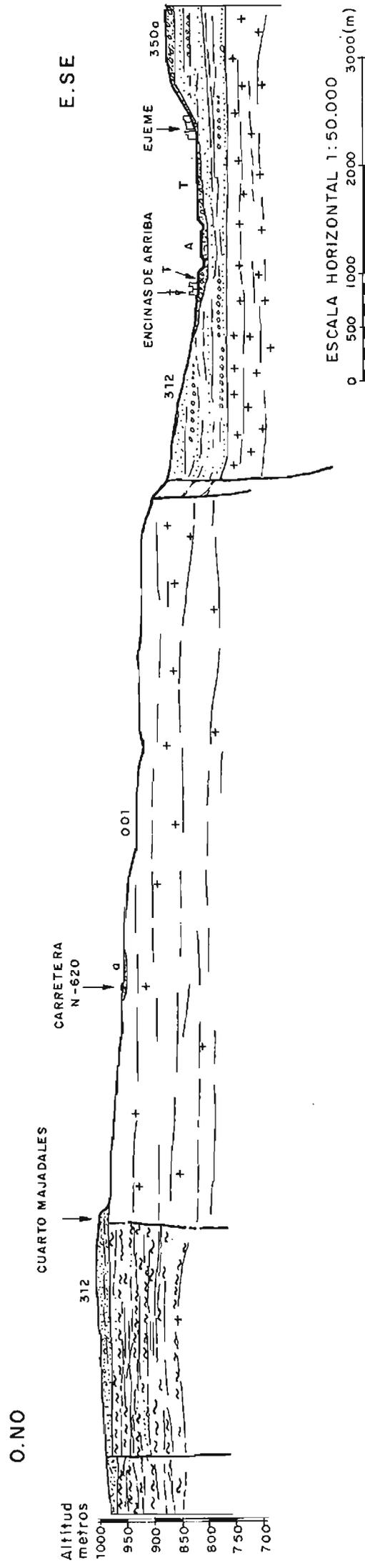


LEYENDA

- A Aluvial activo del Río Tormes
- a1 Aluvial arenoso
- T Terrazas
- gl Glacis arcilloso
- 350b Raña
- 313 Arcillas y cantos dispersos
- 312 Arcosas

Fig.8.- CORTES GEOLOGICOS DE LA ZONA I

CORTE III - III'



LEYENDA

- A,a — Aluvial activo
- T — Terraza
- 350 a — Conglomerado de cantos gruesos
- 312 — Arcosas
- O10 a1 — Micaesquistos y micacitas
- 001 — Metagranitos

Fig. 9. - CORTES GEOLOGICOS DE LA ZONA I



Foto 7.— Aspecto de las areniscas arcóscicas en un talud de la carretera N-630, al Sur de Mozarbez, en el área de contacto por falla con el Complejo Esquisto-Grauváquico.



Foto 8.— Niveles areniscosos y margosos en un talud de la nueva carretera de circunvalación de Salamanca, al Oeste de dicha ciudad.

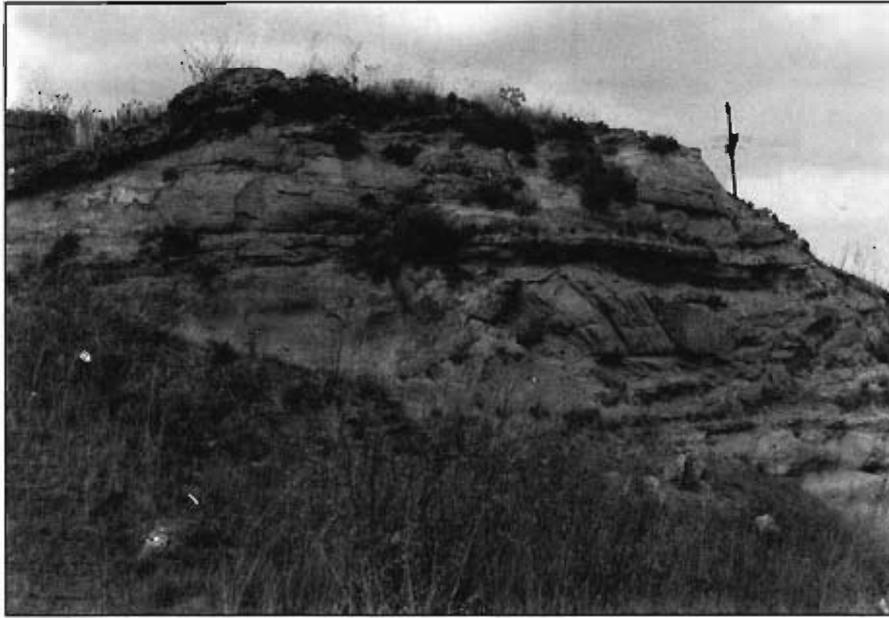


Foto 9.— Areniscas arcósicas del grupo litológico 312, en un talud existente en la carretera local entre Cabrerizos y Aldealengua.

suelen tener más de 1 m a 2 m de potencia y su continuidad lateral es muy escasa. En su interior muestran localmente una estratificación cruzada en surco.

Estos materiales no han sufrido ningún tipo de metamorfismo, ni de deformación continua (pliegue) importantes. Sólo se observa una fracturación con dirección N-10°-E, N-30°-E (alpina), que genera una morfología rectilínea en el contacto con las unidades arcaico-paleozoicas, a la vez que da lugar a basculamientos que presentan buzamientos que pueden llegar hasta los 50°. Estas inclinaciones de las capas, existentes en estas áreas de contactos tectónicos con el zócalo hercínico, enlazan rápidamente con la disposición horizontal o subhorizontal que caracteriza al conjunto del Terciario.

Geotecnia.— La permeabilidad de este grupo litológico es en general alta, ya que su constitución mayoritariamente detrítico-areniscosa permite una infiltración importante de las aguas de escorrentía. No obstante, existen horizontes intercalados en esta serie litológica que, por su naturaleza arcillosa, no permiten el paso fácil del agua, y por tanto pueden crear áreas de mal drenaje superficial cuando el horizonte del terreno coincide con ellos, o bien dar lugar a la constitución de un nivel freático cautivo o colgado en el terreno. Los taludes naturales, cuyas alturas oscilan entre 1 m y 15 m, se muestran en su mayoría con buena estabilidad. Circunstancialmente se han observado áreas con una inestabilidad activa. Es el caso de la margen izquierda del regato de Veletos, situado al Este de La Maya. (Foto 10), donde el grupo (350a) crea, en el contacto con las arcosas, un horizonte freático colgado.

La existencia de estratos superpuestos horizontalmente con distinto grado de alteración y erosionabilidad, y la presencia circunstancial de aguas colgadas en las laderas, entre estratos permeables duros y arcillosos blandos, da lugar en algunas áreas, y en laderas pronunciadas, como en la margen derecha del río Tor-

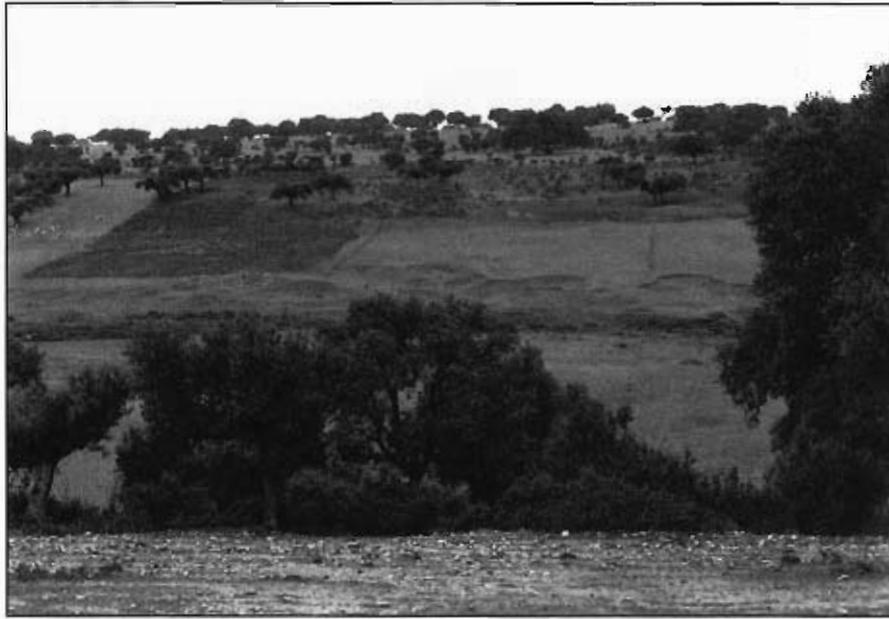


Foto 10.— Deslizamientos activos en la ladera de la margen izquierda del Regato de Veletos.

mes, a la existencia de fenómenos de desprendimientos o desplomes, que tienen su causa en la erosión diferencial. La construcción de taludes de excavación puede presentar problemas en algunas áreas en donde existan niveles más o menos masivos de naturaleza arcillo-margosa, ya que se podrán producir fenómenos de deslizamiento cuando a los taludes se les dé pendientes fuertes, en general por encima de los 45° (Foto 11). Si en el talud existen afloramientos de aguas, los problemas de inestabilidad se agudizarán, siendo necesario entonces tender los taludes y realizar medidas de captación y drenaje de las aguas freáticas, e incluso será necesario tomar medidas de contención si la presencia de agua es importante y la alteración de los niveles arcillosos es profunda. En general, la construcción de taludes en este grupo litológico presentará problemas de erosionabilidad lineal y diferencial. En la construcción de taludes de alturas medias y en condiciones favorables de estos terrenos, las pendientes no deberían sobrepasar los 50° en el caso de formación alternante, y los 60° en los niveles arcóscicos masivos.

La capacidad portante debe estimarse entre moderada y alta, dada la variación de competencia de los distintos niveles litológicos existentes en la serie estratigráfica. Circunstantialmente se podrán presentar problemas de asentamientos diferenciales, que serán más probables en áreas de media ladera, en donde localmente las condiciones de capacidad de carga pueden llegar a ser bajas.

El grupo se considera ripable en su gran mayoría (se exceptúan algunos niveles conglomeráticos muy duros), con medios mecánicos normales.

ARCILLAS ROJAS Y PUDINGAS ARCILLOSAS DE CUARCITA, 313

Litología.— Este grupo de edad terciaria está compuesto por arcillas rojas que incluyen cantos poco o nada rodados. Los cantos aparecen en muy diversa



Foto 11.— Talud de excavación en materiales del grupo 312, situado en la carretera de circunvalación existente al Oeste de la ciudad de Salamanca. La existencia de un nivel margoso impermeable en la base del mismo ha propiciado la aparición de algunos desplomes.

proporción; desde muy dispersos, hasta llegar a constituir horizontes de pudingas arcillosas de pizarra, esquisto y cuarcita (Foto 12). Estos cantos no suelen tener un tamaño superior a 1,5 cm. Las arcillas presentan una plasticidad elevada y suelen mostrar un color rojo muy fuerte. En las pudingas arcillosas la matriz es de naturaleza ferroallosítica. En los afloramientos noroccidentales, la base de la formación contiene exclusivamente clastos de pizarra de 0,5 cm a 1 cm de diámetro y muy baja proporción con respecto a la matriz. En cambio, en los afloramientos suroccidentales, la base de la formación está compuesta por gran cantidad de clastos samíticos procedentes de la erosión del Eoceno infrayacente, y metamórficos.

Estructura.— Este grupo, dispuesto subhorizontalmente, presenta una estructura masiva, o bien puede estar compuesto por numerosos bancos de arcillas rojas, pudingas arcillosas y samitas arcillosas, que descansan de forma sucesiva y erosionalmente sobre su banco infrayacente.

Los materiales situados en el extremo SE del Tramo descansan sobre la unidad arcósica (eocena) en discordancia erosiva, mientras que los situados en el extremo NW del Tramo lo hacen mediante una discordancia erosiva angular y sobre unidades paleozoicas.

Los materiales de este grupo litológico no han sufrido ningún tipo de metamorfismo, ni de deformaciones continuas (pliegues) importantes. Sólo se observa una fracturación de dirección N-10°-E, N-30°-E (alpina) que genera unos contactos rectilíneos con los demás grupos.

Geotecnia.— Se trata de un grupo en el que pueden existir cambios significativos en el grado de permeabilidad de unas áreas a otras. Superficialmente pre-

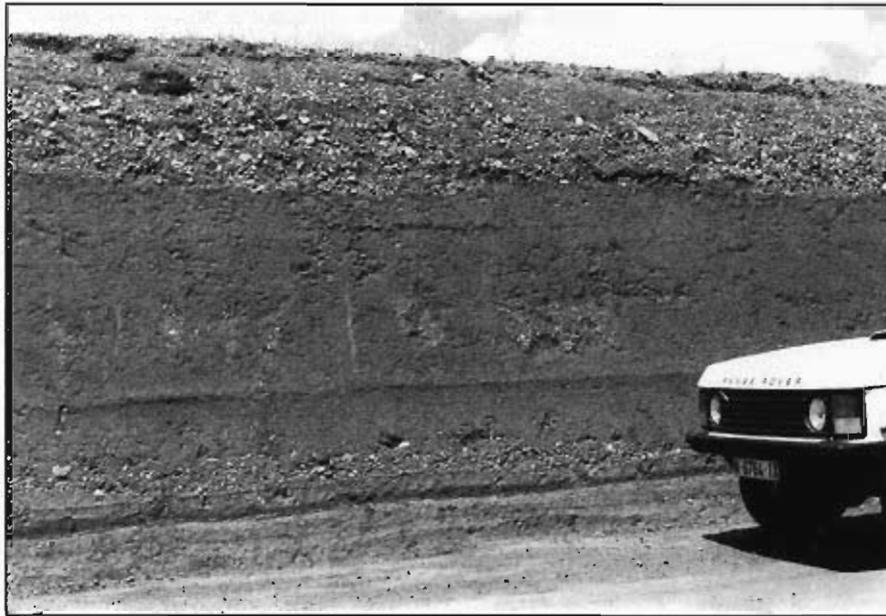


Foto 12.— Arcillas rojas y niveles de pudingas del grupo 313. El horizonte conglomerático superior representa al grupo litológico (350b).

sentará una buena filtración de las aguas de escorrentía debido a la existencia de suelos lavados, con abundante grava y limos arenosos. En profundidad la composición predominantemente arcillosa le da al grupo litológico un carácter mayoritariamente impermeable, aunque los cambios laterales a facies más groseras, con intercalación de lechos de areniscas y conglomerados, hace que se presenten niveles permeables que pueden crear pequeños horizontes freáticos cautivos.

Las laderas de los terrenos en donde afloran las arcillas rojas, no presentan inestabilidad natural. Los taludes artificiales aguantan bien fuertes pendientes, pero sufren un proceso de deterioro más o menos rápido, debido a su condición arcillosa (Foto 13). Taludes con pendientes entre 45° y 50° , tratados con hidrosiembra, sería lo procedente a realizar en estos terrenos.

La capacidad de carga debe estimarse moderada. En presencia de agua este grupo puede tener un comportamiento muy diferente, siempre en sentido negativo. Por ello se estima conveniente, en todo caso, mantener un buen drenaje del terreno, tanto en superficie, de las aguas de escorrentía, como en profundidad, si se apreciara la existencia de aguas freáticas colgadas en los taludes, o libres bajo la calzada.

Los materiales son ripables por medios mecánicos normales.

CONGLOMERADOS DE CANTOS GRUESOS, 350a

Litología.— Este grupo está formado por un conglomerado poligénico, compuesto por cantos muy gruesos, de 7 a 20 cm de diámetro, de cuarzo, cuarcita, pizarra, esquistos, fragmentos del Complejo Esquisto-Grauváquico, areniscas, y cantos blandos en general. La matriz es arcósica con cantidades significativas de arcilla, y en su conjunto muestra un característico color pardo-rojizo muy generalizado (Foto 14).



Foto 13.— Explotación de arcillas del grupo 313, junto a la carretera comarcal 512, entre los P.K. 14 y 15, en las proximidades del poblado de Turra.



Foto 14.— Conglomerado de cantos gruesos inmersos en una matriz arcósica-arcillosa con un marcado color pardo-rojizo.

Estructura.— Este grupo se localiza regionalmente en la margen Este del río Tormes, en la Hoja de Las Veguillas. Da lugar a unas plataformas que se escalonan y descienden desde las zonas más altas del relieve próximo, y se sitúa en discordancia erosiva sobre las arenas arcósicas del Terciario Inferior que aflora al pie de los escarpes creados por el río Tormes en su margen derecha.

Los materiales se estratifican en lentejones de más o menos continuidad, dando al conjunto un cierto carácter masivo, cuya potencia global puede oscilar entre 1 y 15 m.

Desde el punto de vista tectónico, no se han apreciado otras estructuras, aparte de las debidas a la rotura de las vertientes por inestabilidad gravitacional. Este tipo de fenómeno adquiere cierta significación en la ladera de la margen derecha del Regato de Martimpérez, situado en el ángulo SE de la Hoja topográfica de Las Veguillas.

Geotecnia.— Este grupo presenta una permeabilidad alta o muy alta y una buena escorrentía superficial que se desarrolla mayoritariamente por percolación. Los taludes naturales en los bordes de las plataformas sufren lentas, pero constantes modificaciones, derivadas de la erosión. En algunas áreas se observan roturas fósiles que afectan a zonas importantes. El hecho de que los materiales de este grupo sean muy permeables y se sitúen sobre otros que lo son menos, e incluso que pudieran serlo muy poco en algunas áreas, posibilita la aparición de fenómenos de inestabilidad de ladera. En la excavación de taludes artificiales deben preverse estas circunstancias, y cuando no se dé la situación anterior, podrán diseñarse desmontes con pendientes relativamente fuertes, siempre que se tomen medidas para evitar que los pequeños desprendimientos o desplomes que puedan producirse en el grupo por efecto de la erosión, lleguen a la calzada. Si en el talud de excavación apareciera este grupo sobre un terreno de facies impermeable, deberán tomarse medidas de tendido de taludes, en torno a los 45°, y de drenaje, o bien crear un escalón entre las gravas y el material impermeable inferior, disponiendo un dren longitudinal que pudiera recoger las posibles aguas que circularan entre las dos formaciones. En algunos casos pudiera ser aconsejable la colocación de tacones o espaldones en la base del talud.

RAÑA, 350b

Litología.— La composición de este grupo viene definida por un conglomerado, heterométrico y polimíctico, formado por clastos, en la mayoría de los casos, de cuarcita, aunque en áreas localizadas, al Norte de la Hoja de Guijuelo o en la de Salamanca, se pueden encontrar cantos de esquisto, pizarras, cuarcitas y rocas del Complejo Esquisto-Grauváquico.

La matriz es principalmente arcillosa, de color rojo-vináceo, y posee una plasticidad muy elevada (Foto 15). Debido a los diferentes aportes que este grupo puede tener, se pueden encontrar algunos niveles de arenas de grano muy fino intercalados en él.

Estructura.— Los materiales de este grupo constituyen un manto de recubrimiento sobre superficies peneplanizadas. Estos recubrimientos no sobrepasan el metro de espesor en la mayoría de los casos, pero tienen una gran importancia en

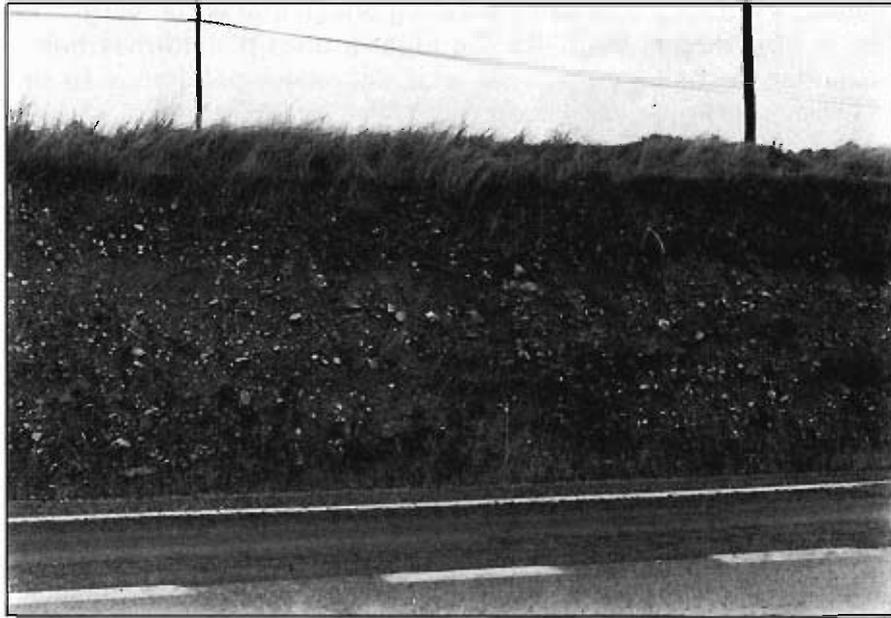


Foto 15.— Suelo tipo, pardo, generado sobre el grupo litológico (350b) (depósito tipo Raña). Talud lateral de la carretera N-630, en las proximidades de la localidad de Montejo, P.K. 37,8.

lo que se refiere a su extensión, llegando a ocupar áreas importantes del Tramo estudiado.

