



estudio previo de terrenos



Corredor del noroeste

TRAMO : AREVALO - VALLADOLID

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

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

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

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

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

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

M.O.P.
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS Y CAMINOS VECINALES
SUBDIRECCION GENERAL DE NORMAS TECNICAS Y PROSPECCIONES
SECCION DE GEOTECNIA Y PROSPECCIONES

ESTUDIO PREVIO DE TERRENOS
CORREDOR DEL NOROESTE
TRAMO: AREVALO--VALLADOLID

CUADRANTES:

372 - 1 y 2	VALLADOLID
400 - 1 y 2	PORTILLO
401 - 3 y 4	CUELLAR
428 - 1 y 2	OLMEDO
429 - 3 y 4	NAVAS DE ORO
455 - 1	AREVALO
456 - 1 y 4	NAVA DE LA ASUNCION

FE DE ERRATAS

PAGINA	PARRAFO	LINEA	SE LEE	DEBE LEERSE
3	9	Ultima	Estudio Previo de Terreno	Estudio Previo de Terrenos
4	7	12	Ingeniero	Ingeniero
6-7	Fig. 2.1	-	BLOQUE DIAGRAMA DEL	VISTA GENERAL DEL
12	1	1	PDS-1	P.D., S-1
12	Fig. 2.4	-	PG, S-1 (1974)	P.D., S-1 (1974)
27	Fig. 3.7	Pie	Esquema de afloramiento de coluviales (C)	Esquema de coluviales (C)
30	Fig. 3.8 Eje horizontal	10	100	1000
47	Columna3	-	Molucas:	Malucas:
81	2	1	En el cuadro resumen figuran	En los cuadros de situación de yacimientos figuran
81	2	5	en el citado cuadro	en los citados cuadros
82	2	1	Son, pues, materiales	Son materiales
83	6	1	Medina del Campo	Medina del Campo (73/2)

INDICE

	Pág.
1. INTRODUCCION	1
2. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO	5
2.1. GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA	5
2.2. ESTRATIGRAFIA	8
2.3. GRUPOS GEOTECNICOS	11
2.4. SISMICIDAD	12
3. ESTUDIO DE ZONAS	15
3.0. ZONAS DE ESTUDIO	15
3.1. ZONA 1: PARAMO	17
3.1.1. GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA	17
3.1.2. COLUMNA ESTRATIGRAFICA	20
3.1.3. GRUPOS GEOTECNICOS	24
3.1.4. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS QUE PRESENTA LA ZONA	42
3.2. ZONA 2: LLANURAS TERCIARIAS	44
3.2.1. GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA	44
3.2.2. COLUMNA ESTRATIGRAFICA	48
3.2.3. GRUPOS GEOTECNICOS	48
3.2.4. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS QUE PRESENTA LA ZONA	54
3.3. ZONA 3: RELIEVES PALEOZOICOS Y MESOZOICOS	56
3.3.1. GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA	56
3.3.2. COLUMNA ESTRATIGRAFICA	60
3.3.3. GRUPOS GEOTECNICOS	62
3.3.4. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS QUE PRESENTA LA ZONA	72
4. CONCLUSIONES	73
4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS	73
4.2. CORREDORES DE TRAZADOS SUGERIDOS	74
5. ESTUDIO DE YACIMIENTOS	77
5.1. CANTERAS	77
5.2. GRAVERAS	81
5.3. PRESTAMOS	81
5.4. YACIMIENTOS QUE SE DEBERAN ESTUDIAR CON DETALLE	82
6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	83

1. INTRODUCCION

El objeto de este estudio es exponer las características litológicas, estructurales y geotécnicas, más sobresalientes, que de alguna manera pueden influir en una obra de tipo lineal como es una carretera. Todo el estudio se dirige en este sentido, aunque sea inevitable, algunas veces, desviarse en otras direcciones, siempre con el interés de recoger una información complementaria mejor.

El tramo Arévalo–Valladolid (Fig. 1.1) está situado fundamentalmente en la provincia de Valladolid en un 90 por ciento y en la de Segovia en un 10 por ciento. Comprende las siguientes hojas y cuadrantes del mapa Topográfico Nacional a escala 1/50.000 (Fig. 1.2).