El contacto con las unidades infrayacentes es discordante y erosivo, y a menudo se encuentran varios niveles de «superficies de planización» a diferentes alturas y erosivas entre sí, llegando incluso a «aterrazarse». (Foto 16).



Foto 16.— Superficie de peneplanización con cobertera de rafia, sobre materiales del Complejo Esquisto-Grauváquico, al Norte de Santo Tomé de Rozados.

No se encuentran signos en este grupo de deformaciones importantes, debido a la juventud de sus materiales. No obstante, sí se han observado estructuras fósiles de deslizamientos de gravedad que debieron originarse en ciclos climáticos muy húmedos.

Geotecnia.— Los materiales de este grupo presentan una alta permeabilidad y una buena escorrentía superficial que se efectúa mayoritariamente por percolación. Las pendientes naturales son en general muy tendidas y mayoritariamente de imperceptible inclinación. No presentan mayores problemas de estabilidad natural si exceptuamos un área situada en la vertiente de la margen izquierda de la Rivera de La Valmuza, en la Hoja de Salamanca. Aquí se observa, en un amplio sector, un escalonamiento de la suave pendiente del terreno debido a un proceso de deslizamiento fósil del mismo. Este fenómeno hay que interpretarlo en el sentido de que los materiales detríticos gruesos, gravas silíceas y arenas con matriz limo-arenosa y limo-arcillosa, que constituyen este grupo litológico, están recubriendo, muy probablemente, a una formación arcillosa del Terciario, o bien, con mucha menor probabilidad, a un sector de pizarras muy tectonizado y profundamente alterado.

La excavación de taludes artificiales sólo podrá crear problemas si estos materiales constituyeran una montera sobre alguna formación que pudiera resultar alterada o deformada con cierta facilidad por las aguas que almacenan o discurren a su través. En estos casos se impone la necesidad de tomar medidas de drenaje en profundidad de las aguas freáticas.

La capacidad de carga de estos terrenos es en general moderada. No obstante, dada su normal escasa potencia, los esfuerzos transmitidos por las estructuras, cuando éstas sean de alguna entidad, repercutirán sobre el sustrato de apoyo de este grupo litológico, siendo en definitiva a ese sustrato, terciario o arcaico-paleozoico, al que habrá que referenciar los esfuerzos principales.

Es un grupo ripable por medios mecánicos normales.

TERRAZAS, T

Litología.— Las terrazas del río Tormes y de algunos arroyos importantes de la zona presentan superficialmente, con cierta frecuencia, una composición limo-arcillosa, con cantos dispersos y tonos pardos por el alto contenido en materia orgánica. Bajo este depósito suelen encontrarse lechos de arenas y gravas de naturaleza silícea, mayoritariamente de cuarzo y cuarcita, muy redondeadas, con un tamaño medio de 7 cm y un centil de 20 cm (Foto 17).

Estructura.— Estas terrazas presentan una disposición horizontal y una topografía singular llana. Están muy bien estratificadas, y geográficamente comprenden mayoritariamente la vega del río Tormes, dando formaciones extensas y potentes (Foto 18).

En el río Tormes se ha podido constatar la sucesión estratigráfica de la terraza más baja, en una explotación de áridos existente al Norte del pueblo de La Veguilla, en el límite NE de la Hoja de Las Veguillas. Aquí se ve en superficie un horizonte de limos de 1,5 m, debajo del cual hay 2 m de arenas que a su vez recubren 4 m de gravas existentes bajo el nivel freático y que se asientan sobre un



Foto 17.— Pequeña explotación de arenas y gravas en la terraza del río Tormes, en las inmediaciones del cementerio de Naharros.

sustrato arcilloso terciario detectado por la draga. En las terrazas algo más elevadas y, en especial, en las áreas que marcan el límite con los terrenos terciarios, sólo es posible ver en superficie entre 1,5 m y 2 m de limos y arcillas, a veces muy orgánicos, con gravas dispersas. La potencia aparenta estar engrosada por aportes arcillosos de los derrubios de ladera, bajo los cuales se ha de suponer la existencia de lechos de arenas y gravas.



Foto 18.— Terraza baja del río Tormes, al Norte de Naharros Nuevos.

Geotecnia.— Superficialmente este grupo puede presentar una permeabilidad deficiente debido al nivel limo-arcilloso que constituye el horizonte superior de las terrazas. La capacidad portante de las terrazas debe considerarse moderada, debiendo influir en ella las variaciones estacionales que pueda experimentar el horizonte freático instalado en estos materiales. Esta circunstancia puede condicionar, en última instancia, la existencia de asientos diferenciales. En áreas en donde la terraza tenga reducido espesor, las presiones se remitirán al sustrato que está constituido por materiales terciarios de naturaleza margo-arcillosa. En áreas de terraza colgada, los horizontes freáticos que puedan crearse son estacionales y su importancia e influencia es mucho menor. Los únicos problemas de carácter geodinámico existentes en este grupo se refieren a la zapa efectuada por las aguas fluviales en las márgenes que delimitan el lecho mayor del río.

Estos materiales son objeto de aprovechamiento como áridos.

ALUVIONES GRUESOS DE FONDO DE VALLE, A1.a1

Litología.— Los depósitos de fondo de valle representativos de este grupo suelen estar constituidos por un nivel superior limo-arcilloso con cantos silíceos dispersos, que recubre a lechos lenticulares de gravas arenosas y limosas, de naturaleza poligénica, esencialmente silícea, con dominio de cantos de cuarzo y cuarcita, de tamaños variables que incluyen el de bolo, en una cierta proporción, y lechos de arenas limosas y limos (Foto 19).

En el área Norte, más concretamente en La Rivera de La Valmuza, este grupo litológico posee una menor potencia de sedimentos, por lo que se le redefine como (a1).



Foto 19.— Rivera de La Valmuza. Aluvial de gravas silíceas, arenas y limos.

Estructura.— Este grupo se reduce a algunos arroyos importantes situados en la margen derecha del río Tormes y al arroyo de Valmuza, situado en la zona Oeste de la Hoja de Salamanca. Los depósitos acarreados por dichos arroyos constituyen vegas de anchura moderada que surcan terrenos terciarios y plio-cuaternarios en los que predominan los materiales detríticos gruesos que van a engrosar los aluviones.

El nivel superficial limo-arcilloso es muy desigual pudiendo oscilar su potencia entre cero y un metro. El nivel inferior de gravas arenosas y limosas tiene forma lenticular y alterna con lechos predominantemente arenosos o limosos. Su potencia puede oscilar entre 2 y 3 metros. En la desembocadura de alguno de estos arroyos puede crearse un abanico aluvial que se superpone o se indenta con el aluvial aterrizado del río al que llega, en este caso, el Tormes.

Geotecnia.— En general debe hablarse de un grupo con buena permeabilidad, aunque en superficie puedan darse algunos problemas de drenaje debido a la morfología llana y a la existencia frecuente de un horizonte superior limo-arcilloso. La capacidad portante de estos materiales debe considerarse moderada, debiéndose prever la posibilidad de que puedan darse asientos diferenciales a causa de la existencia de un horizonte freático fluctuante, asociado al contacto con el sustrato. A este sustrato habrá que referir las cargas en el caso de que adquieran cierta consideración.

El grupo es ripable por medios mecánicos normales.

ALUVIONES ARCILLOSOS DE FONDO DE VALLE, A2

Litología.— Los materiales característicos de estos arroyos son arcillas limosas y arenosas, de tonos pardos, a veces muy oscuras por cargarse de materia orgánica, con cantos silíceos dispersos y, circunstancialmente, lentejones de gravas limosas y arcillosas (Foto 20).



Foto 20.— Aluvial arcillo-limoso con gravas dispersas del arroyo de Los Mendigos, al Oeste de la población de La Maya.

Estructura.— Suelen constituir, en general, fondos de valle estrechos, de no muy largo recorrido. Circunstanacialmente pueden adquirir una cierta amplitud, y entonces los niveles superficiales de arcillas y los niveles orgánicos suelen tomar mayor significación, tal como ocurre con algunos arroyos que desembocan en el río Tormes por el Oeste.

La estructura de los aluviones suele ser lenticular en los lechos detríticos más groseros, y tiene un cierto carácter masivo en los depósitos arcillo-limosos. La potencia puede oscilar entre 1 m y 3 m.

Geotecnia.— Los materiales constitutivos de este grupo deben considerarse poco permeables en general, debiéndose prever en ellos problemas por mala escorrentía superficial. Su capacidad portante se debe estimar baja, y en el mejor de los casos, moderada, con posibilidad de que se susciten problemas por asientos diferenciales.

Este grupo es ripable por medios mecánicos normales.

ALUVIAL ACTUAL, A,a

Litología.— Este grupo está compuesto por materiales limo-arenosos, limos, arenas de grano muy fino y gravas poligénicas, aunque de naturaleza esencialmente silíceas.

Estructura.— Este grupo se ubica en los cursos actuales de los ríos y arroyos. Está representado casi en su totalidad por los acarrees del río Tormes en el ancho espacio de su terraza de inundación (Foto 21). Suele estar mal estratificado y tiene una estructura interior masiva.

Su potencia media se estima puede oscilar entre los 5 m y 7 m.



Foto 21.— Aluvial actual del río Tormes, en las proximidades de Salamanca.

Geotecnia.— Los problemas constructivos suscitados por este grupo son de origen hidrodinámico, sobre todo en épocas de grandes avenidas. Como terreno soporte habrá que remitirse constantemente al sustrato constitutivo del lecho aluvial.

COLUVIALES, C.c

Litología.— Este grupo está constituido por gravas angulosas y heterométricas, esencialmente de cuarcitas, areniscas, cuarzo y pizarra, y que están inmersas en una matriz arcillo-arenosa de tonos pardos y rojizos. (Foto 22).

Estructura.— Los materiales detríticos de este grupo presentan una estructura masiva y se sitúan en las laderas de los relieves importantes. En ciertas áreas, como en la localidad de Las Veguillas, este grupo toma singular significación, llegando a tener de 3 m a 7 m de potencia. En algunas áreas los taludes naturales presentan estructuras fósiles de inestabilidad de ladera, cuyos planos de movimiento general están condicionados sin duda por el horizonte arcilloso y plástico creado por la alteración de las pizarras del sustrato de apoyo.



Foto 22.— Coluvial de cantos de cuarcita poco o nada rodados, envueltos en una matriz arcillosa roja.

Geotecnia.— Son terrenos que en general presentan buena o aceptable permeabilidad y escorrentía superficial que se efectúa en gran medida por percolación. No obstante, en algunas áreas, el drenaje interno debe resultar dificultoso por el alto contenido de matriz arcillosa. La inestabilidad natural observada en las laderas, condicionada por la superficie alterada y arcillosa de las pizarras del sustrato, indica que con estos materiales los taludes de excavación no admitirán pendientes mayores de 30°. En general se les puede considerar utilizables como préstamos.

GLACIS ARCILLOSOS, g1

Litología.— Los materiales representativos de este grupo son depósitos de arcillas arenosas y limosas que contienen gravillas dispersas de naturaleza silícea (Foto 23).

Estructura.— Se trata de depósitos someros que no suelen superar el metro de potencia. Recubren las superficies de arrasamiento, muy tendidas, en los materiales terciarios de la zona norte de la Hoja de Salamanca.

Geotecnia.— Su escasa potencia impide que este grupo tenga una incidencia geotécnica de consideración, por lo que cualquier solicitud constructiva sobre estas áreas deberá referirse siempre al sustrato terciario.



Foto 23.— Arcillas arenosas y limosas con cantos dispersos. Son los materiales constitutivos del grupo g1.

CONOS DE DEYECCION, d

Litología.— Los materiales constitutivos de este grupo varían sustancialmente en función del área de aporte. No obstante, lo normal es que en su composición entren arenas limosas y arcillosas con gravas silíceas de cuarzo y cuarcita, dispersas en proporción variable o formando lentejones discontinuos.

Estructura.— Se trata de depósitos masivos con estructura lenticular imbricada. Su potencia puede oscilar entre unos pocos metros y algo más de siete.

Geotecnia.— Materiales con permeabilidad moderada a alta. Taludes naturales estables. Los taludes de excavación serán inestables con pendientes superiores a 45°, y fácilmente erosionables. Su capacidad de carga debe estimarse entre moderada y baja, con posibilidad de suscitar asientos diferenciales. Materiales ripables por medios mecánicos normales. Pueden ser utilizados como préstamos.

3.1.5. Grupos geotécnicos

G1

Materiales actuales no cohesivos en general. Acuífero subálveo. Problemas de dinámica fluvial. Capacidad soporte moderada con alta probabilidad de provocar asientos diferenciales. En solicitaciones importantes de carga habrá que remitirse en general al sustrato, que en el valle del río Tormes se estima existente a una profundidad media de 7 m. Este grupo geotécnico está constituido por el grupo litológico A.

G2

Materiales cuaternarios generalmente cohesivos, con permeabilidad y capacidad portante bajas. Mala escorrentía superficial. Ripables. Se les considera no utilizables en préstamos o de uso muy restrictivo. Este grupo geotécnico está constituido por los grupos litológicos A2 y g1.

G3

Materiales cuaternarios en los que predominan los niveles no cohesivos sobre los cohesivos. Los niveles cohesivos suelen constituir el horizonte superficial de los grupos litológicos que pertenecen a este grupo geotécnico. La escorrentía superficial puede resultar dificultosa debido a la baja permeabilidad del horizonte superior limoso o limo-arcilloso. Capacidad soporte entre moderada y baja, con probabilidad de provocar asientos diferenciales. En solicitaciones importantes de carga habrá que remitirse en general al sustrato, que podrá situarse a una profundidad media de 7 m. Este grupo geotécnico lo constituyen los grupos litológicos T, D, A1, a1 y a.

G4

Depósitos detríticos de carácter cohesivo con permeabilidad de baja a moderada. Laderas naturales frecuentemente inestables. Capacidad soporte baja. Mate-

riales ripables y utilizables como préstamos restrictivamente. Este grupo geotécnico está constituido por el grupo litológico C.

G5

Depósitos detríticos no cohesivos con moderada a alta permeabilidad. Capacidad portante de moderada a baja. Probabilidad de provocar asientos diferenciales cuando se sitúan sobre un sustrato arcilloso terciario o altamente alterado en materiales esquistosos de edad paleozoica o arcaica. Materiales ripables y utilizables como préstamos. Este grupo geotécnico está formado por los grupos litológicos (350a) y (350b).

G6

Materiales detríticos con carácter esencialmente arenoso, conteniendo niveles importantes de composición predominantemente margosa o arcillosa. Su permeabilidad puede fluctuar de alta a baja, debiéndose considerar un valor moderado en gran parte del grupo. Los estratos adquieren un carácter masivo y su disposición es horizontal o subhorizontal, salvo en sectores afectados por falla, en los que las capas adquieren normalmente un fuerte buzamiento. Los taludes de excavación pueden dar lugar a desprendimientos por erosión diferencial, y a deslizamientos y flujos, circunstancialmente y en tramos esencialmente arcillosos y en presencia de agua colgada en el talud. Materiales ripables en general, salvo niveles cementados muy circunstancialmente. Utilizables como préstamos con cierto carácter restrictivo. Este grupo geotécnico está constituido por el grupo litológico 312.

G7

Materiales de naturaleza esencialmente arcillosa que forman depósitos de carácter masivo, dispuestos horizontalmente y con muy baja o nula permeabilidad. En los taludes de excavación les afectará la erosión lineal y se alterarán con facilidad en superficie. Materiales ripables y utilizables como préstamos con muchas restricciones. Este grupo geotécnico está constituido por el grupo litológico 313.

G9

Formaciones esencialmente esquistosas con sectores donde la roca ha sufrido una profunda alteración. Permeables sólo por fisuración. En taludes de excavación son susceptibles de provocar problemas de inestabilidad de cuñas por desprendimientos o corrimientos de pequeñas o grandes masas de roca a favor de las numerosas superficies de discontinuidad existentes en estas formaciones (estratificación, esquistosidad y fracturación) que han sufrido varias fases de plegamiento. Estos materiales podrán ser utilizables en los núcleos de terraplenes, cuando no existan otros materiales mejores próximos, con cierto carácter restrictivo. Se les considera ripables en una alta proporción. Este grupo geotécnico está constituido por los grupos litológicos 010a, 010a1 y 010c.

Formaciones esquistosas constituidas por bancos alternantes de materiales competentes (conglomerados, areniscas, cuarcitas, etc.) y otros menos competentes (pizarras y esquistos). Permeables sólo por fisuración. En taludes de excavación son susceptibles de provocar problemas de inestabilidad por desprendimientos y corrimientos de cuñas y estratos, a favor de numerosas superficies de discontinuidad (estratificación, esquistosidad y fracturación). Son materiales utilizables en general como préstamos, y se les considera ripables sólo marginalmente. Este grupo geotécnico está constituido por los grupos litológicos O10b, O10d y 121b.

3.1.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona

Los problemas geotécnicos que podrán suscitarse en la Zona 1 serán en general de carácter moderado. En la excavación de taludes artificiales sobre la formación terciaria, podrán surgir inestabilidades que serán debidas preferentemente a desprendimientos o desplomes originados por la erosión diferencial de los estratos que configuran la serie sedimentaria. En algunos sectores en donde existen capas arcillosas muy caoliníticas, generalmente asociadas a áreas próximas al contacto con materiales pizarreños, o cuando las arcillas y margas forman estratos potentes alternando con las areniscas, se podrán dar deslizamientos y flujos, especialmente si existen surgencias de agua en el talud. La fácil erosionabilidad de los materiales es un problema que afecta en general a la Zona 1.

Existirán problemas de capacidad soporte en las amplias zonas ocupadas por los materiales cuaternarios. Los valles aluviales con carácter muy arcilloso, representados por el grupo A2, presentan una capacidad portante baja, y en ellos son de esperar asientos importantes. En los valles formados por los grupos litológicos T, A1 y A2, en los que existe normalmente un horizonte superior limo-arcilloso, de cero a dos metros de potencia, descansando sobre otro formado por lechos de gravas y arenas que predominan sobre los limos, y cuya potencia puede oscilar entre 5 m y 7 m, la capacidad portante fluctuará entre moderada y baja, estimándose que un valor medio será el más frecuente en estos grupos. Además se podrán dar fácilmente asientos diferenciales. En la cimentación de estructuras sobre las formaciones cuaternarias en general, que requieran del terreno una capacidad soporte de alguna entidad, habrá que remitirse normalmente a un sustrato próximo, situado normalmente a cotas comprendidas entre 1 m y 7 m, siendo este último valor el que se estima promedio en el valle aluvial del río Tormes. También serán posibles problemas de asientos diferenciales en los materiales arcillosos rojos del grupo 313 y en algunas laderas de las formaciones constitutivas de los grupos litológicos 312 y 350, situados al Este y Sur de La Maya. Aquí se han observado deslizamientos activos o potenciales. El valle del río Tormes, independientemente de los problemas que pueda presentar en lo que se refiere a cimentación de estructuras, plantea los inherentes a la dinámica fluvial, con sus secuelas de inundación y erosión.

3.2. ZONA 2: AREAS DE MONTAÑA Y LOMAS

3.2.1. Geomorfología

El relieve de la Zona 2 está construido esencialmente sobre materiales metafórficos de edad arcaico-paleozoica, los cuales aparecen a veces recubiertos por depósitos detríticos de tipo raña con escasa potencia. También se incluyen en esta Zona algunos isleos de materiales terciarios característicos de la Zona 1.

Los materiales arcaicos de las «Formaciones de Aldeatejada y Monterrubio», representados mayoritariamente por pizarras, ocupan una amplia parte de la Zona 2. La estructura tectónica viene dada por la existencia de amplios anticlinorios y sinclinorios orientados en dirección ONO. La alternancia de series eminentemente pizarrosas con otras más competentes a los agentes erosivos por la intercalación de bancos de areniscas grauváquicas y cuarcitas, condiciona un relieve en el que predominan las formas alomadas y donde en raras ocasiones las diferencias de cotas son pronunciadas (Foto 24). Los niveles más competentes (areniscosos y cuarcíticos) suelen constituir cordales de lomas o serrezuelas que cruzan la Zona sin solución de continuidad en dirección ONO, dejando entre ellos áreas algo más deprimidas. En estas áreas suelen encajarse los principales arroyos que drenan el



Foto 24.— Aspecto característico de la morfología de la Zona 2. Proximidades de Pedrosillo de los Aires.

terreno, dando lugar en algunos casos a sectores con relieve algo accidentado. Los cordales areniscosos-cuarcíticos más pronunciados, constituyen una sierra que se eleva con relativa importancia sobre los valles que la limitan, al SE de la población de Las Veguillas. Aquí los niveles areniscosos y cuarcíticos adquieren gran significación.

Los materiales del Paleozoico dan lugar a una pequeña serrata al SO de Salamanca denominada Los Montalvos, cuyas formas redondeadas macizas están muy condicionadas por la estructura en pliegues anticlinales de las cuarcitas ordovícicas.

El sinclinal de El Endrinal, situado en el extremo suroeste del Tramo y constituido por pizarras y calizas cámbricas, forma una pequeña serrata de dirección ONO que resalta topográficamente sobre el suave relieve generado por las pizarras de la «Formación Aldeatejada».

Algunas áreas ocupadas por depósitos terciarios incluidos en la Zona 2 constituyen un relieve de suave morfología adosado a las laderas de los materiales metamórficos.

Los depósitos plio-cuaternarios, poco importantes en cuanto a potencia de sedimentos se refiere, están relacionados con unos rasgos morfológicos significativos, ya que representan a amplios restos de unas superficies de peneplanización que vienen a enlazar, en muchos casos, con los niveles más altos de los depósitos terciarios, a los que asimismo recubren a veces, dificultando en estas ocasiones la definición de un contacto entre ambas formaciones, debido a su similitud litológica. Los procesos geodinámicos adquieren alguna significación en esta Zona 2, y así se han detectado deslizamientos fósiles en los recubrimientos coluviales de las laderas de los cordales cuarzo-areniscosos, en un área al SE del pueblo de Las Veguillas.

3.2.2. **Tectónica**

Los materiales arcaico-paleozoicos, constitutivos mayoritariamente de la Zona 2, están afectados por una tectónica de plegamiento, y en ellos puede observarse la existencia de dos episodios de deformación (Foto 25): uno antehercínico y otro hercínico. Este último es polifásico y está acompañado de metamorfismo y plutonismo. Además se distinguen algunas estructuras tardías, entre las que destacan las debidas a una etapa de fracturación tardihercínica.

Los materiales se disponen en pliegues muy apretados con una dirección predominante que varía desde la NW-SE a la E-W, acompañados de una esquistosidad penetrativa, subvertical, de tipo «slaty cleavage».

Existen numerosos corredores dúctiles de cizallas subverticales, de dirección N 70° E y de desplazamiento relativo sinistro, que funcionan durante la tercera fase de la deformación hercínica. En algunos casos la cuarcita armoricana está muy adelgazada debido a este proceso, cuyo resultado final es la milonitización de la roca.

En algunos casos y debido a deformaciones tardías y a fallas tardihercínicas, se observa una variación de la dirección NW-SE de los pliegues para ponerse hacia la NE-SW. Dicho fenómeno es el producto de las cizallas sinistras de dirección N 10° E - N 30° E. Asociados a este sistema aparecen kink-bands, con orientación de su plano axial también N 10° E - N 30° E y buzamiento subvertical. En algunas



Foto 25.— Aspecto de materiales del Complejo Esquisto-Grauváquico en los que se pueden observar diversas fases de deformación de la roca.

de las fallas de este sistema se han intruido filones de cuarzo que en los sucesivos movimientos han sufrido una trituración muy intensa.

Durante la Orogenia Alpina se reactivaron las fallas de edad hercínica y tardihercínica, afectando así a los materiales del Terciario que aparecen constantemente en contactos tectónicos con los materiales arcaico-paleozoicos. Dicha reactivación de la cadena hercínica provocó una estructura de bloques hundidos y levantados que trajo consigo importantes procesos de arrasamiento durante el Plio-cuaternario, que se reflejaron en la disposición de las rañas y glacis. (Figuras 11 y 12).

3.2.3. Columna estratigráfica

La figura 10 corresponde a la Columna Estratigráfica de esta Zona 2.

3.2.4. Grupos litológicos

En esta Zona 2 se han diferenciado los siguientes grupos litológicos.

GRANITOS, 001

Litología.— En este grupo se engloban una amplia serie de composiciones graníticas: ortoneis de San Pelayo y los granitoides de Martinamor.

En la zona de San Pelayo aparece un granito adamellítico de grano medio y color gris oscuro, rico en biotita y con fenocristales de feldespato potásico. Se

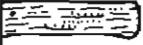
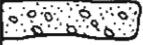
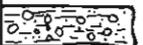
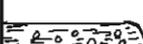
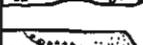
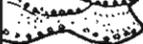
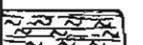
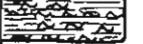
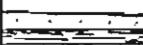
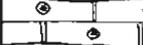
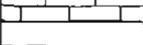
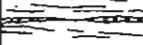
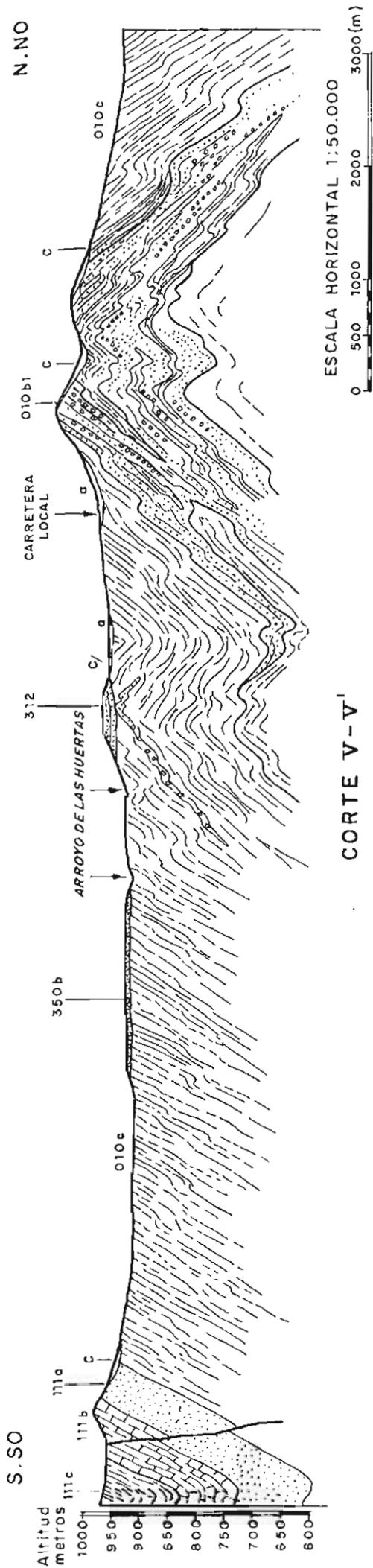
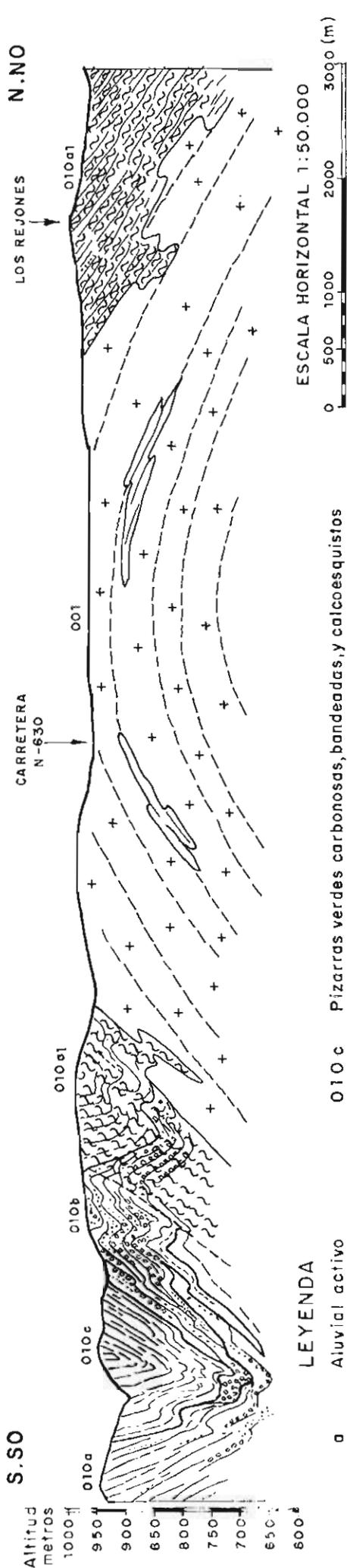
COLUMNA LITOLÓGICA	GRUPO LITOLÓG.	GRUPO GEOTÉCN.	DESCRIPCIÓN	EDAD
	a	G-3	Aluvial actual. Limos y arenas limosas.	CUATERNARIO
	g2	G-4	Glacis con gravas y cantos.	CUATERNARIO
	C,c	G-4	Caluviales.	CUATERNARIO
	350 b	G-5	Gravas y arenas con matriz arcillosa roja (Roña).	PLIOCUATERNARIO
	312	G-6	Arcosas.	EOCENO
	121 c	G-9	Pizarras grises.	ORDOVICICO
	121 b	G-10	Pizarras y cuarcitas.	ORDOVICICO
	121 a	G-8	Cuarcitas y metaconglomerados cuarcíticos.	ORDOVICICO
	111 c	G-9	Pizarras verdes bandeadas.	CAMBRICO
	111 b	G-8	Calizas, dolomías e intercalaciones de pizarras.	CAMBRICO
	111 a	G-9	Areniscos y pizarras.	CAMBRICO
	010 d	G-10	Conglomerados carbonatados y niveles carbonatados brechoides.	PRECAMBRICO
	010 c	G-9	Pizarras verdes, carbonosas, y calcoesquistos.	PRECAMBRICO
	010 b1	G-8	Cuarcitas y metaconglomerados cuarcíticos.	PRECAMBRICO
	010 b	G-10	Metaconglomerados, pizarras y cuarcitas.	PRECAMBRICO
	010 a1	G-9	Micacitas, micaesquistos.	PRECAMBRICO
	010 a	G-9	Pizarras y esquistos bandeados.	PRECAMBRICO
	002	G-8	Diques de cuarzo.	PRECAMBRICO
	001	G-11	Metagranitas.	PRECAMBRICO

Fig.10 - COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LA ZONA 2

CORTE IV - IV'



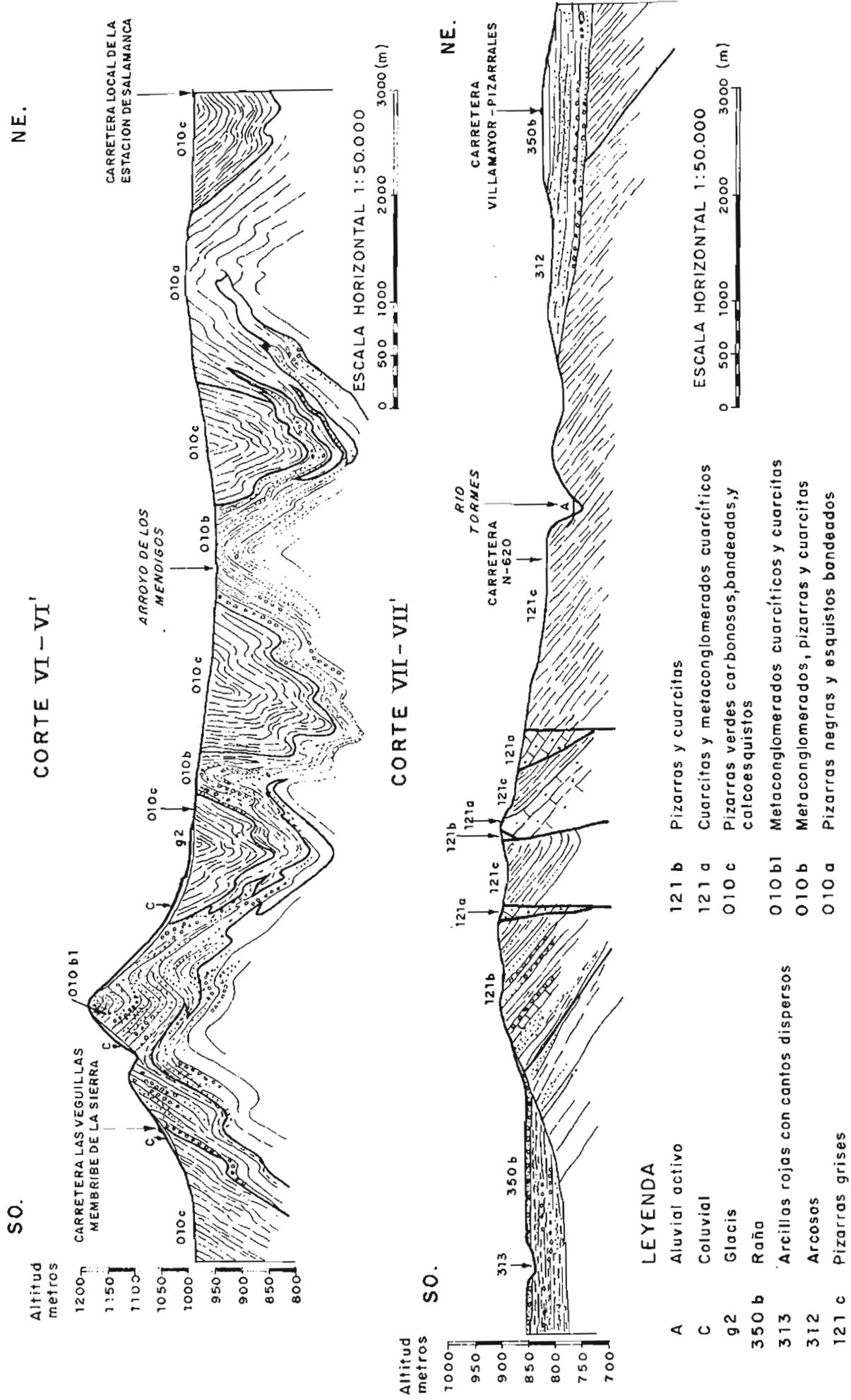
CORTE V-V'



LEYENDA

- | | | | |
|-------|----------------------|--------|---|
| a | Aluvial activo | 010 c | Pizarras verdes carbonosas, bandeadas, y calcoesquistos |
| C | Coluvial | 010 b1 | Metaconglomerados cuarcíticos y cuarcitas |
| 350 b | Rañá | 010 b | Metaconglomerados, pizorras y cuarcitas |
| 312 | Arcosas | 010 a1 | Micaesquistos y micacitas |
| 111 c | Pizarras verdes | 010 a | Pizarras negras y esquistos bandeados |
| 111 b | Calizas | 001 | Metagranitos |
| 111 a | Areniscas y pizorras | | |

Fig.11.-CORTES GEOLOGICOS DE LA ZONA 2



LEYENDA

- | | | | |
|-------|-------------------------------------|--------|---|
| A | Aluvial activo | 121 b | Pizarras y cuarcitas |
| C | Coluvial | 121 a | Cuarcitas y metaconglomerados cuarcíticos |
| g2 | Glacis | 010 c | Pizarras verdes carbonosas, bandeadas, y calcoesquistos |
| 350 b | Raña | 010 b1 | Metaconglomerados cuarcíticos y cuarcitas |
| 313 | Arcillas rojas con cantos dispersos | 010 b | Metaconglomerados, pizarras y cuarcitas |
| 312 | Arcosas | 010 a | Pizarras negras y esquistos bandeados |
| 121 c | Pizarras grises | | |

Fig.12.- CORTES GEOLOGICOS DE LA ZONA 2

distinguen dos tipos: uno más rico en biotita y con nódulos de sillimanita, y otro más claro, menos biotítico y con mayor proporción de feldespato potásico.

La zona de Martinamor incluye granitoides cuya facies general es de granito leucocrático, de grano fino a medio, sin biotita y con gran cantidad de turmalina. Aquí aparecen también facies aplíticas, de color grisáceo, de grano fino a medio, y constituidas por granitos aplíticos, ricos en moscovita y turmalina.

Estructura.— Los ortoneis se localizan en la Dehesa de Revilla, al Norte del Cerro de San Pelayo. La foliación es muy marcada y frecuentemente subhorizontal, y por tanto condiciona las formas de erosión de la roca (Foto 26). Los afloramientos tienen una forma alargada y tabular, lo que sugiere que la geometría del gneis es la de cuerpos aplastados y estirados por efecto de la segunda fase de deformación.

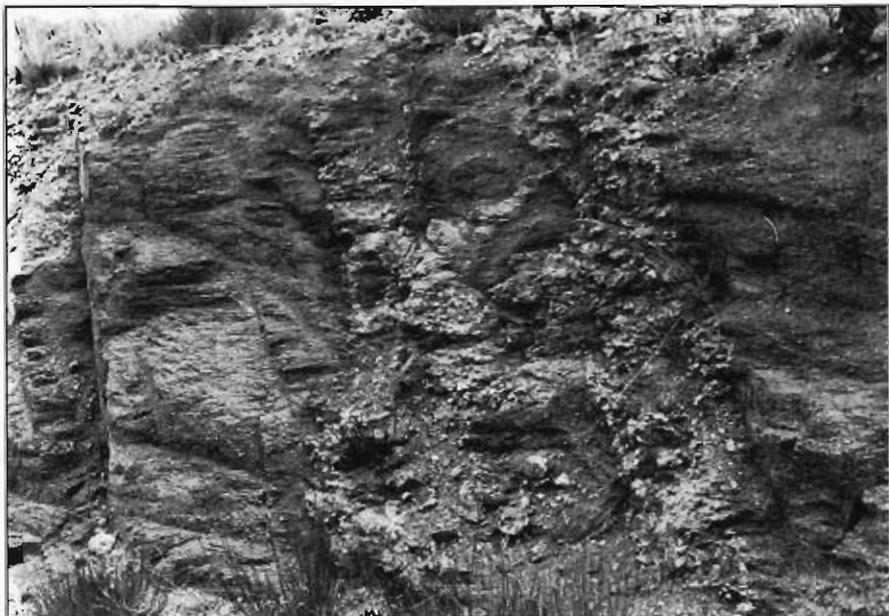


Foto 26.— Ortoneis de San Pelayo, del grupo 001, atravesado por diques de pegmatita, explotados para el aprovechamiento de su mineralización en estaño-wolframio, al Sur de Martinamor.

Los granitoides y aplitas muestran también con frecuencia contactos concordantes con la esquistosidad S2 de las rocas encajantes metamórficas, es decir, contactos horizontales. A veces se encuentran contactos intrusivos.

Geotecnia.— El alto grado de fracturación de las rocas constitutivas de este grupo permite una infiltración entre moderada y alta de las aguas de escorrentía superficial.

Los taludes naturales no presentan problemas de inestabilidad. En la ejecución de taludes artificiales, el valor de la pendiente de los mismos variará sustancialmente de unas áreas a otras en razón de la diversidad estructural de este grupo. La presencia de zonas muy estructuradas junto a otras más masivas, o las fuerte-

mente tectonizadas y alteradas frente a las que se presentan más frescas, condiciona el que a los taludes deban dárseles pendientes que pueden fluctuar dentro del margen de valores comprendido entre los 45° y 65° aproximadamente. Los problemas más comunes que pueden presentarse en estos desmontes serán los desprendimientos y corrimientos de cuñas. En general, será aconsejable dejar una amplia cuneta en el pie del talud para la recogida de las masas desprendidas. En taludes que superan los 10 m de altura habrá que pensar en la conveniencia de crear bermas y colocar mallas de protección frecuentemente.

La capacidad portante de estos terrenos debe estimarse como alta o muy alta en principio. No obstante, en algunas áreas la fuerte alteración de la roca puede hacer que los valores de su capacidad soporte puedan quedarse en moderados.

En general se debe considerar a este grupo como no ripable, aunque la esquistosidad, la alta tectonicidad y la existencia de numerosos horizontes de alteración meteórica, contribuirán a que lo sea parcialmente.

PEGMATITAS Y FILONES DE CUARZO, 002

Litología.— Este grupo está compuesto por granitoides pegmatíticos, de color rosado, petrológicamente constituidos por cuarzo y feldespato potásico, de grano grueso, y grandes proporciones de turmalina y granate.

Los filones de cuarzo están compuestos únicamente por cuarzo. La variedad predominante en la mayoría de los afloramientos suele ser el «cuarzo lechoso» (Foto 27).

Estructura.— Se disponen normalmente en forma de filones-capa, concordantes e intercalados en los materiales metamórficos y plutónicos, pero en otras oca-



Foto 27.— Dique de cuarzo del grupo 002 en el cerro del vértice San Pelayo, localizado al SE de la población de Martinamor.

siones muestran contactos claramente discordantes. A veces este grupo se presenta brechificado por su asociación con zonas de cizalla.

Los filones de cuarzo afloran preferentemente con una potencia variable. La dirección de los filones oscila entre N 10° E y N 30° E, y suelen estar asociados a fallas de la misma dirección.

Geotecnia.— Permeabilidad solo por fisuración. Taludes naturales en general estables. Los taludes artificiales admitirán excavarse normalmente con pendientes muy fuertes. Localmente podrían darse problemas de desprendimientos. La capacidad portante es muy alta. No son materiales ripables.

PIZARRAS BANDEADAS Y ESQUISTOS, 010a y 010a1

Litología.— Estos grupos están representando los tramos de 60 m a 600 m de espesor, predominantemente esquistosos, de la serie precámbrica que ha sido denominada «Formación Monterrubio». Esta serie está constituida por una sucesión de más de 2.000 m de potencia, en la que junto a los tramos esquistosos que integran estos grupos litológicos, existen en alternancia otros donde predominan las areniscas (cuarcitas), microconglomerados y conglomerados grauváquicos, constitutivos del grupo (010b).

Los materiales esquistosos del grupo (010a) están representados predominantemente por pizarras arenosas que pueden presentar capas centimétricas o decimétricas de cuarcitas intercaladas. Las pizarras tienen un bandeo paralelo muy regular, marcado por niveles más arenosos de 1 a 5 mm de espesor, o bien por niveles amarillentos milimétricos, ricos en óxidos de hierro (Foto 28).