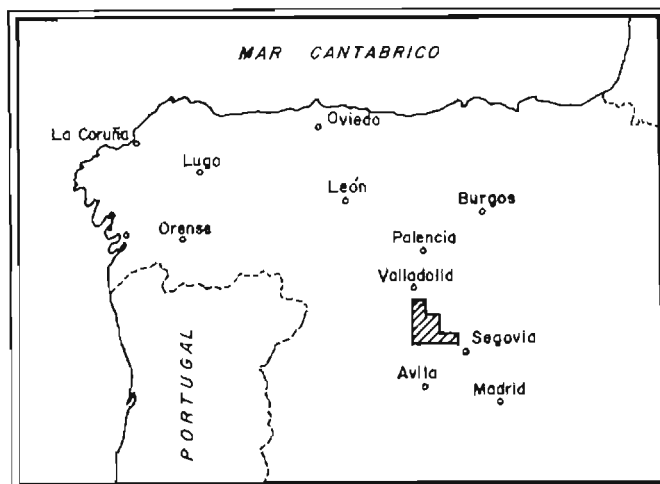


Fig. - 1.1 Situación del tramo.

Hoja	Cuadrante
372	1 y 2
400	1 y 2
401	3 y 4
428	1 y 2
429	3 y 4
455	1
456	1 y 4

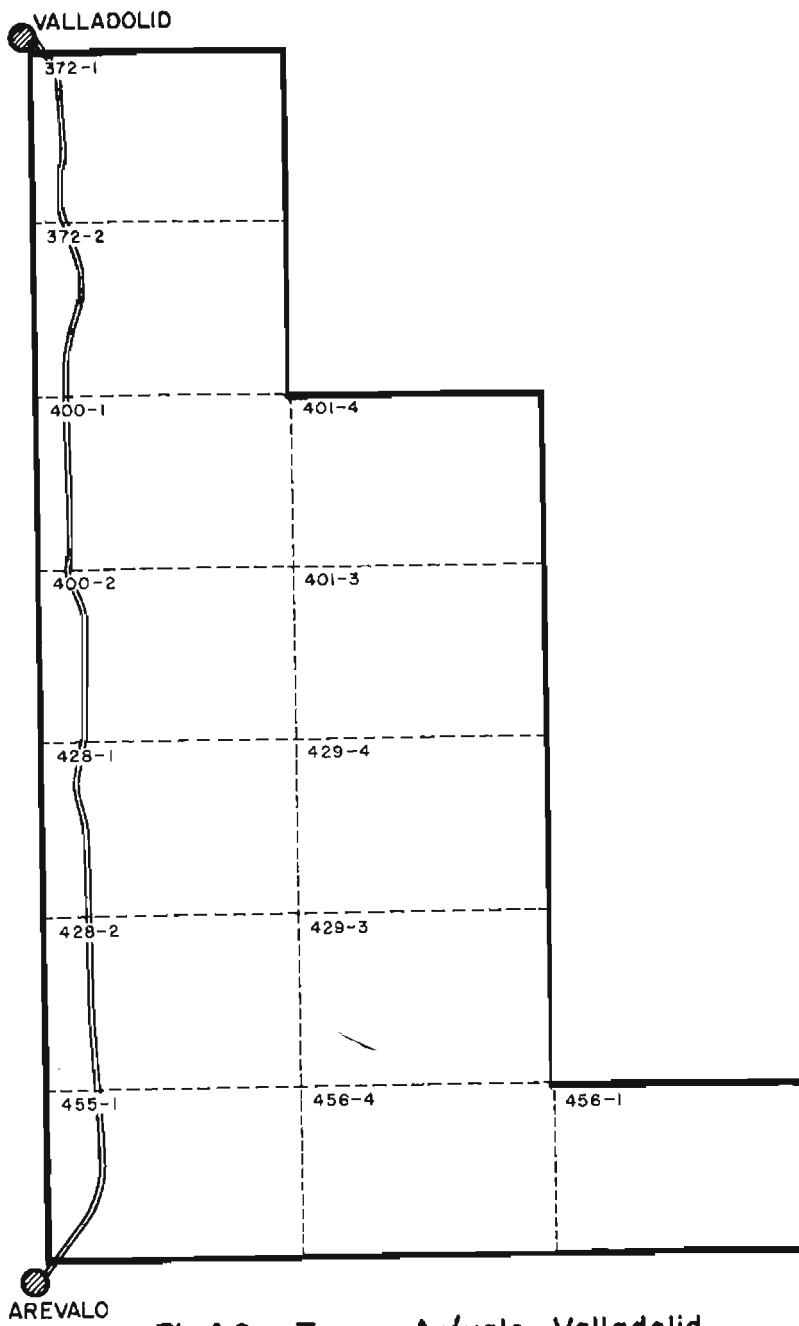


Fig.1.2.-Tramo Arevalo-Valladolid

El estudio se ha desarrollado siguiendo las siguientes fases:

- Recopilación y análisis bibliográfico de los trabajos geológicos y geotécnicos existentes dentro o en zonas próximas al estudio.
- Estudio fotogeológico sobre fotogramas a escala 1/33.000 de todo el área del estudio.
- Comprobación del estudio fotogeológico, corrección del mismo y toma de datos, en el terreno sobre fotoplanos a escala 1:25.000.
- Análisis de muestras, preparaciones y ensayos en laboratorio. Aunque en esta fase se ha intentado siempre recoger las muestras más representativas de las diversas formaciones, la extensión del tramo obliga a considerar estos datos como generales, siendo fiables sólo puntualmente.
- Reducción de los fotoplanos, escala 1:25.000, ya completados con los datos anteriores, a escala 1:50.000 y composición de un mosaico con cada una de estas unidades cuyo resultado son los mapas adjuntos.
- Redacción de la memoria presente, y de los esquemas morfológicos, geotécnicos, de suelos y formaciones de pequeño espesor y geológicos, a escala 1:200.000, que acompañan a los anteriores.

Estas fases no se deben considerar independientes puesto que unas con otras se solapan y complementan.

Con respecto al alcance del estudio, éste depende directamente de dos factores: de su objeto y del tiempo en que se ha realizado. En cuanto al primero ya se expuso al principio. Se han tratado más intensamente los temas que más directamente pueden afectar al desarrollo