También existen pizarras grises y negras, bandeadas, que constituyen tramos de 10 m a 100 m de espesor y que tienen bastante continuidad lateral. El bandeo



Foto 28.— Pizarras bandeadas del grupo (010a).

está marcado por niveles centimétricos o más finos (de 0,5 cm a 1 cm), de color gris claro, y algo arenosos, que están seguidos de niveles pelíticos del mismo grosor.

En la mitad norte de la Hoja de Las Veguillas la unidad estratigráfica que representa a estos grupos litológicos está afectada por un metamorfismo regional más profundo, a consecuencia del cual las areniscas y pizarras del grupo (O10a) se transforman en micaesquistos biotíticos, creándose una nueva unidad litológica que se define cartográficamente como grupo (O10a1). Dentro del área definida por este grupo, en la que los micaesquistos son las rocas predominantes, pueden encontrarse sectores con un grado metamórfico menor, en donde las rocas presentan características del grupo (O10a); esto suele ocurrir en las zonas más alejadas del plutón granítico de Martinamor. Además de las micacitas y pizarras arenosas con cuarcitas intercaladas (Foto 29), son frecuentes los diques métricos de cuarzo de segregación, orientados según la dirección regional de la esquistosidad, así como masas importantes de gneises y rocas graníticas, de difícil delimitación. En relación con esta área de plutonismo y metamorfismo regional y de contacto, existe una mineralización importante de estaño que ha sido aprovechada en numerosas minas abiertas en este grupo litológico.



Foto 29.— Micaesquistos con cuarcitas intercaladas, del grupo (O10a1), al Norte de la población de Morille.

Los micaesquistos, dominantes en el grupo (O10a1), adquieren diversas coloraciones, según las variaciones de su composición local, y por la hipergénesis sufrida por la roca. Generalmente toman coloraciones oscuras cuando predomina la biotita, aunque otras veces se hacen más pardas y verdosas por la presencia de sericita. Es frecuente que por la oxidación del hierro de los materiales ferromagnesianos tomen coloraciones rojizas. Se trata de rocas muy deleznable, de fácil disyunción en finas lajas, y con brillo sedoso característico.

Dentro de este grupo litológico (O10a1) será frecuente encontrar horizontes muy silíceos de cuarcitas, diques de cuarzo de segregación y pegmatitas, así como inclusiones de rocas graníticas, que son manifestaciones de la existencia en profundidad de la prolongación del batolito granítico de Martinamor, en relación al cual, como se ha dicho anteriormente, existe una mineralización de estaño importante en esta zona.

Estructura.— No se conoce el muro de la «Formación Monterrubio». Los tramos más antiguos afloran en el anticlinal de Las Veguillas-Frades.

Las pizarras presentan un bandeado paralelo muy regular, marcado por niveles arenosos de 1 mm a 5 mm, o bien por niveles amarillentos milimétricos, ricos en óxidos de hierro.

La unidad presenta pliegues muy apretados con vergencia norte, en los que son frecuentes las estructuras volcadas y replegadas con gran complejidad tectónica de detalle. Estos pliegues están incorporados dentro de anticlinorios y sinclinorios con una longitud de onda muy amplia.

Las pizarras suelen contener corredores de cizalla, de dirección N 120° E a N 130° E, de rocas milonitizadas, lo que provoca frecuentemente una profunda alteración en la roca de falla.

Por último, estos materiales suelen estar muy fracturados según una dirección N 10° E a N 30° E, lo que produce en algunas áreas rotaciones de los ejes de los pliegues.

Geotecnia.— El carácter en general impermeable de la «Formación Monterrubio» no impide cierto grado de infiltración de las aguas meteóricas a través de las superficies de discontinuidad, especialmente las tectónicas.

Los taludes naturales son bastante tendidos, aunque existen también laderas con fuerte pendiente. En conjunto no se han apreciado problemas de inestabilidad natural dignos de mención: sólo en alguna ladera coronada por materiales terciarios se han apreciado deslizamientos de gravedad de los materiales que la recubren. En la excavación de taludes artificiales se podrán presentar problemas de desprendimientos y corrimientos de cuñas a favor de la esquistosidad, planos de estratificación y discontinuidades tectónicas (Foto 30). Esto es especialmente cierto en taludes excavados en direcciones próximas a la NE-SW, que es la mantenida por las estructuras tectónicas debidas al plegamiento hercínico dentro del área. No obstante, y debido a la fuerte tectonicidad y alteración de las rocas que se dan en esta formación, los problemas de inestabilidad podrán aparecer en cualquier talud de excavación. Como norma general se ha de estimar que pendientes con valores por encima de 45° tenderán a crear problemas de inestabilidad. En principio las direcciones N-S serían las más favorables en la excavación de taludes artificiales. En cualquier caso, siempre se impondrá la necesidad de buenos estudios de la estructura y litología local en el diseño correcto del talud. En el diseño, es aconsejable dejar siempre una amplia cuneta al pie, así como la construcción de bermas, igualmente amplias, de forma que no haya tramos continuos mayores de 10 m de altura.

La capacidad de carga de estos terrenos se considera alta o muy alta sobre superficies llanas o de muy baja pendiente. En cimentaciones a media ladera o en el borde de taludes de cierta inclinación, la capacidad soporte puede cambiar a moderada e incluso a baja cuando la estructura o la alteración de la roca, o ambas cosas a la vez, aparecen desfavorablemente en el terreno.

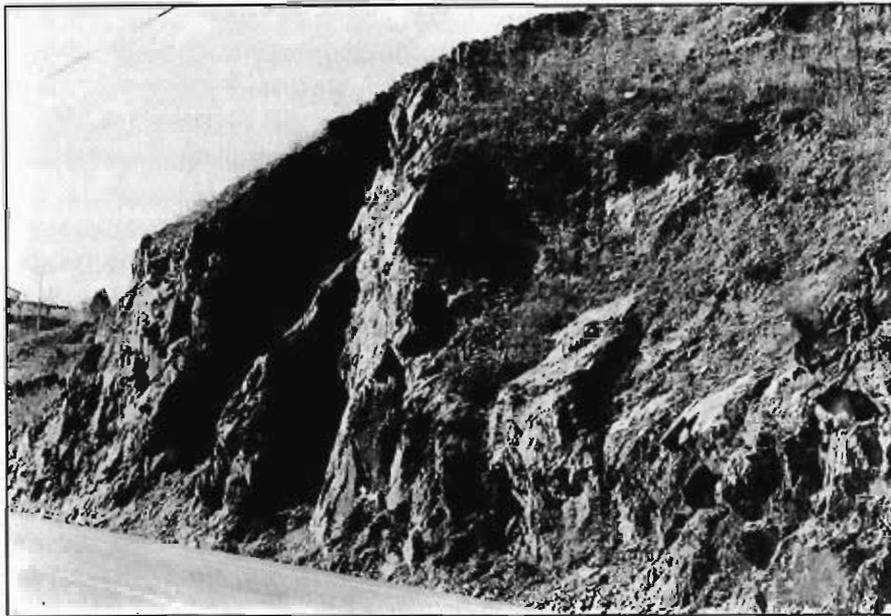


Foto 30.— Talud excavado en materiales del grupo (010a1). En el paramento pueden observarse las huellas de grandes cuñas desplomadas.

Los grupos (010a) y (010a1) de la «Formación Monterrubio» deben considerarse ripables por medios mecánicos normales en una alta proporción, en razón de la esquistosidad, la fuerte fragmentación debida a la tectonicidad, y la alteración de las rocas.

ARENISCAS, CONGLOMERADOS, CUARCITAS Y PIZARRAS, 010b y 010b1

Litología.— El grupo litológico (010b), diferenciado en la «Formación Monterrubio» por su carácter más arenoso, está integrado por una alternancia de tramos de 10 m a 40 m de potencia, de areniscas de tonos claros, areniscas cuarciteñas, microconglomerados, conglomerados de cantos de cuarzo blanco filoniano, cuarcitas, y algunos de pizarra muy compactos, y pizarras arenosas en menor proporción, que alternan con otros tramos pizarrosos menos potentes, con características similares a las del grupo (010a) (Foto 31).

Las cuarcitas de este grupo adquieren especial significación en el cordal de sierras existente en el ángulo SO de la Hoja de Las Veguillas (Foto 32), y que engloba al pueblo que le da dicho nombre. Esta característica litológica, que confiere a este área un carácter más agreste, supone que se haya diferenciado este sector como un subgrupo con simbología (010b1).

Estructura.— Los planos S_0 de estratificación, del grupo litológico (010b) y (010b1), tienen una dirección $N 120^\circ E$ y un buzamiento que varía según las zonas debido a la existencia de pliegues apretados con vergencia norte y dirección $N 160^\circ E$. Los pliegues se encuentran asociados con anticlinorios y sinclinorios muy suaves y de amplia longitud de onda. Estos materiales suelen estar muy fracturados según una dirección $N 10^\circ E$ a $N 30^\circ E$, como consecuencia de cizallas

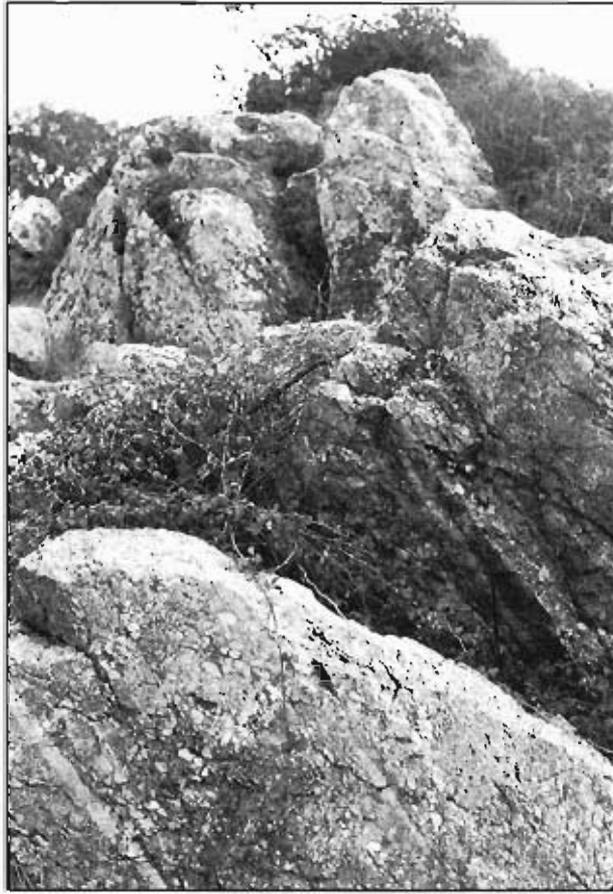


Foto 31.— Tramo de microconglomerados y conglomerados, de cantos de cuarzo blanco filoniano, correspondientes al grupo litológico (010b).

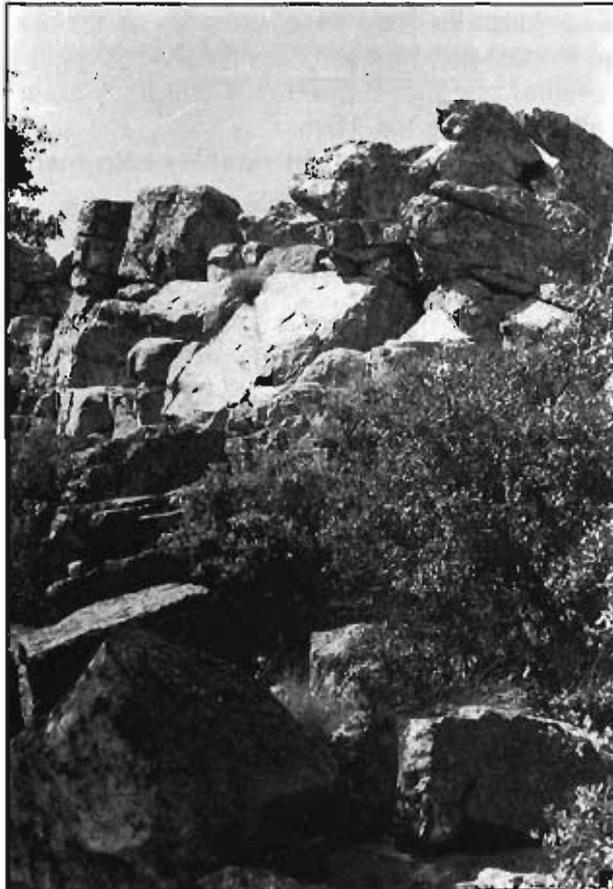


Foto 32.— Cuarcitas del grupo (010b1) al Norte del poblado de Navagallega.

alpinas que generan un «juego de bloques» en el área. En algunas partes estas cizallas llegan a rotar los ejes de los pliegues que están con direcciones N 10° E a N 30° E.

La fuerte tectonicidad sufrida por los materiales arcaicos se pone en evidencia en los boudinages y demás estructuras de estiramiento que se observan en algunas capas de cuarcitas. Estas, cuando se ven en sección perpendicular a la dirección de alargamiento, asemejan un conglomerado, debido a que la roca se estructura como un empaquetado de cilindros de cuarcita en forma de puros.

Los tramos de areniscas cuarciteñas, conglomerados y microconglomerados, de 10 m a 40 m de potencia, condicionan los resaltes topográficos ya que están intercalados con materiales pizarrosos, menos resistentes a la erosión. La continuidad lateral es muy manifiesta, pudiendo seguirse más de 12 Km.

Geotecnia.— Los materiales de estos grupos, impermeables por naturaleza, presentan un cierto grado de infiltración a favor de las superficies de discontinuidad.

Los taludes naturales, en general con pendientes moderadas y circunstancialmente algo fuertes, no presentan problemas de inestabilidad natural. En los taludes de excavación se presentarán con cierta facilidad problemas de desprendimientos y corrimientos de cuñas a favor de los planos de discontinuidad estratigráficos, metamórficos y tectónicos. Ello ocurrirá especialmente en taludes con direcciones próximas a las de las capas, que se mantienen próximas a la orientación ONO-ESE. En estas circunstancias los taludes no deberían sobrepasar la pendiente de 45°. En direcciones perpendiculares a las de las capas, las pendientes de los taludes de desmonte podrían diseñarse en principio con valores muy superiores; no obstante, y debido a la fuerte tectonicidad que acompaña normalmente a todos los materiales precámbricos, las zonas inestables podrán aparecer con cualquier dirección que tome el talud. En todo caso, para hacer un diseño correcto de los taludes, se impondrá la necesidad de estudios detallados de la estructura. Se aconseja dejar siempre amplias cunetas al pie de los taludes y crear bermas igualmente amplias cuando la altura supere los 15 m.

Los materiales de estos grupos serán ripables sólo marginalmente y en una proporción estimada en principio como baja.

PIZARRAS VERDES BANDEADAS Y CARBONOSAS, ARENISCAS Y CALCOESQUITOS, 010c y 010d

Litología.— El grupo litológico (010c), denominado «Formación Aldeatejada», es una serie fundamentalmente pelítica constituida por esquistos cloríticos, representados por pizarras, pizarras arenosas, y pizarras grises y negras, bandeadas, que predominan sobre el resto (Foto 33). La formación comienza con pizarras arenosas de color verde y con laminación paralela, y continúa con un tramo de pizarras grises y negras, bandeadas, y ricas en materia orgánica, fosfatos y pirita. Existen así mismo pequeñas intercalaciones de cuarcitas, niveles calcosilicatados (cuarcitas anfibólicas con granates y niveles carbonatados brechoides), conglomerados y areniscas. Algunos niveles de estos últimos materiales, que adquieren importancia al Sur de Arapiles, y destacan morfológicamente por su mayor competencia frente a la erosión, han sido cartografiados y diferenciados como grupo (010d) (Foto 34).



Foto 33.— En primer término pizarras grises muy alteradas del grupo (010c). Al fondo cerro-testigo terciario denominado "Arapil Grande" y situado al Este de la población de Arapiles.



Foto 34.— Niveles duros calcosilicados y cuarcíticos constitutivos del grupo (010d), situados al Sur de la población de Arapiles.

En relación con las grandes fracturas que atraviesan a estos materiales, principalmente las de dirección NE-SW, existen áreas de profunda alteración de la roca, como la situada al Este de la gran falla que discurre en la proximidad del pueblo de Arapiles y cruza el cerro de San Miguel.

Estructura.— Esta unidad tiene un espesor comprendido entre 2.000 y 3.100 m, gran extensión cartográfica y uniformidad lateral.

Los niveles calcosilicatados se suelen encontrar boudinados a causa de estiramientos tectónicos. Las pizarras arenosas se observan con estratificación lenticular, y las pizarras, con laminación paralela. Las intercalaciones brechoideas tienen muy escasa potencia.

Esta unidad se presenta en pliegues muy apretados, con vergencia norte y dirección N 160° E. Estos pliegues se encuentran incorporados dentro de anticlinorios y sinclinorios de amplia longitud de onda.

Los materiales de este grupo litológico suelen estar muy fracturados según la dirección N 10° E - N 30° E, como consecuencia de las cizallas alpinas que generan en el área un «juego de bloques». En algunos puntos estas cizallas llegan a rotar los ejes de los pliegues a direcciones N 10° E - N 30° E.

Geotecnia.— Son materiales de naturaleza impermeable, que presentan no obstante, un cierto grado de infiltración de las aguas de escorrentía por fisuración.

En los taludes naturales no se han presentado problemas de inestabilidad destacables; sólo muy circunstancialmente en laderas coronadas por materiales terciarios, como las del arroyo Gallego, a la altura del P.K. 14 de la carretera local de Salamanca a Las Veguillas, se han podido observar algunos deslizamientos gravitacionales. Las pendientes de los taludes de excavación deberán estar condicionadas por la estructura y alteración de la roca. En general no deberían proyectarse con inclinaciones mayores de 45°. En áreas de gran tectonización o profunda alteración, y muy especialmente en aquéllas en que pueda instalarse un freático colgado por la existencia de una formación permeable que recubra a los esquistos, como puede ser el caso mencionado anteriormente de un Terciario detrítico, los valores estables podrían resultar menores. Se considera, no obstante, que algunos tramos muy silicatados, como los existentes al Sur de la población de Arapiles, cuando son cortados perpendicularmente a la estratificación, admitirían pendientes mucho más fuertes. Se debe en cualquier caso estudiar en detalle las condiciones estructurales y geomorfológicas, en general, para el diseño de taludes medios y altos, dado que normalmente se presentarán problemas de deslizamientos y corrimientos de cuñas y capas a favor de las abundantes superficies de discontinuidad definidas por los planos de estratificación, esquistosidad y tectónicos. Se aconseja dejar siempre amplias cunetas al pie de los taludes y crear bermas igualmente amplias cuando la altura supere los 15 m.

Los materiales de este grupo son mayoritariamente ripables por medios mecánicos normales. Serán sin duda excepción los tramos más silíceos del grupo (O10d).

ARENISCAS Y PIZARRAS: ARENISCAS DE TAMAMES, 111a

Litología.— Grupo formado por una alternancia irregular de areniscas y pizarras arenosas, con un tramo de pizarras verdosas que tiene delgados niveles carbonatados de color rosado, en el techo de la unidad.

Las areniscas, petrográficamente grauvacas de grano fino con algunos fragmentos pelíticos, están constituidas por cuarzo, clorita, plagioclasa y mucha sericita.

Estructura.— A este grupo se le calcula una potencia de unos 650 m. Está constituido por una alternancia de tramos de areniscas de 5 m a 30 m de potencia, y tramos de pizarras arenosas y areniscas, de 4 m a 12 m de potencia.

Los niveles de areniscas son generalmente de varios centímetros de espesor, pero a veces forman bancos de aspecto masivo (de 1 m a 5 m). En el muro de estos niveles encontramos huellas de carga, mientras que a techo son frecuentes las grietas de desecación.

Esta unidad forma parte de una estructura sinclinal de 1,5 Km de longitud de onda, de la que sólo entra en el Tramo el flanco norte. En esta unidad, el buzamiento está comprendido entre los 30° y 55°. El eje del pliegue tiene una dirección N 115° E, pero rota hacia el Sur, llegando a tomar una dirección N 132° E.

La unidad está atravesada por numerosas fracturas de dirección N 30° E que se han movido de forma sinistral en episodios diferentes. Hacia el Este los buzamientos se hacen más suaves, del orden de 35° S para el flanco norte y 15° N para el flanco sur.

Geotecnia.— Los materiales de este grupo litológico se consideran impermeables, si bien hay que admitir que existe un cierto grado de infiltración a través de los planos de discontinuidad de la roca.

Los taludes naturales son normalmente estables. La excavación de taludes artificiales podrá presentar problemas de desprendimientos y corrimientos de cuñas a favor de la esquistosidad, planos de estratificación y discontinuidades tectónicas; especialmente en taludes excavados en direcciones aproximadas a la NE-SW, que es la mantenida por las estructuras tectónicas debidas al plegamiento hercínico dentro del área. Como norma general se estima que pendientes con valores por encima de los 45° tenderán a crear problemas locales de inestabilidad. No obstante, el diseño definitivo de los taludes requerirá estudios detallados de las características estructurales y geomorfológicas de cada caso concreto. Se considera muy conveniente la construcción de amplias cunetas al pie de los taludes, y la de bermas igualmente amplias, cuando la altura del desmonte supere los 15 m.

La capacidad de carga de estos terrenos debe considerarse alta sobre superficies de suave pendiente. Con solicitaciones de cargas importantes a media ladera en áreas de fuerte pendiente, deben estudiarse detenidamente las condiciones estructurales y geomorfológicas, ya que sectores con una fuerte tectonicidad y alteración pudieran presentar una capacidad portante moderada.

Esta formación se considera ripable en gran parte por medios mecánicos normales.

CALIZAS, DOLOMIAS E INTERCALACIONES DE PIZARRA: CALIZAS DE TAMAMES, 111b

Litología.— Este grupo forma parte de una sucesión, con 470 m de potencia, constituida en su mayor parte por calizas dolomíticas con algunas delgadas intercalaciones pizarrosas. Hacia la base se distingue un tramo de pizarras con

nódulos dolomíticos, de unos 10 m de espesor. El tránsito de este grupo litológico (111b) con el superior (111c) es gradual. De este modo, a techo, las delgadas intercalaciones pizarrosas se van haciendo más potentes, apareciendo en el límite con el grupo litológico (111c), pizarras con nódulos carbonatados.

Estructura.— Este grupo aparece exclusivamente en las proximidades de la población de El Endrinal. Las calizas dolomíticas forman una delgada banda al SE de El Endrinal, que se engrosa en las proximidades de el caserío de El Canchal (límite Sur del Tramo), llegando a tomar unos 70 m de potencia. Parte del engrosamiento que observamos al Norte del caserío de El Canchal puede deberse al plegamiento, pero se estima que la formación pudo tener en su origen grandes variaciones de espesor debido probablemente al tipo de depósito (edificios arrecifales de forma lenticular).

Las calizas del sinclinal de El Endrinal están bastante bien recrystalizadas y en ocasiones es difícil observar la estratificación. Además, cuando las condiciones del afloramiento lo permiten, como en la cantera situada al Oeste del Pico Monreal (fuera de Zona, Foto 35), se observan pliegues bastante apretados, vergentes al Norte y con los flancos invertidos.



Foto 35.— Calizas marmóreas atravesadas por un dique de diabasa, en el frente de la cantera existente al Oeste del Pico de Monreal, localizado al Sur de la población de Casa Franca, justo en el límite del Tramo, aunque fuera de éste.

Esta unidad se encuentra intercalada en una estructura sinclinal de dirección N 115° E, y está muy fracturada por efecto de fallas de dirección N 340° E, que se han movido de forma normal y sinistral en episodios diferentes.

Geotecnia.— Este grupo presenta una permeabilidad por fisuración, que será especialmente acusada en los niveles calizos, en donde además pueden existir cavidades kársticas.

No se han observado problemas de inestabilidad en los taludes naturales. En el diseño de los taludes de excavación se deberá realizar un estudio detallado de la estructura de la zona en concreto, ya que la alta tectonicidad, el metamorfismo, la alteración y el contenido de agua freática en los materiales, pueden hacer variar las condiciones de estabilidad de unas áreas a otras. En condiciones favorables, como pudiera ser el caso en que la excavación fuera perpendicular a las capas, las pendientes de los taludes no deberían superar los 60° , a no ser que el talud estuviera conformado por estratos calcáreos no excesivamente fracturados, o el talud fuera pequeño, en cuyo caso las pendientes podrían ser mucho mayores.

La capacidad de carga puede considerarse comprendida entre valores altos o muy altos, en los niveles calizos o esquistosos poco o nada alterados, y moderados, especialmente sobre pizarras y a media ladera.

Los materiales de este grupo no se consideran ripables en general, estimándose que puede existir una cierta ripabilidad marginal en relación con los tramos pizarrosos.

PIZARRAS VERDES BANDEADAS: PIZARRAS DE EL ENDRINAL, 111c

Litología.— Grupo constituido por pizarras bandeadas y niveles centimétricos o métricos de pizarras arenosas. Las pizarras bandeadas se caracterizan por presentar niveles milimétricos amarillentos, ricos en limonita y pirita. En la base de esta formación puede distinguirse un tramo de algunos metros de potencia de pizarras arenosas.

Estructura.— Esta formación solamente aflora en el núcleo del sinclinal de El Endrinal, cuyo eje presenta una dirección $N 115^\circ E$. Se calcula su espesor en 100 m o 150 m, aunque puede alcanzar 250 m como máximo. Su espesor real es desconocido pues su techo nunca aflora. Los buzamientos en los flancos del pliegue suelen ser suaves, del orden de 15° a 35° .

La unidad está atravesada por numerosas fracturas de dirección $N 30^\circ E$, que mueven sus labios de falla de forma normal y sinistral en episodios diferentes.

Geotecnia.— Los materiales de naturaleza impermeable que constituyen este grupo litológico permiten una cierta infiltración de las aguas de escorrentía a favor de las superficies de fractura.

Los taludes naturales no presentan en general problemas de estabilidad, debido sin duda a la morfología relativamente suave que acompaña a estos terrenos. En la excavación de taludes artificiales, la fuerte tectonicidad de los materiales y la profunda alteración que acompaña a muchas zonas, bien en plan masivo o asociadas a superficies de fractura, introducirán un factor negativo importante para la estabilidad. El estudio estructural, litológico e hidrológico en detalle del sustrato, será en definitiva el que pueda definir en cada caso los taludes recomendables. Las superficies de pizarrosidad, de diaclasado y falla, deben condicionar, en principio, la geometría del talud, a fin de evitar problemas de desprendimientos y corrimientos de cuñas. Como norma general debe estimarse que pendientes por encima de los 45° darán problemas de inestabilidad.

Este grupo es ripable en gran parte por medios mecánicos normales.

CUARCITAS: CUARCITA ARMORICANA, 121a

Litología.— Este grupo constituye una serie que comienza a muro con un conglomerado basal que reposa discordante sobre las formaciones del Cámbrico Inferior. Es un conglomerado cuarcítico en bancos de 70 cm a 1 m de espesor, muy recristalizado, con cantos de cuarzo blanco lechoso o de cuarcita, y matriz escasa. Este tramo basal, que varía de espesor de unos puntos a otros (de 6 m a 12 m), es difícil de ver en afloramiento. La serie continúa con un tramo poco potente (de 10 m a 12 m) en el que alternan cuarcitas y pizarras, y sobre éste hay otro de 200 m de espesor, en el que predominan las cuarcitas blancas en bancos de 3 m a 4 m (Foto 36). En estas cuarcitas se encuentran numerosas pistas de trilobites, y estructuras tales como «ripples», «megaripples» y estratificación cruzada planar.

Estructura.— Esta unidad aflora únicamente en el área de Los Montalvos, serrezuela situada al SO de Salamanca. Se trata de un afloramiento con estructuras sinclinales y anticlinales muy apretadas y con vergencia Norte. Estos pliegues forman parte del flanco norte de un anticlinorio de amplia longitud de onda.

La roca suele estar notablemente rota y diaclasada. Existe también una fracturación más o menos intensa de dirección N 10° E. Es así mismo importante, desde el punto de vista tectónico, el hecho de que los contactos que estos materiales establecen con otros grupos del Ordovícico normalmente suelen estar mecanizados.

Geotecnia.— Materiales permeables sólo por fisuración. Los taludes naturales son estables en general. La excavación de taludes artificiales podrá realizarse con pendientes acusadas (1H:3V). Se deben prever problemas de desprendimientos y corrimientos en áreas localizadas. En taludes medios y altos se debe consi-



Foto 36.— Cuarcitas del grupo (121a), en el frente de una de las canteras existentes en el área de Los Montalvos.

derar el diseño de bermas amplias (no menores de 3 m) con altura no superior a los 12 m. La capacidad de carga se estima muy alta. Los materiales de este grupo no son ripables.

ALTERNANCIA DE CUARCITAS Y PIZARRAS, 121b

Litología.— Este grupo está formado por una alternancia irregular de cuarcitas y pizarras. Las cuarcitas suelen presentar tonos ferruginosos fuertes en la superficie de los planos de estratificación y fracturas, que se hacen penetrativos en la roca de forma irregular, afectándola total o parcialmente. Estos tintes afectan a las pizarras en las superficies de esquistosidad y diaclasado. Son frecuentes las áreas de gran fracturación y alteración de pizarras, con acumulación de arcillas en los múltiples planos de discontinuidad de esta unidad litológica (Foto 37).



Foto 37.— Pizarras caolinizadas y cuarcitas del grupo (121b) en el área de Los Montalvos.

Estructura.— La potencia de este grupo litológico se estima en unos 60 m. Los bancos de cuarcita toman espesores de orden decimétrico normalmente, aunque pueden llegar a ser de orden métrico.

La tectonicidad de los materiales suele ser muy alta debido al plegamiento y a la existencia de muy importantes fallas que afectan a todo el conjunto arcaico-paleozoico, especialmente en la dirección NE-SW. También son importantes los planos de falla surgidos en la Fase 1, de plegamiento intenso, a favor de planos de estratificación, y más concretamente, de los planos entre unidades litológicas con distinto comportamiento resistente, es decir, los contactos que delimitan a este grupo litológico con las pizarras del Llandeilo.

Geotecnia.— El presente grupo litológico posee una buena escorrentía superficial y una permeabilidad por fisuración.

No se han apreciado problemas de inestabilidad natural de las vertientes. En el diseño de los taludes artificiales es esencial un conocimiento detallado de las condiciones estructurales locales. La alta tectonicidad de este grupo debe propiciar la aparición de sectores proclives a los desprendimientos y corrimientos. Serán teóricamente direcciones de talud conflictivas, las orientadas E-W, aunque en cualquier otra podrán darse problemas similares. En principio se debe estimar que taludes con pendientes superiores a los 45° proporcionarán problemas frecuentes de desprendimientos y corrimientos. En desmontes medios y altos debe estimarse conveniente la construcción de amplias bermas (no inferiores a 3 m), con alturas no superiores a 12 m. Se considera necesario la construcción de amplias cunetas al pie del talud.

Este grupo será ripable marginalmente. Se considera que algunas áreas con dominio de las pizarras o constituidas por alternancias tableadas, y aquellas afectadas por una gran tectonicidad, serán ripables con medios mecánicos normales.

PIZARRAS GRISES, 121c

Litología.— El grupo litológico (121c) está formado por una serie pizarrosa, muy potente y bastante monótona (Foto 38). Comienza con un tramo de 100 m de pizarras grises, en el cual existen intercalaciones de areniscas grises o rojizas en niveles de 2 cm a 50 cm de espesor.

Encima continúan unos 250 m de pizarras arcillosas grises o verdosas, alteradas en superficie a colores rojizos o amarillentos. En este tramo se localiza el primer horizonte fosilífero de la serie. Paleontológicamente es muy rico en braquiópodos, órthidos, trilobites y graptolitos.

La serie continúa con pizarras negras y grises, bastante monótonas y con algunas intercalaciones de vulcanitas. Este tramo tiene 450 m de espesor. Es fosilífero en toda su extensión, aunque los fósiles son siempre escasos y aparecen mal conservados. En él son frecuentes los trilobites, gasterópodos, cefalópodos, cnidarios, braquiópodos y graptolitos.

Finalmente existe un tramo de pizarras en las que se intercalan algunos niveles de areniscas de 10 m a 30 m de espesor. Se calcula una potencia de unos 300 m para este tramo.

Las pizarras, en general, sufren una alteración profunda en los sectores afectados por fallas importantes, creándose áreas de carácter arcilloso de tonos versicolores. Son sectores especialmente alterados los existentes en el contacto con los materiales terciarios, establecido frecuentemente por superficies mecanizadas.

Estructura.— Esta unidad presenta una potencia de unos 1.100 m. A diferencia de las demás, ésta no presenta pliegues apretados de la esquistosidad S1, la cual buza hacia el Norte. Sólo se observa un ligero plegamiento de la esquistosidad S2 formando una antiforma muy suave, con buzamientos de la S2 de 15°, 17° y 30°. Es importante la fracturación por cizallas tardías de dirección N 10° E.

El relieve es muy suave, y da formas alomadas con un control estructural N 160° E, producto de la dirección de los ejes de los pliegues y de la esquistosidad.



Foto 38.— Talud de excavación en la nueva carretera de circunvalación de Salamanca por el Oeste. Pizarras del grupo 121c. Se puede observar una clara problemática de inestabilidad de bloques y cuñas.

Geotecnia.— Los materiales de naturaleza impermeable que constituyen este grupo litológico permiten una cierta infiltración de las aguas de escorrentía a favor de las superficies de fractura.

Los taludes naturales no presentan en general problemas de estabilidad, debido sin duda a la morfología relativamente suave que acompaña a estos terrenos. En la excavación de taludes artificiales, la fuerte tectonicidad de los materiales, y la profunda alteración que acompaña a muchas zonas, bien en plan masivo o asociada a superficies de fractura, introducen un factor negativo importante para la estabilidad. El estudio estructural, litológico e hidrológico en detalle del sustrato será en definitiva el que pueda definir en cada caso los taludes recomendables. Las superficies de pizarrosidad, de diaclasado y falla, deben condicionar, en principio, la geometría del talud, con el fin de evitar problemas de desprendimientos y corrimientos de cuñas. Como norma general, debe estimarse que los taludes de dirección E-W serían teóricamente los más proclives en dar corrimientos a favor de la pizarrosidad, y que pendientes por encima de 45° crearían problemas frecuentes de inestabilidad. En taludes medios y altos debe pensarse, como medida previa, en el diseño de bermas amplias (no inferiores a 3 m) con escalones no superiores a 10 m de altura.

La capacidad portante de estos terrenos se considera alta normalmente, aunque puede fluctuar entre valores muy altos y moderados. Estos últimos estarán referidos a áreas de fuerte alteración y tectonicidad, especialmente si los requerimientos al terreno se sitúan a media ladera.

Este grupo litológico se considera ripable en su mayor parte.

ARCOSAS, 312
CONGLOMERADO DE CANTOS GRUESOS, 350a
ALUVIALES, A

Estos tres grupos litológicos han sido descritos en la Zona 1, donde adquieren un importante desarrollo.

GLACIS, g2

Litología.— Los materiales representativos de este grupo son gravas y gravillas de naturaleza silíceas, inmersas en una matriz arcillo-arenosa y arcillo-limosa.

Estructura.— Se trata de recubrimientos de escasa potencia sobre materiales pizarrosos, que enlazan o arrancan de depósitos coluviales de ladera situados en los cordales areniscosos y cuarcíticos de la serie «Monterrubio», al NE de la población de Las Veguillas.

Geotecnia.— Su escasa potencia y desarrollo superficial impiden que este grupo tenga una incidencia geotécnica de consideración, por lo que cualquier solicitud constructiva sobre estas áreas deberá referirse siempre al substrato pizarroso precámbrico.

COLUVIALES, C, c

Litología.— Este grupo está constituido por gravas angulosas y heterométricas, integradas esencialmente por cuarcitas, areniscas, cuarzo y pizarra, y que están inmersas en una matriz arcillo-arenosa de tonos pardos y rojizos.

Estructura.— Los materiales detríticos de este grupo adquieren una estructura masiva y se sitúan en las laderas de los relieves importantes. En áreas como en la localidad de Las Veguillas esta formación toma singular significación, llegando a tener de 3 m a 7 m de potencia. Los taludes naturales presentan, en algunas áreas, estructuras fósiles de inestabilidad de ladera, cuyos planos de movimiento general están condicionados sin duda por el horizonte arcilloso y plástico creado por la alteración de las pizarras del substrato de apoyo.

Geotecnia.— Son terrenos que en general presentan buena o aceptable permeabilidad y escorrentía superficial, que se efectúa en gran medida por percolación. No obstante, en algunas áreas, el drenaje interno debe resultar dificultado por el alto contenido en matriz arcillosa.

La inestabilidad natural observada en las laderas, condicionada por la superficie alterada y arcillosa de las pizarras del substrato, indica que estos materiales no admitirán pendientes mayores de 30° en los taludes de excavación.

En general se les puede considerar utilizables como préstamos.

3.2.5. Grupos geotécnicos

G3

Materiales cuaternarios en los que predominan los niveles no cohesivos sobre los cohesivos, que suelen constituir el horizonte superficial de los grupos litológicos que forman este grupo geotécnico. La escorrentía superficial puede resultar dificultosa debido a la baja permeabilidad del horizonte superior limoso o limo-arcilloso. Capacidad soporte entre moderada y baja, con probabilidad de provocar asentamientos diferenciales. En solicitaciones importantes de carga habrá que remitirse en general al substrato, que podrá situarse a una profundidad media de 7 m. Este grupo geotécnico está constituido en esta Zona 2 por el grupo litológico (a).

G4

Depósitos detríticos de carácter cohesivo con permeabilidad de baja a moderada. Laderas naturales frecuentemente inestables. Capacidad soporte baja. Materiales ripables y utilizables como préstamos restrictivamente. Este grupo geotécnico está constituido por los grupos litológicos C y g2.

G5

Depósitos detríticos no cohesivos con moderada a alta permeabilidad. Capacidad portante de moderada a baja. Probabilidad de provocar asentamientos diferenciales cuando se sitúan sobre un substrato arcilloso terciario o altamente alterado en materiales esquistosos de edad paleozoica o arcaica. Materiales ripables y utilizables como préstamos. En esta Zona 2 este grupo geotécnico está formado por el grupo litológico 350b.

G6

Materiales detríticos con carácter esencialmente arenoso, conteniendo niveles importantes de composición predominantemente margosa o arcillosa. Su permeabilidad puede fluctuar de alta a baja, debiéndose considerar un valor moderado en gran parte del grupo. Los estratos adquieren un carácter masivo y su disposición es horizontal o subhorizontal, salvo en sectores afectados por falla, en los que las capas adquieren normalmente un fuerte buzamiento. Los taludes de excavación pueden dar lugar a desprendimientos por erosión diferencial, y a deslizamientos y flujos, circunstancialmente y en tramos esencialmente arcillosos y en presencia de agua colgada en el talud. Materiales ripables en general, salvo niveles cementados muy circunstancialmente. Utilizables como préstamos con cierto carácter restrictivo. Este grupo geotécnico está constituido por el grupo litológico 312.

G8

Formaciones rocosas de naturaleza calcárea o cuarcítica. Plegadas y fuertemente tectonizadas. Permeables por fisuración, o fisuración y karstificación en el caso de las calcáreas. En taludes de excavación pueden dar lugar a problemas de desprendimientos o corrimiento de cuñas. Materiales no ripables, y susceptibles de ser utilizados como préstamos para pedraplenes. Se explotan en canteras. Este grupo geotécnico está constituido por los grupos litológicos 111b, 121a, 010b1 y 002.

G9

Formaciones esencialmente esquistosas con sectores donde la roca ha sufrido una profunda alteración. Permeables sólo por fisuración. En taludes de excavación son susceptibles de provocar problemas de inestabilidad de cuñas por desprendimientos o corrimientos de pequeñas o grandes masas de roca a favor de las numerosas superficies de discontinuidad existentes en estas formaciones (estratificación, esquistosidad y fracturación) que han sufrido varias fases de plegamiento. Estos materiales podrán ser utilizables en los núcleos de terraplenes, cuando no existan otros materiales mejores próximos, con cierto carácter restrictivo. Se les considera ripables en una alta proporción. Este grupo geotécnico está constituido por los grupos litológicos 010a, 010a1, 010c, 111a, 111c y 121c.

G10

Formaciones esquistosas constituidas por bancos alternantes de materiales competentes (conglomerados, areniscas, cuarcitas, etc.) y otros menos competentes (pizarras y esquistos). Permeables sólo por fisuración. En taludes de excavación son susceptibles de provocar problemas de inestabilidad por desprendimientos y corrimientos de cuñas y estratos, a favor de numerosas superficies de discontinuidad (estratificación, esquistosidad y fracturación). Son materiales utilizables en general como préstamos, y se les considera ripables sólo marginalmente. Este grupo geotécnico está constituido por los grupos litológicos 010b, 010d y 121b.

G11

Formaciones masivas más o menos esquistosas con sectores donde la roca ha sufrido una fuerte alteración. Permeabilidad sólo por fisuración. En taludes de excavación son susceptibles de provocar problemas inestables por desprendimientos y/o corrimientos a favor de planos de esquistosidad o fractura. Estos materiales podrán ser utilizados en los núcleos de terraplenes o pedraplenes. Materiales ripables marginalmente en baja proporción. Este grupo geotécnico está constituido por el grupo litológico 001.

3.2.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona

Los problemas geotécnicos que podrán suscitarse en esta Zona 2 surgirán normalmente en la excavación de taludes artificiales sobre los materiales esquistosos de las series paleozoicas y arcaicas, cuando los planos de estratificación y

esquistosidad, junto a los numerosos introducidos por una fuerte tectónica, creen condiciones idóneas para la proliferación de inestabilidades por desprendimientos y corrimientos de pequeñas y grandes cuñas. Problemas adicionales a la inestabilidad en la Zona 2, aunque muy localizados, los proporcionarán algunos enclaves terciarios, incluidos y delimitados por contactos tectónicos con los materiales esquistosos del Paleozoico y Arcaico. En dichos enclaves existirán, junto a los niveles arcóscicos, característicos de la serie terciaria, horizontes ricos en arcillas caolínicas, y con alta probabilidad el agua freática estará presente en el terreno. En tales casos se impondrán medidas de drenaje y contención de las áreas afectadas de los taludes.