de una obra lineal, tratándose más ligeramente aquellos temas que por su extensión, situación, etc., van a influir en menor medida. El tiempo durante el cual se ha realizado el estudio, ha sido el comprendido entre los meses de Febrero y Noviembre del año 1.975, fué repartido de la siguiente forma: El 10 por ciento de este tiempo a la recopilación y análisis de la bibliografía, el 30 por ciento al estudio de la foto aérea, otro 30 por ciento a la comprobación y toma de datos en campo, y el otro 30 por ciento a la confección de superponibles (que no se acompañan), memoria y mapas. La simbología adoptada en la cartografía es la correspondiente a la incluida en el Pliego de Prescripciones Técnicas para el Estudio Previo de Terreno.

En el capítulo 2 de la memoria se dan unas ideas sobre los caracteres generales de todo el Tramo.

En el capítulo 3, se divide el Tramo en Zonas en las que las condiciones geológico-geotécnicas son comunes, pasando a continuación a describir separadamente estas Zonas.

En el capítulo 4, se sugieren los corredores que parecen más interesantes para un estudio posterior.

En el capítulo 5, se señalan las canteras y yacimientos granulares que se han recopilado en el estudio.

Por último, en el capítulo 6, se presenta la bibliografía consultada.

Este Estudio Previo de Terrenos ha sido realizado por ESTEYCO, S.A. en colaboración con la Sección de Geotecnia y Prospecciones del M.O.P.

Han supervisado y realizado este estudio:

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

D. Antonio Alcaide Pérez, Dr. Ingeriero de CC.CC. y PP.
D. Rafael del Prado Palomeque, Ingeniero de CC.CC. y PP.
D^a. Concepción Bonet Muñoz, Dr. en Ciencias Geológicas.