De los materiales cuaternarios, sólo los coluviones potentes, en los que se ha detectado una inestabilidad fósil y latente, darán problemas de inestabilidad en taludes, y asientos diferenciales importantes, si se llegara a apoyar sobre ellos cualquier tipo de estructura.

Por último cabe comentar que, dado el carácter bastante impermeable de las series esquistosas cámbricas y precámbricas, y el relieve relativamente suave que acompaña a amplios sectores de la Zona 2, estos materiales serán proclives a crear problemas de encharcamientos por una mala escorrentía superficial.

4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO

4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRAFICOS

Los problemas que la orografía de este Tramo puede suscitar, carecen en general de gran relevancia, si exceptuamos las incidencias de orden constructivo y económico que puede representar el atravesar el valle del río Tormes; especialmente si se viera la necesidad de cruzar el embalse de Santa Teresa. Por lo demás, las pequeñas sierras existentes en el área de estudio, o los cursos del resto de la red fluvial, aunque pueden representar algunas dificultades de trazado en ciertos itinerarios, no condicionan prácticamente en ningún caso obras de infraestructura de gran envergadura.

4.2. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOMORFOLOGICOS

Los problemas geomorfológicos más importantes que pueden surgir en el Tramo tendrán relación con los procesos de erosión y acumulación ocasionados por la dinámica fluvial en los cursos de agua más importantes. La escorrentía sobre las laderas naturales provoca localmente fenómenos de acarreamiento, y este hecho se dejará notar intensamente en los taludes artificiales que se excaven en las formaciones terciarias y cuaternarias.

La inestabilidad natural de las laderas, por fenómenos de desprendimientos, deslizamientos o corrimientos, está poco desarrollada en el Tramo de estudio. Solamente se han detectado desprendimientos o desplomes muy localizados, en general de reducidas dimensiones, en las laderas con fuertes pendientes de la serie detrítica terciaria. Así mismo se han observado algunos deslizamientos fósiles, latentes y activos, que afectan a depósitos cuaternarios y terciarios, y muy circunstancialmente a los materiales arcaico-paleozoicos.

4.3. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS

La excavación de taludes artificiales en las diversas formaciones que integran el Tramo de estudio o el apoyo de estructuras para el paso de los cursos de agua, especialmente el curso fluvial del río Tormes, representarán problemas que si bien estarán de acuerdo con la dimensión de cada obra en concreto, en ningún caso alcanzarán dimensiones de difícil o muy costoso control. Los problemas más importantes podrán darse en taludes de excavación cuando éstos sean de alturas medias-altas. En la formación eocena se darán desprendimientos o desplomes a consecuencia de la erosión diferencial. Y deslizamientos o flujos, en algunas áreas terciarias.

rias donde existan horizontes muy caolínicos, y cuando su constitución sea eminentemente margosa. En ambos casos, la existencia de las aguas aflorando en el talud constituye sin duda una circunstancia esencial para la inestabilidad. En las formaciones esquistosas del Paleozoico y Arcaico, los desprendimientos y corrimientos de cuñas de todo tipo de dimensiones, serán favorecidos por las numerosas discontinuidades de las rocas (planos de estratificación, esquistosidades, diaclasas y fracturas) y la profunda tectonicidad y alteración de las mismas (brechas y milonitas de falla, rellenos arcillosos, pizarras descompuestas, etc.). Todos estos fenómenos, sin duda frecuentes, se podrán paliar con el estudio detallado del terreno y el diseño adecuado de los taludes.

Los recubrimientos cuaternarios, situados en pendientes algo pronunciadas, y apoyados preferentemente sobre materiales muy poco permeables o prácticamente impermeables, mostrarán normalmente una mala estabilidad en los taludes artificiales.

Respecto a la capacidad portante de los terrenos existentes en el Tramo, se puede generalizar que, con excepción de algunos sectores asociados a depósitos cuaternarios, y otros, mucho más localizados, en terrenos terciarios o arcaico-paleozoicos, el resto, que supone la gran mayoría del territorio del presente Estudio, presenta una capacidad portante alta o muy alta. Los terrenos cuaternarios, que podrán presentar baja capacidad portante, y asientos diferenciales importantes, serán por un lado, los recubrimientos coluviales sobre substratos poco permeables o prácticamente impermeables, y muy especialmente, aquellos en los que se ha detectado y señalado inestabilidad natural en la vertiente. Así mismo presentarán estos problemas los valles aluviales más arcillosos y constitutivos del grupo A2.

En el resto de los valles aluviales, formados por las terrazas bajas, lechos de inundación y aluviales actuales, (representados por los grupos T y A), y que se les supone constituidos por un horizonte superior arcillo-limoso, cuya potencia suele oscilar entre cero y dos metros, y otro inferior con predominio de arenas y gravas, cuya potencia media se estima en el valle del Tormes entre 5 m y 7 m, la capacidad soporte deberá fluctuar entre moderada y baja. Al nivel inferior le corresponderán mayoritariamente los valores moderados, y al superior normalmente los valores bajos y la posibilidad de provocar asientos importantes.

En las formaciones terciarias y en las arcaico-paleozoicas se han detectado sectores muy localizados con problemas de inestabilidad de laderas, en los que, por tanto, la capacidad resistente debe estimarse baja. Así mismo algunas áreas eminentemente arcillosas o margosas del Terciario y otras profundamente alteradas en los materiales esquistosos de las series arcaico-paleozoicas, presentan capacidades resistentes moderadas y, circunstancialmente, bajas.

4.4. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS

Las configuraciones topográfica y estructural del área de estudio no condicionan, de una forma determinante, direcciones o corredores estrechos para el trazado de carreteras, en cualquier itinerario que partiendo de la ciudad de Salamanca transcurriera por las franjas de terrenos que delimitan los sentidos E y NO. Al Sur de las mismas, el único accidente geomorfológico importante a salvar obligatoriamente lo constituye el cauce aluvial del río Tormes, y de forma especial el embalse

de Santa Teresa. El valle del río Tormes representa por otra parte el único corredor natural dentro del Tramo, aunque en un orden menor puede hablarse de pequeños corredores que siguen valles y arroyos importantes o áreas deprimidas de origen estructural, como pueden ser los de naturaleza esquistosa de dirección NO-SE, existentes en la Hoja topográfica de Las Veguillas, entre los corredores cuarcíticos.

Otros accidentes topográficos que de alguna forma pueden condicionar la adaptación del trazado de carreteras a pasos preferenciales están representados por sierras de pequeña entidad que en ningún caso van a imponer la necesidad de realizar grandes rodeos para salvarlas. Estos pronunciamientos morfológicos más destacados del Tramo son: La serrezuela de Los Montalvos, situada al SO de Salamanca y en su proximidad, y las sierras que se extienden entre las poblaciones de Las Veguillas y Navarredonda, hacia el ángulo SO del área de estudio.

La serrezuela de Los Montalvos está constituida por una serie de cerros cuarcíticos que en ningún caso suponen un obstáculo importante a las vías de comunicación. Estas los atraviesan por el pequeño corredor constituido por el regato de la Peña Solana, abierto en la dirección de un área de fractura importante ocupada por materiales pizarrosos. Las sierras situadas al SO del Tramo, en el área de Las Veguillas, son más abruptas, pero tampoco obligarían a importantes desvíos en cualquier trazado que quisiera atravesarlas, ya que las cotas altas de estas sierras forman un rosario de pequeños cerros separados por collados y vaguadas generalmente próximas, que posibilitan en gran medida su cruce.

En el resto de la zona de estudio sólo puede hablarse de pequeños o locales problemas topográficos, que, como las laderas escarpadas o de fuerte pendiente existentes en los bordes de los valles fluviales de los principales cauces del Tramo, nunca van a representar impedimentos importantes que condicionen el trazado.

Desde el punto de vista geotécnico, serán trazados N-S, fuera del ámbito del valle del río Tormes, los que requerirán normalmente mayores desmontes y obras de fábrica. En este sentido, distintos itinerarios a lo largo del Tramo presentarán problemática similar.

En principio los corredores de las principales carreteras nacionales que cruzan la zona de estudio son válidos y permiten, como ha quedado reflejado en el comentario anterior, todo tipo de variantes y modificaciones, sin mayores problemas topográficos que los existentes en la actualidad.

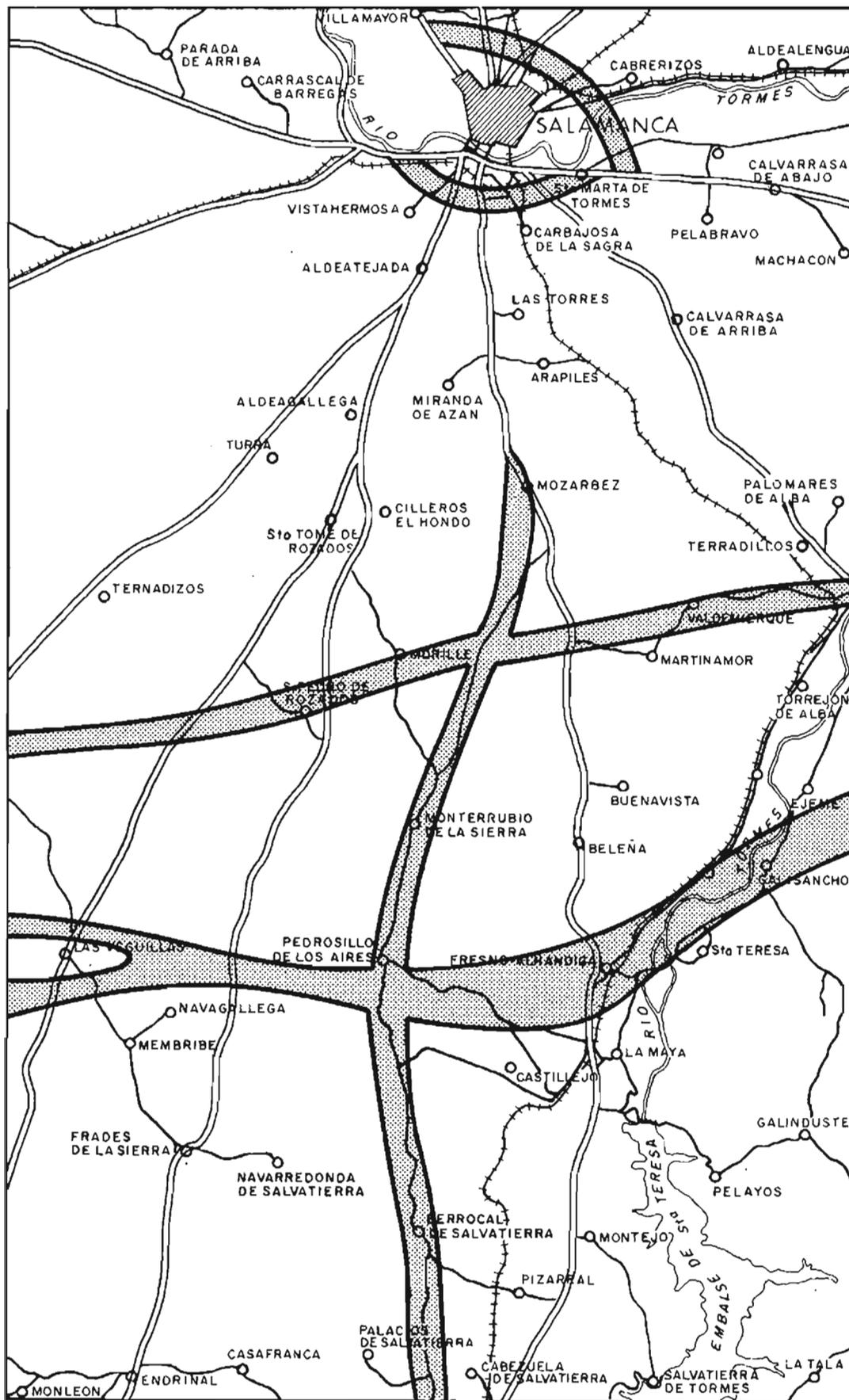
Por lo que respecta a sugerencias de nuevos corredores de trazado, se señala por una parte la posibilidad de utilizar en un trazado N-S el corredor de la actual carretera local que parte al Sur de la población de Mozarbez y, a través de Monterrubio de la Sierra y Pedrosillo de los Aires, se dirige a Guijuelo. Por otra, se ha de destacar que en el conjunto del Tramo se echan de menos algunas conexiones E-W, lo que obliga a amplios rodeos cuando se intenta pasar de una carretera radial a otra. En este sentido se sugieren algunos corredores E-W que facilitarían las comunicaciones en el trayecto Ciudad Rodrigo-Avila-Madrid, así como pasillos de circunvalación a la ciudad de Salamanca que posibilitarían las conexiones entre sus carreteras radiales y evitarían para un futuro muy próximo la congestión del nudo existente al Sur de la ciudad, en la margen izquierda del río Tormes.

Los corredores E-W indicados son dos. El situado más al Norte enlazaría el área de Alba de Tormes con el Oeste, siguiendo el itinerario de Martinamor-San Pedro de Rozados-Vecinos (pueblo localizado al Oeste, y fuera del área de estudio). El situado más al Sur implicaría a un área que se inicia al Oeste con dos

posibles itinerarios, al Norte y Sur del pueblo de Las Veguillas, que se unen a la altura de la carretera local de la estación de Salamanca a Frades de la Sierra. Desde este punto cabrían diversas alternativas dentro de una franja de terreno que se delimita por el Norte en una línea E-W situada a un kilómetro aproximadamente al Norte de las poblaciones de Pedrosillo de los Aires y Fresno-Alhándiga, y por el Sur por el Regato de Chivarro. Esta franja desemboca y continúa por el corredor del valle del río Tormes hasta llegar a la altura de Galisancho.

Por lo que respecta a los problemas de circunvalación y conexiones en torno a la ciudad de Salamanca se sugieren dos itinerarios: uno que conectaría la carretera N-501 con las vías situadas al Norte del valle del río Tormes, y otro que conectaría con las situadas al Sur de dicho río, desde dicha carretera.

En la Figura 13 se han dibujado los corredores considerados en los párrafos anteriores.



CORREDORES ACTUALES

 CORREDORES SUGERIDOS

Fig.13.- ESQUEMA DE CORREDORES DE TRÁZADO SUGERIDOS

5. INFORMACION SOBRE YACIMIENTOS

5.1. ALCANCE DEL ESTUDIO

El presente Estudio no incluye un análisis detallado de los yacimientos de materiales del Tramo, ya que dicho análisis desbordaría, por su metodología especial y amplitud, el alcance de los Estudios Previos de Terrenos.

No obstante se ha considerado conveniente presentar, de forma ordenada, la información recogida sobre yacimientos con motivo de la realización del presente Estudio Previo. Estos datos no constituyen una recopilación sistemática y exhaustiva, aunque pueden ser útiles para futuros trabajos.

La información que a continuación se expone, se refiere exclusivamente a yacimientos de materiales utilizables en obras de carretera (canteras, graveras y materiales para terraplenes y pedraplenes).

5.2. YACIMIENTOS ROCOSOS

Dentro del Tramo de estudio, si exceptuamos las cuarcitas del Ordovícico, algunos niveles cuarcíticos de la «Formación Monterrubio» y las calizas del Cámbrico, estas últimas con carácter muy restrictivo, no existen otras formaciones susceptibles de aportar yacimientos rocosos de interés en carreteras.

De los yacimientos detectados, los más importantes corresponden sin duda a los constituidos por las cuarcitas del Ordovícico (cuarcita armoricana), existentes en los afloramientos del área de Los Montalvos, al SO de Salamanca y en las proximidades de esta ciudad (Foto 39). Otras áreas de potencial explotación de rocas silíceas se sitúan en las sierras que forman sendos cordales de cuarcita en el ángulo SO de la Hoja de Las Veguillas, pertenecientes a la «Formación Monterrubio». Dentro de esta unidad existen algunas explotaciones abandonadas de menor importancia, como la de las proximidades de la cerrada del embalse de Santa Teresa (Foto 31).

En la formación carbonatada del Cámbrico (grupo 111b) se han abierto grandes canteras, fuera ya del Tramo estudiado pero muy próximas, para explotar los mármoles dolomíticos como roca ornamental (Foto 35).

En la Figura 14 se encuentran situados los yacimientos detectados en el Estudio, y en el cuadro-resumen se especifican sus características y la importancia de cada uno de ellos.

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



Foto 39.— Explotación inicial de cuarcitas del grupo (121a) en el cerro de Los Montalvos.

5.3. YACIMIENTOS GRANULARES

La principal fuente de yacimientos granulares del área de estudio son los acarreos del río Tormes. Son muchos los aprovechamientos existentes a lo largo del curso del río que extraen arenas y gravas silíceas de sus terrazas bajas y lecho actual (Foto 40). Con mucha menor importancia se explotan o han explotado algunas terrazas de arroyos como el de la Rivera de Valmuza, situado al SO de Salamanca, o el del regato del Chivarro, afluente del río Alhándiga, en las proximidades de la población de La Maya. Las rañas y las formaciones detríticas del Terciario en general, también han sido objeto de algunas pequeñas explotaciones, la mayor parte de ellas abandonadas en la actualidad.

En la Figura 14 se encuentran situados los yacimientos granulares detectados en el Estudio, y en el cuadro-resumen se especifican las características y la importancia de cada uno de ellos.

5.4. MATERIALES PARA TERRAPLENES Y PEDRAPLENES

Los mejores yacimientos de préstamos los proporcionan las formaciones cuaternarias, plio-cuaternarias y terciarias.

Dentro de las primeras habrá que exceptuar el grupo aluvial A2, por su carácter eminentemente arcilloso y contenido orgánico, así como los niveles superiores de las terrazas bajas, por las mismas circunstancias. Los materiales del Plio-cuaternario, representado por los grupos 350a y 350b, serán utilizables en cualquier caso, así como gran parte de la formación 312 que ocupa amplios espacios en el Tramo. No ocurrirá lo mismo con el grupo 313, por su carácter eminentemente arcilloso.

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



Foto 40.— Planta de machaqueo en una explotación de áridos en la terraza baja del río Tormes, al Este de Salamanca y en las proximidades de la población de Naharros Nuevos.

Los materiales del Ordovícico podrán ser utilizados en gran proporción. El grupo 121c, de naturaleza esencialmente pizarreña, lo será muy restrictivamente, requiriéndose siempre estudios detallados para poder decidir sobre su hipotético empleo.

De los grupos del Cámbrico, el más claro de poder ser utilizado en préstamos es el 111b, de naturaleza calcárea, y en menor proporción el 111c. El 111a, eminentemente pizarroso, presenta similares problemas que el 121c.

Los materiales correspondientes al Precámbrico podrán ser utilizados con bastantes restricciones, especialmente los grupos 010a y 010c. Serán mayoritariamente aprovechables los grupos 010b y 010d. Dentro del grupo 010a1 son abundantes los diques cuarzosos y de materiales graníticos, así como las abundantes e importantes escombreras de minas cuyos productos pueden ser perfectamente aprovechables en pedraplenes.

Por último, los materiales graníticos y gneísicos del batolito de Martinamor, sobre el que existen igualmente multitud de escombreras de minas, también podrán ser utilizados como préstamos.

5.5. YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON MAS DETALLE

En los cuadros de yacimientos rocosos y granulares se señalan con un asterisco aquellos que por su importancia pudieran ser objeto de un estudio más detallado.

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

CUADRO DE YACIMIENTOS ROCOSOS

Símbolo	Importancia	Situación Hoja y cuadrante	Grupo Litológico	Tipo Material	Acceso
YR-1	Grande	478-4	121a	Cuarcita	Pista desde la carretera en construcción que atraviesa la cresta de Los Montalvos.
YR-2*	Grande	478-4	121a	Cuarcita	Pista desde la carretera en construcción que atraviesa la cresta de Los Montalvos.
YR-3	Grande	478-4	121a	Cuarcita	Carretera en buen estado desde Aldeatejada. En la actualidad la cantera está siendo utilizada como vertedero de residuos industriales.
YR-4*	Grande sin explot.	503-3	010b1	Cuarcita	Caminos desde el poblado de Las Veguillas.
YR-5	Grande sin explot.	503-3	010b1	Cuarcita	Caminos desde las poblaciones de Las Veguillas y Navagallega
YR-6*	Grande sin explot.	503-3	010b1	Cuarcita	Caminos que parten de Membribe de la Sierra y Navagallega.
YR-7*	Grande sin explot.	503-3	010b1	Cuarcita	Caminos que parten de Membribe de la Sierra y Navagallega.
YR-8	Grande sin explot.	503-3	010b1	Cuarcita	Camino que parte hacia el Este desde el P.K. 35 de la carretera local de Frades de la Sierra a Salamanca.
YR-9*	Grande sin explot.	503-3	010b1	Cuarcita	Camino que parte hacia el Este desde el P.K. 37 de la carretera local de Frades de la Sierra a Salamanca.

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

CUADRO DE YACIMIENTOS GRANULARES

Símbolo	Importancia	Situación Hoja y cuadrante	Grupo Litológico	Tipo Material	Acceso
YG-1	Grande	478-1	A	Gravas y arenas	Camino desde Santa Marta de Tormes.
YG-2	Grande	478-2	T	»	Camino desde la carretera local que une las poblaciones de Naharros Nuevos y Santa Marta de Tormes, en la proximidad del primer pueblo mencionado.
YG-3	Grande	478-1	T	»	»
YG-4	Grande	478-1	T	»	»
YG-5	Moderado	478-1	A	»	Carratera asfaltada que bordea el río Tormes por su margen derecha, al SE de la ciudad de Salamanca.
YG-6	Moderado	478-1	A	»	Desde la carretera local de Salamanca a Aldealengua, a la altura del pueblo de Cabrerizos.
YG-7	Moderado	478-1	A	»	Desde la carretera local de Salamanca a Aldealengua, a la altura del P.K. 7.
YG-8	Moderado	478-1	A	»	Desde la carretera local de Salamanca a Aldealengua, a la altura de este último pueblo.
YG-9	Grande	478-1	A	»	Caminos desde la carretera local que se dirige desde Salamanca a Babilafuente, a unos 2 Km de Aldealengua.
YG-10	Grande	478-4	T	»	Camino desde la carretera N-620 entre los P.K. 14 y 15.
YG-11	Grande	478-3	T	»	Caminos desde la nueva carretera en construcción que atraviesa los Altos de Los Montalvos, a la altura del caserío de Muñovela.
YG-12	Grande	503-1	A	»	Camino desde la carretera local que une la población de Alba de Tormes con la de Encinas de Arriba, a la altura del P.K. 2.
YG-13	Grande	503-2	A	»	Caminos desde la carretera local que une las poblaciones de Galisancho y La Maya.

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

CUADRO DE YACIMIENTOS GRANULARES (cont.)

Símbolo	Importancia	Situación Hoja y cuadrante	Grupo Litológico	Tipo Material	Acceso
YG-14	Grande	503-2	A	Gravas y arenas	Desde la carretera local que une las poblaciones de Galisancho y La Maya.
YG-15	Grande	503-2	A1	»	Camino que parte de la población de La Maya
YG-16	Grande	503-2	A	»	Camino que parte de la población de La Maya.
YG-17	Moderado	503-2	T	»	Camino desde la carretera N-630 al Oeste de Fresno-Alhándiga.
YG-18	Grande	503-2	A1	»	Desde la carretera local que une las poblaciones de Galisancho y Pelayos.

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

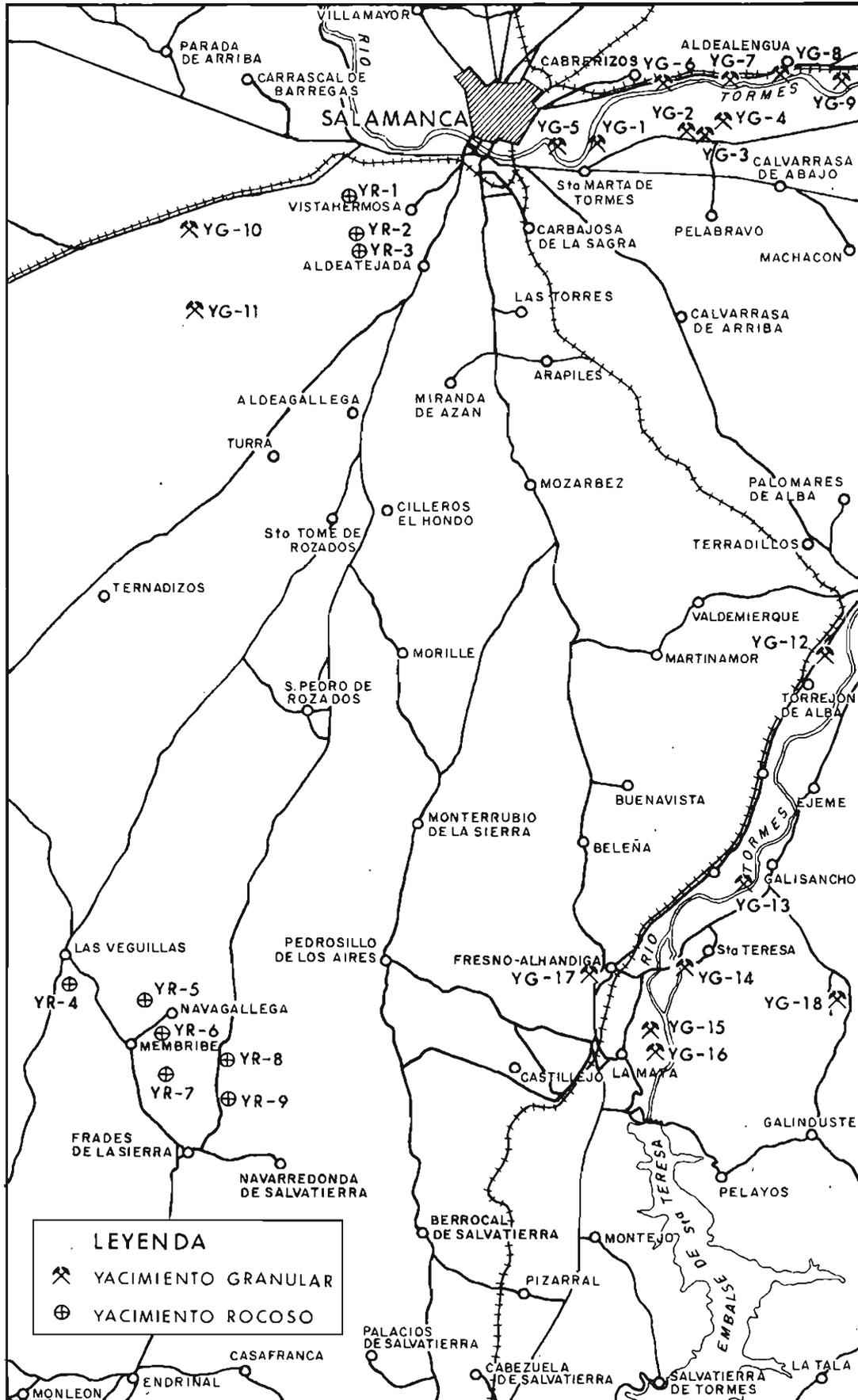


Fig. 14.- ESQUEMA DE SITUACION DE YACIMIENTOS GRANULARES Y ROCOSOS

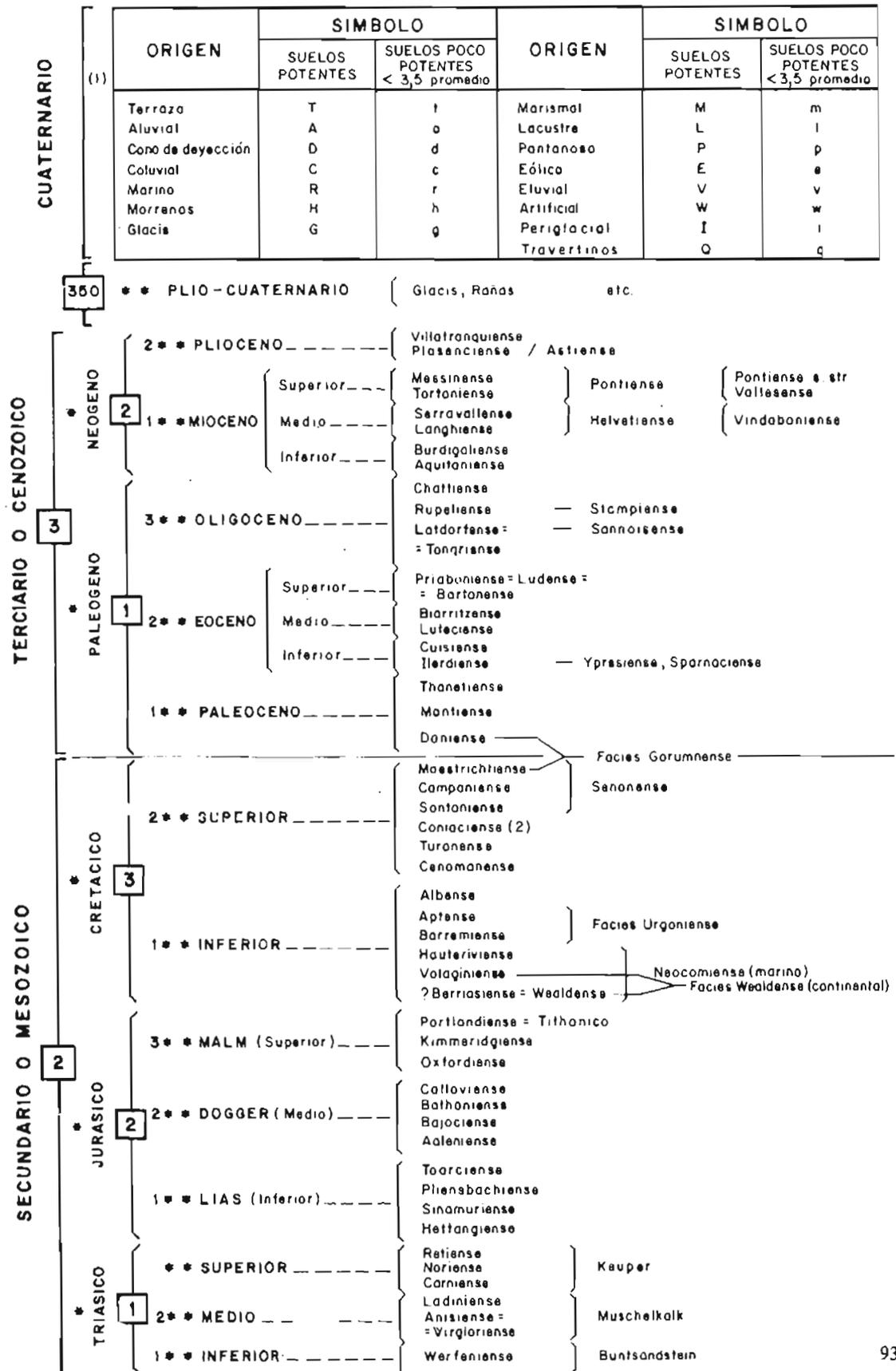
6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

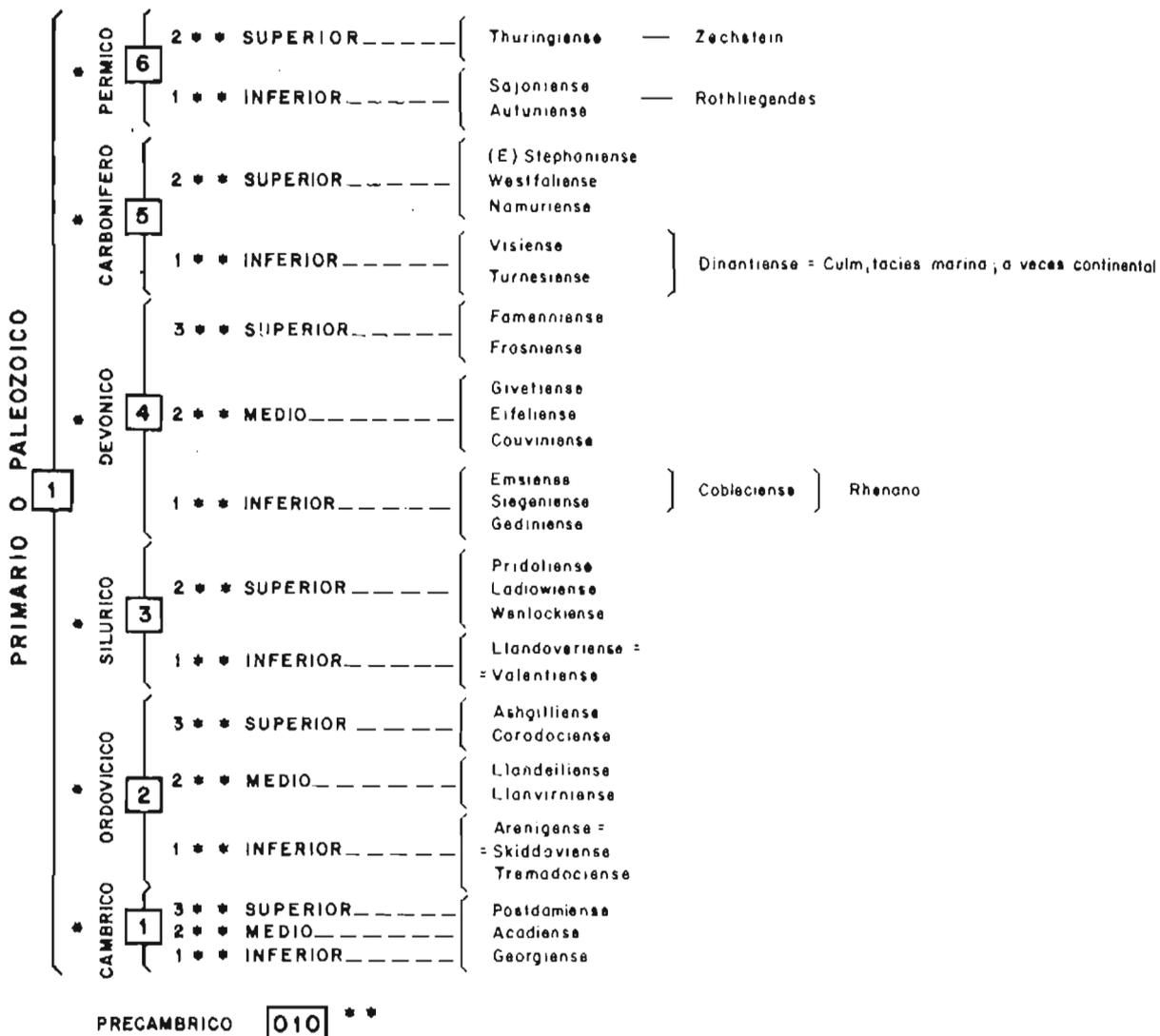
- DIEZ BALDA, M.A. (1986).— «El Complejo esquisto-grauváquico. Las series paleozoicas y la estructura hercínica al Sur de Salamanca». Ediciones Universidad de Salamanca.
- GARCIA SANCHEZ, A. (1980).— «Los recursos minerales de la provincia de Salamanca. Métodos de investigación». Centro de Edafología y Biología Aplicada. Excma. Diputación Provincial de Salamanca.
- GARZON HEYDT, G. (1976).— Estudio tectónico y microtectónico de la fracturación de un segmento del Sistema Central español». *Studia Geológica* X, pp. 7-16.
- I.G.M.E. (1946).— «Leyenda y mapa geológico a escala 1:50.000». Serie Magna. Hoja de Salamanca, nº 478.
- I.G.M.E. (1970).— «Leyenda y mapa geológico a escala 1:50.000». Serie Magna. Hoja de Las Veguillas, nº 503.
- I.G.M.E. (1975).— «Leyenda y mapa geológico a escala 1:200.000». Hojas de Salamanca, nº 37, y Avila, nº 34.
- I.G.M.E. (1975).— «Leyenda y mapa geotécnico general a escala 1:200.000». Hojas de Salamanca, nº 37, y Avila, nº 34.
- LA PORTE SAEZ, P. (1983).— «El clima de Matacán (Salamanca). Estudio de las observaciones desde 1945 a 1974». Ministerio de Transportes.
- RODRIGUEZ ALONSO, M.D. (1985).— «El Complejo esquisto-grauváquico y el Paleozoico en el Centro-Oeste español». Universidad de Salamanca.
- VEGAS, R. (1977).— «El significado del Complejo esquisto-grauváquico». *Studia geológica* XII, pp. 207-216.

7 ANEJOS

7.1. ANEJO 1: SIMBOLOGIA UTILIZADA EN LAS COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS

COLUMNA ESTRATIGRAFICA





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

7.2. ANEJO 2: CRITERIOS UTILIZADOS EN LAS DESCRIPCIONES GEOTECNICAS

INTRODUCCION

Con objeto de precisar, en lo posible, los conceptos más importantes utilizados en las descripciones geotécnicas de los materiales del Tramo, a continuación se señalan los criterios utilizados en la exposición de características del terreno tales como ripabilidad, estabilidad de taludes, capacidad portante, niveles freáticos, y otras.

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

RIPABILIDAD

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

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

CAPACIDAD PORTANTE

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

- a) Capacidad portante alta o elevada es la que corresponde a una formación constituida por materiales compactos y preconsolidados, o bien a formaciones rocosas estables y resistentes, de excelentes características como cimiento de un firme de carretera o de una obra de fábrica.
- b) Capacidad portante media es la de aquellas formaciones constituidas por materiales compactos y preconsolidados, que tienen sus capas superficiales algo alteradas y que, por tanto, determinan un suelo en el que la aplicación de cargas moderadas superficiales (2 ó 3 kg/cm²), produce asientos tolerables de las obras de fábrica. En este caso, la estabilidad del material considerado como explanada del firme es suficiente en general, sin que sea necesaria la mejora del suelo.
- c) Capacidad portante baja es la correspondiente a materiales de suelos desagregados en los que la aplicación de cargas moderadas produce asientos inadmisibles para las obras de fábrica con cimentación superficial. La ejecución de firmes en este tipo de materiales requerirá fuertes espesores estructurales, colocación de explanadas mejoradas, retirada de los suelos plásticos si son poco potentes o cimentación de las obras de fábrica en la formación subyacente.

ESTABILIDAD DE TALUDES

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

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

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

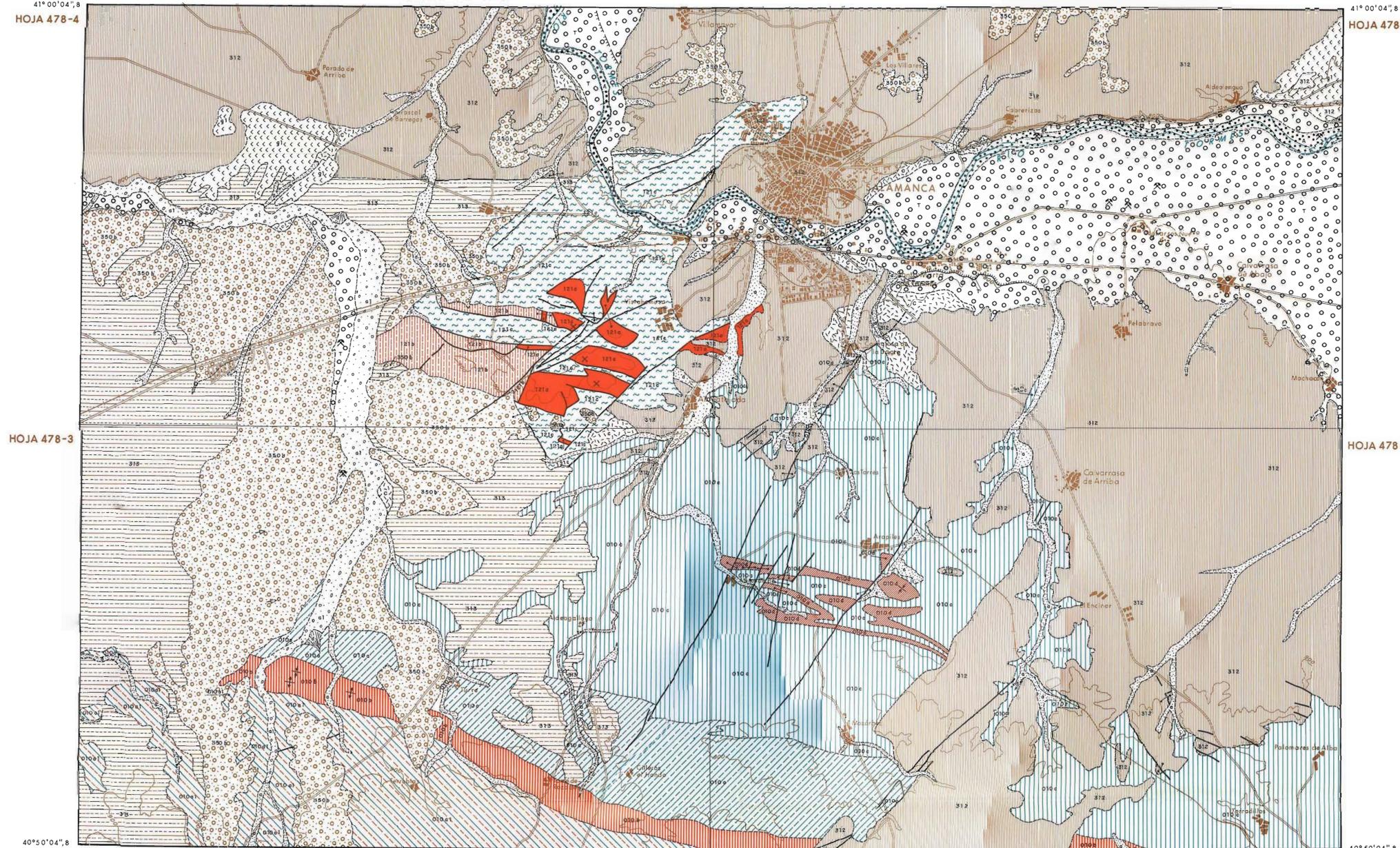
Se han considerado formaciones con problemas de estabilidad de taludes, aquéllas en las que bien sea porque el ángulo de estabilidad natural del material es muy tendido, bien porque la formación está integrada por materiales de diferente comportamiento geotécnico, pueden producirse derrumbamientos, desprendimientos o deslizamientos de ladera. En general, para cada material y talud, se indica el tipo de problemas que pueden presentarse.