ESTEYCO, S.A.

D. Luis del Cañizo Perate, Dr. Ingeniero de CC.CC. y PP.
D. Pedro Sola Casado, Ingeniero de CC.CC. y PP.
D. Ricardo Ortega Rodríguez—Arias, Licenciado en Ciencias Geológicas.
D^a. Berta de la Cruz Cantero, Licenciada en Ciencias Geológicas.

2. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO

2.1 GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA

Geomorfología

El Tramo Arévalo—Valladolid está situado en la submeseta septentrional en la zona central de la cuenca del río Duero, y está recorrido de Sur a Norte por la carretera N—403 de Adanero a Valladolid. (Fig. 2.1)

Al norte del Tramo se encuentran las elevaciones mayores, entre los 800 y 1.000 m , formadas por las calizas del páramo. El descenso de altura es gradual a medida que nos desplazamos hacia el Sur, a través de las llanuras onduladas del Mioceno Superior, para elevarse otra vez, hasta poco menos de los 1.000 m , en el límite sur del Tramo, donde se sitúan los materiales paleozoicos y mesozoicos de Bernardos y Carbonero el Mayor. (Fig. 2.2).

La morfología está íntimamente relacionada con la horizontalidad general de los materiales miocenos y con el diferente grado de competencia de ellos, lo que da como resultado un modelado diferencial del relieve.

Al norte del Tramo encontramos las plataformas tabulares rígidas que forman el conocido relieve en mesas de las calizas del páramo. El desnivel entre esta capa competente y el fondo del valle es aproximadamente de unos 100 a 150 m.

Las laderas de estas mesas están constituidas por una formación eminentemente margosa, que hacia la parte superior presenta capas de calizas intercaladas mientras que hacia la parte baja de la ladera se va haciendo cada vez más yesífera. En general, forman taludes cóncavos más o menos suaves, salvo en aquellos puntos donde un nivel calcáreo, margoso o yesífero más resistente produce un pequeño resalte.

También dentro de esta parte del Tramo debe destacarse el valle del río Duero, que discurre por amplias y llanas campiñas excavadas en los páramos. Constituye el río principal de la región y corre siguiendo una dirección aproximada E—O. Existen tres niveles de terrazas a cada lado de este río, a 10, 30 y 70 m de altura. Las terrazas de la margen derecha están mejor definidas, ya que

las de la margen izquierda aparecen retocadas por arenas eólicas, denominadas por algún autor como "arenas voladoras".

Hacia el Sur las llanuras miocenas, apenas onduladas, tienen una gran extensión y aparecen recubiertas, parcialmente, por arenas eólicas y raña. Están formadas principalmente por materiales detríticos, siendo la arcilla el que predomina. Es frecuente observar en estas campiñas cerros testigos, resultado de la degradación de los Páramos. Estas extensas llanuras se sitúan entre los 700 y 800 m de altura.

Al sureste del Tramo, aparecen elevaciones achatadas constituidas por cuarcitas y pizarras paleozoicas de poca extensión superficial. En esta parte del Tramo, las alturas oscilan entre los 800 y 1.000 m, enlazando con las llanuras por medio de taludes suaves. También deben incluirse en esta zona las elevaciones formadas por retazos plegados mesozoicos y oligocenos que se adosan a los depósitos paleozoicos por medio de fallas.

Resumiendo, podemos considerar, las siguientes unidades morfológicas en el Tramo:

- a) Mesas del páramo.
- b) Llanuras terciarias.
- c) Relieves paleozoicos y mesozoicos.

El clima es el típico continental con inviernos fríos y secos, con heladas frecuentes y veranos muy calurosos y cortos. Desde Noviembre hasta Abril puede haber heladas, más frecuentes en los meses de Diciembre, Enero y Febrero. El riesgo de nevadas es pequeño aunque la probabilidad crece en los meses de Enero y Febrero.