DRENAJE

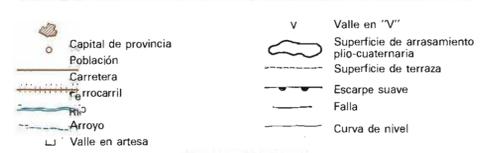
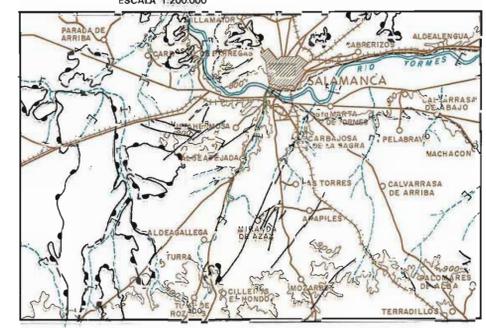
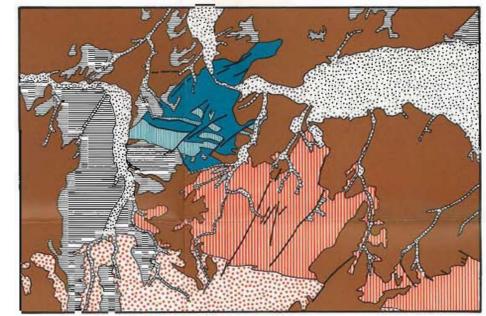
El movimiento superficial y profundo de las aguas de lluvia, se reseña en la descripción de las distintas formaciones litológicas. Conviene resaltar que los datos disponibles para una correcta localización de los niveles freáticos del Tramo y sus periódicas variaciones en relación con las distintas épocas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

PLANOS

MAPA LITOLOGICO-ESTRUCTURAL
ESCALA 1:50.000



ESQUEMA GEOLOGICO
ESCALA 1:200.000

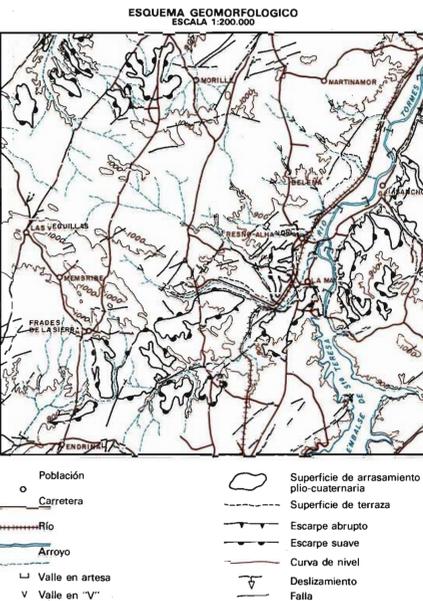
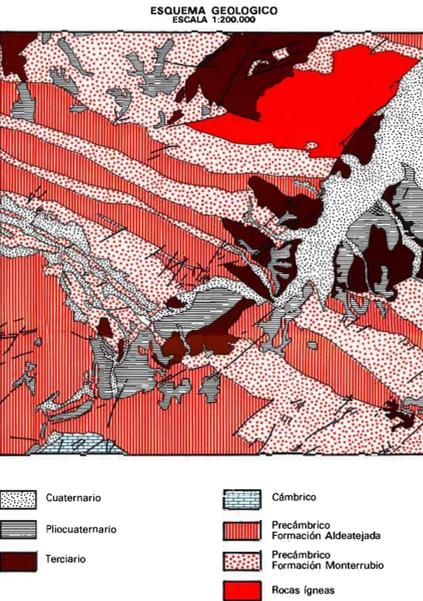
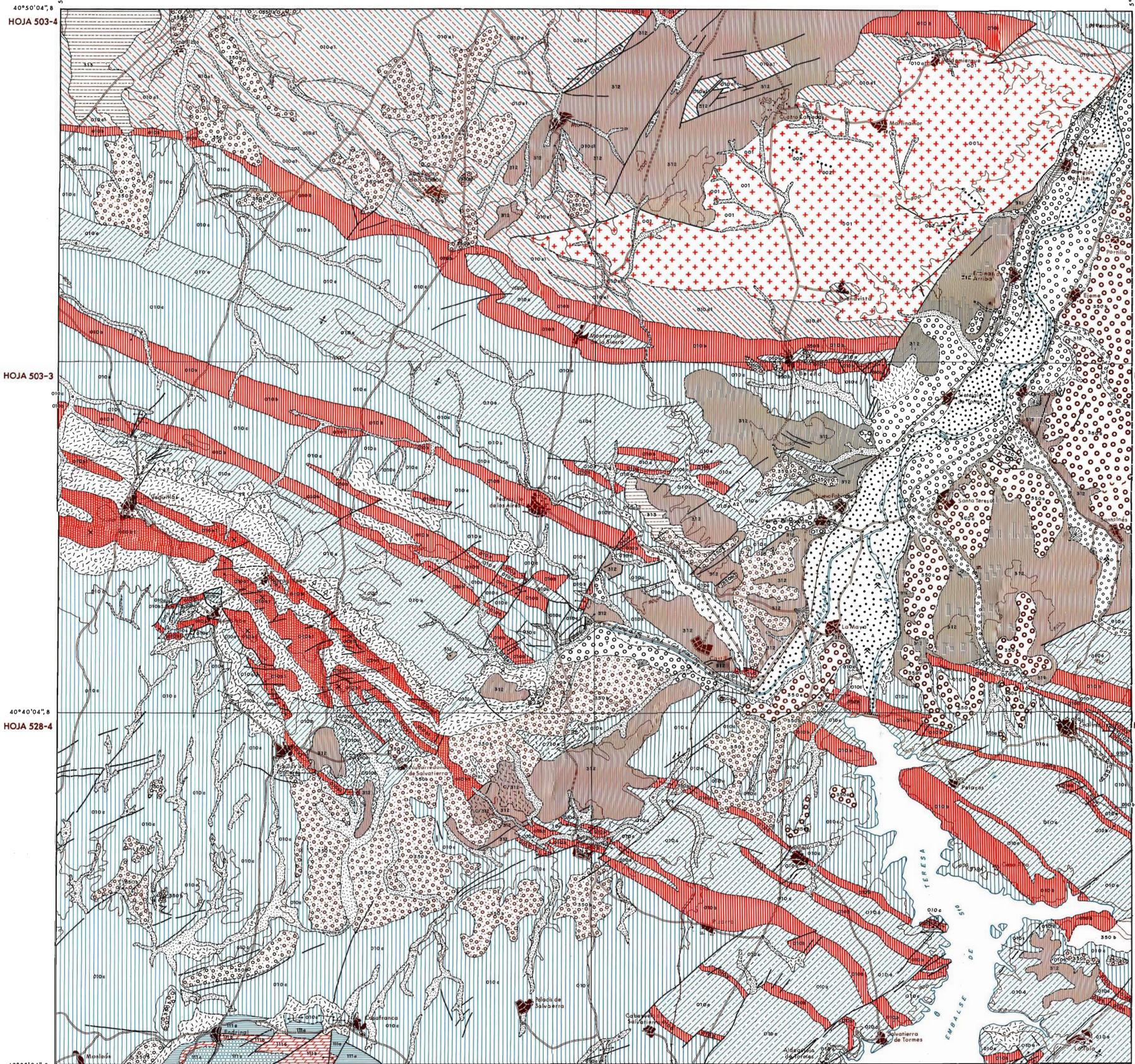


LEYENDA

<p>010 a</p>	<p>312</p>	<p>d</p>
<p>010 a1</p>	<p>313</p>	<p>g</p>
<p>010 b</p>	<p>350 b</p>	<p>g1</p>
<p>010 c</p>	<p>T</p>	<p>g2</p>
<p>010 d</p>	<p>C,c</p>	<p>g3</p>
<p>121 a</p>	<p>A, a</p>	<p>g4</p>
<p>121 b</p>	<p>o1</p>	<p>g5</p>
<p>121 c</p>	<p>g6</p>	<p>g7</p>

NOTA A LA LEYENDA
P.a.: Potencia aproximada

MAPA LITOLOGICO-ESTRUCTURAL
ESCALA 1:50.000



- Cuaternario
- Pliocuatrnario
- Terciario
- Cámbrico
- Pre cámbrico Formación Aldeatejada
- Pre cámbrico Formación Monterrubio
- Rocas ígneas

o Población
Carretera
Río
Arroyo
Valle en artesa
Valle en "V"

- Superficie de arrasamiento pliocuatrnario
- Superficie de terraza
- Escarpe abrupto
- Escarpe suave
- Curva de nivel
- Deslizamiento
- Falla

- Suelo no cohesionado de arenas limosas y limos arcillosos. Permeabilidad moderada.
- Suelo no cohesionado de arenas limo-arcillosas, con grava. Contaminación y permeabilidad buenas.
- Suelo no cohesionado de arenas limo-arcillosas. Sin contaminación y permeabilidad buenas.
- Suelo no cohesionado de arenas arcillosas con campos de raíces. Alta permeabilidad.
- Suelo cohesionado de arcillas y gravillas poligénicas. Sin contaminación y permeabilidad moderada.
- Suelo no cohesionado de arenas limosas y limos arcillosos y margas. Permeabilidad alta.
- Litosaletas con recubrimientos parciales de suelos cohesionados, tipo limo-arcillosos, con estructura alta de descomposición.
- Litosaletas de materiales cuarcíticos.
- Litosaletas gresosas con recubrimientos importantes de suelos pánicos no cohesionados y limo-arcillosos.
- Litosaletas de materiales graníticos.

- G-1. Materiales no cohesionados con problemas de deslizamiento por acción diferencial, deslizamientos y fugas. Capacidad portante entre moderada a alta.
- G-2. Materiales cohesionados con problemas de erosión lateral. Capacidad portante entre moderada a alta.
- G-3. Materiales con problemas de dinámica fluvial. Susceptibles de provocar asientos diferenciales. Baja permeabilidad.
- G-4. Margas con problemas de estabilidad de laderas. Capacidad portante baja. Ripables.
- G-5. Materiales sin problemas puntuales importantes. Capacidad portante moderada a alta. Deslizamientos de poca importancia. Capacidad portante moderada a alta. Fugas de poca importancia.
- G-6. Materiales con problemas de desprendimiento por acción diferencial, deslizamientos y fugas. Capacidad portante entre moderada a alta.
- G-7. Materiales con problemas de erosión lateral. Permeabilidad baja o nula. Capacidad portante moderada.
- G-8. Materiales con problemas de karstificación y desprendimiento y crecimiento de cuevas a favor de fracturas y grietas de estratificación. Capacidad portante moderada.
- G-9. Materiales con problemas de desprendimiento por acción diferencial, deslizamientos y fugas. Capacidad portante entre moderada a alta.
- G-10. Materiales susceptibles de provocar problemas de desprendimiento y crecimiento de cuevas a favor de fracturas y grietas de estratificación. Capacidad portante moderada a alta.
- G-11. Materiales susceptibles de provocar problemas de desprendimiento y crecimiento de cuevas a favor de fracturas. Capacidad portante muy alta. No ripables.

- 001 Metagranitos adelmiticos de grano medio, color oscuro, ricos en biotita y con fenocristales de feldespato potásico. Granulitos leucocríticos de grano fino a grueso con gran cantidad de turmalinas. Esquistosidad muy penetrativa y subhorizontal. Estructura alargada y tabular. Alto grado de fracturación. Permeabilidad por fisuración. Capacidad portante alta a muy alta. No ripable. Taludes naturales estables. Taludes artificiales 45° a 65° (Ejed hercínica).
- 002 Granulitos pegmatíticos de color rosado con granos gruesos de cuarzo y feldespato potásico. Rico en turmalina y con cuajales de cuarzo. Se disponen en pliegues de forma tabular en litosaletas. Alto grado de fracturación. Permeabilidad por fisuración. Capacidad portante muy alta. No ripable. Taludes naturales estables. Taludes artificiales muy fuertes. (Ejed hercínica).
- 010a Pizarras negras, bandeadas, ricas en materia orgánica y nódulos fosfatados, pizarras arenosas y esquistos. Esquistosidad muy penetrativa. Estructura tabular. Se disponen en pliegues de dirección N160°E. Grado de fracturación medio-alto. Permeabilidad por fisuración. Capacidad portante alta a muy alta. Parcialmente ripable por medios mecánicos normales. Taludes naturales muy tendidos y estables. Taludes artificiales con problemas ocasionados por desprendimientos y corrimientos a favor de superficies estructurales. Pendientes estables < 45° (Precámbrico. P.a.: 2000m).
- 010d1 Micacitas y micaesquistos. Esquistosidad penetrativa. Aflores en la periferia del batolito granítico como una unidad metamórfica "de contacto". Grado de fracturación moderado a bajo. Permeabilidad por fisuración. Capacidad portante muy alta. No ripable. Taludes naturales muy estables. Taludes artificiales con problemas ocasionados por desprendimientos y corrimientos a favor de superficies estructurales. Pendientes estables < 45° (Precámbrico. P.a.: 250m).
- 010b Conglomerados, pizarras y cuarcitas microconglomeráticas. Esquistosidad poco penetrativa. Estructura tabular. Buena continuidad lateral. Se disponen en pliegues apretados con una dirección N160°E. Alto grado de fracturación. Permeabilidad por fisuración. Capacidad portante muy alta. No ripable. Taludes naturales muy estables. Taludes artificiales con problemas ocasionados por desprendimientos y corrimientos a favor de superficies estructurales. En direcciones perpendiculares a la estratificación los taludes pueden tener pendientes acusadas. (Precámbrico. P.a.: 10 a 40m).
- 010b1 Cuarcitas y matcongglomerados cuarcíticos. Esquistosidad poco penetrativa. Estructura tabular. Se disponen en pliegues apretados. Buena continuidad lateral. Alto grado de fracturación. Permeabilidad por fisuración. Capacidad portante muy alta. No ripable. Taludes naturales muy estables. Taludes artificiales con problemas ocasionados por desprendimientos. En general pueden adquirir pendientes acusadas. (Precámbrico. P.a.: 100m).
- 010c Pizarras verdes bandeadas y esquistos cloríticos. Esquistosidad penetrativa. Estructura tabular. Se disponen en pliegues muy apretados. Buena continuidad lateral. Dirección N160°E. Grado de fracturación medio. Permeabilidad por fisuración. Capacidad portante alta, o moderada en zonas alteradas. Ripables por medios mecánicos normales. Taludes naturales estables. Taludes artificiales con problemas ocasionados por desprendimientos y corrimientos a favor de superficies estructurales. Pendientes estables < 45° (Precámbrico. P.a.: 510m).
- 111a Alternancia de areniscas, pizarras arenosas y pizarras. Esquistosidad poco penetrativa. Estructura tabular. Los estratos se encuentran incluidos dentro de una estructura sinclinal. El buzamiento de los estratos está comprendido entre los 30° y los 35°. Dirección N115°E. Alto grado de fracturación. Permeabilidad por fisuración. Capacidad portante muy alta. No ripable. Taludes naturales estables. Taludes artificiales con problemas ocasionados por desprendimientos y corrimientos a favor de superficies estructurales. Pendientes estables < 45° (Cámbrico. P.a.: 850m).
- 111b Calizas grises con alternancia de bancos pizarrosos o calcosquistosos. Dolomías y pizarras con nódulos dolomíticos. Esquistosidad poco penetrativa. Estructura lenticular. Forma parte del flanco norte de una mega-estructura sinclinal. El buzamiento de los estratos está comprendido entre 45° y 60°. Alto grado de fracturación. Permeabilidad por fisuración y disolución. Capacidad portante alta a muy alta en niveles calizos o esquistosos poco alterados, moderada sobre pizarras y a media ladera. No ripables, excepto los niveles pizarrosos. Taludes naturales estables. Taludes artificiales con problemas ocasionados por desprendimientos en los tramos carbonatados y corrimientos en los esquistosos a favor de superficies estructurales. Pendientes estables con ángulos muy acusados en los tramos calizos y dolomíticos, y con valores < 45° en los tramos pizarrosos. (Cámbrico. P.a.: 400m).
- 111c Pizarras bandeadas con niveles arenosos ricos en limonita y pirita, e intercalaciones de centimétricas a métricas de pizarras arenosas. Esquistosidad penetrativa. Se dispone en el núcleo de una mega-estructura sinclinal. El buzamiento de los estratos oscila entre los 15° y 35°. Permeabilidad por fisuración. Capacidad portante alta, o moderada en zonas alteradas. Ripable. Taludes naturales estables. Taludes artificiales con problemas ocasionados por desprendimientos y corrimientos a favor de superficies estructurales. Pendientes estables < 45° (Cámbrico. P.a.: 250m).

- LEYENDA**
- 312 Samitas feldespáticas de tonos claros y vesiculosis con granos gruesos de cuarzo y feldespato, con intercalaciones de conglomerados y microconglomerados muy cementados, con potencias decimétricas y métricas. Alternan en los niveles altos de la serie, con areniscas margosas, margas arenosas, margas y algún lecho carbonatado. Estructura tabular. Buzamiento subhorizontal. Permeabilidad alta por infiltración. Capacidad portante moderada a alta, localmente puede llegar a ser baja. Materiales ripables. Taludes naturales generalmente estables. Taludes artificiales con problemas ocasionados por desprendimientos y corrimientos a favor de superficies estructurales. Pendientes estables > 45° en tramos arenosos y < 45° en los margosos. (Eoceno. P.a.: 20 m).
 - 313 Arcillas rojas con cantos esporádicos poligénicos, pudngas arcillosas de metacuarzita, e intercalaciones de arenas de grano muy fino. Estructura tabular. Buzamiento subhorizontal. Permeabilidad baja o moderada, dependiendo de la fracción arcítica. Capacidad portante moderada a baja. Material ripable. Taludes naturales estables. Taludes artificiales estables al deslizamiento con pendientes de 45° o mayores, si el agua no está presente en el talud. Fácilmente erosionables. (Oligoceno. P.a.: 3 a 9m).
 - 350a Conglomerado poligénico de cantos muy gruesos (7-20 cm) de cuarzo, cuarcita, pizarra, esquistos, arenisca y cantos blandos. Material arcilloso en arcilla. Aspecto rojizo. Estructura tabular. Buzamiento subhorizontal. Permeabilidad alta por percolación. Capacidad portante moderada. Materiales ripables. Taludes naturales fuertes en los que se observan algunas roturas fosiles. Taludes artificiales con problemas ocasionados por desprendimientos de cantos, localmente deslizamientos. Pendientes estables en general < 45° (Pleistoceno. P.a.: 1 a 7 m).
 - 350b Conglomerado de cuarcitas con matriz arcillosa y roja (rafa). Materiales no consolidados. Estructura tabular. Buzamiento subhorizontal. Permeabilidad baja por percolación. Capacidad portante de baja a moderada. Materiales ripables. Taludes naturales estables. Taludes artificiales estables < 45° (Pleistoceno. P.a.: 0,5 a 2 m).
 - g2 Glacia. Gravas y gravillas de naturaleza silicea inmersas en una matriz arcillo-arenosa. Morfológicamente de pedregales. Buzamiento subhorizontal. Permeabilidad por percolación. Ripable. Debido a su escasez potencia, las características geotécnicas se deben referir a su sustrato correspondiente, generalmente metamórfico. (Pleistoceno. P.a.: 0,5 a 1 m).
 - T Limos y arenas, arenas silíceas, y gravas con cantos poligénicos. Buzamiento subhorizontal. Permeabilidad deficiente por percolación. Capacidad portante moderada a baja, con problemas potenciales de asientos diferenciales. Materiales ripables. Taludes naturales estables. Taludes artificiales estables en lomo a los 45° (Cuaternario. P.a.: 7 m).
 - d Conos de deyección. Arenas limosas y arcillosas con gravas silíceas. Buzamiento subhorizontal a la pendiente a la que se adaptan. Permeabilidad de moderada a alta. Capacidad portante baja. Taludes naturales estables. (Cuaternario. P.a.: 1 a 2 m).
 - c, c' Limos y gravas con matriz arenosa. Buzamiento subhorizontal. Buena permeabilidad por percolación salvo en frentes netamente arcillosos. Capacidad portante baja. Materiales ripables. Taludes naturales estables. Taludes artificiales estables < 30° (Cuaternario. P.a.: C, 1 a 3 m; c, 1 a 2 m).
 - A, c' Aluvial actual. Limos, limos arenosos y arenas de grano muy fino y gravas poligénicas. Buzamiento subhorizontal. Permeabilidad moderada por percolación. Capacidad portante baja. Materiales ripables. Taludes naturales estables. (Cuaternario. P.a.: 1 a 2 m) A (cauces importantes), e (pequeños cauces).
 - A1 Horizontes limo-arcillosos que recubren a lechos lenticulares de gravas arenosas y limosas de naturaleza poligénica. Buzamiento subhorizontal. Permeabilidad buena por percolación. Capacidad portante baja. Materiales ripables. Taludes naturales estables. (Cuaternario. P.a.: 2 a 3 m).
 - A2 Arcillas limosas y ripables con cantos dispersos de cuarcita. Buzamiento subhorizontal. Permeabilidad baja. Capacidad portante baja. Ripable. Taludes naturales estables. (Cuaternario. P.a.: 1 a 3 m).

- Falla
- Contacto litológico
- Sinclinal
- Anticinal
- Deslizamiento
- Escarpe de terraza
- Yacimiento granular
- Yacimiento rocoso

NOTA A LA LEYENDA
P.a.: Potencia aproximada.