Tectónica

El Tramo, en general, tiene pocas dificultades tectónicas ya que, en su mayoría, se halla emplazado dentro de materiales miocenos caracterizados por su extrema horizontalidad.

Sin embargo, al sureste del Tramo, en la Zona III, formada por los relieves paleozoicos y mesozoicos, pueden encontrarse dificultades en el trazado de una carretera debido a una tectónica más acusada.

El Paleozoico se caracteriza por numerosas fracturas y fallas, apareciendo las pizarras medianamente replegadas. Estos materiales se ponen en contacto por falla con depósitos mesozoicos y oligocenos, que aparecen muy plegados y fracturados.

Posteriormente estos materiales fueron sometidos a una intensa erosión, produciéndose una penillanura que se rejuveneció durante la fase sálica en el Oligoceno Superior. Durante esta fase se pliegan los bordes de la meseta, produciéndose en su interior un abombamiento suave que inicia la diferenciación de la meseta en sus actuales regiones morfológicas (Solé Sabarís, 1.952).

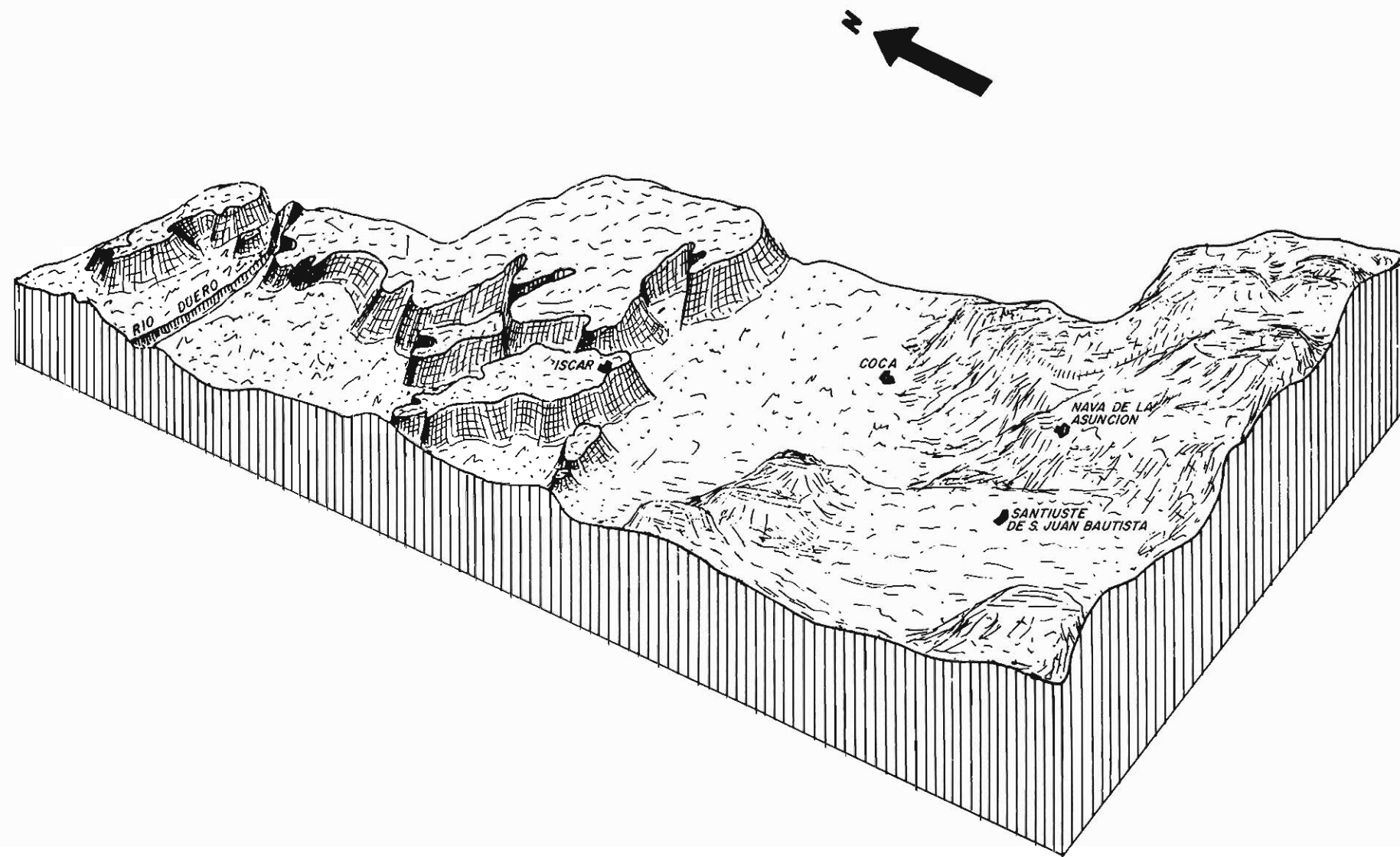


FIG.-2.1 BLOQUE DIAGRAMA DEL TRAMO AREVALO - VALLADOLID

S. E.

N. O.

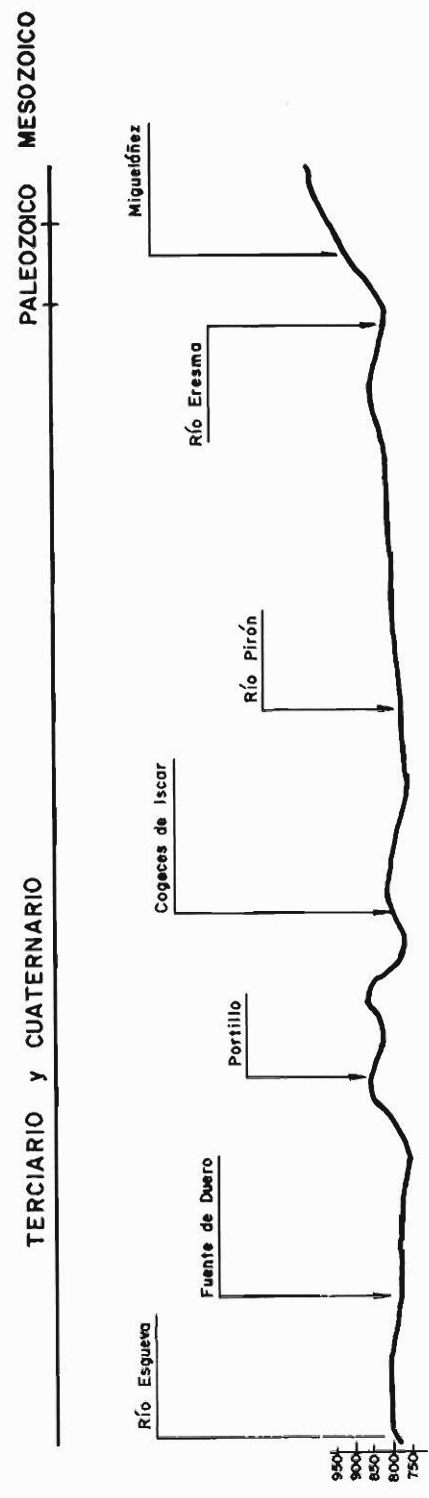


Fig.- 2.2 Perfil general del tramo.

El abombamiento central señala el comienzo de la Cordillera Central, originándose, al Norte y Sur, las depresiones castellanas.

Las presiones ondularon la penillanura y acabaron por quebrarla en bloques cada vez más desnivelados. En los bloques hundidos se estancaron las aguas y se produjo la sedimentación de depósitos lacustres y continentales del Mioceno Superior, consistentes en conglomerados y areniscas en la periferia y sedimentos arcillosos en las zonas más alejadas del borde. A medida que avanza la colmatación, la sedimentación se hace más tranquila y empiezan a depositarse calizas, margas y yesos.

En este Tramo concretamente el aspecto tectónico es muy incompleto, ya que en los sedimentos miocenos apenas si se observan plegamientos y, en la mayoría de los casos, los buzamientos son prácticamente inapreciables.

Debido a los reajustes sufridos por los bloques del basamento, se produjeron grandes fracturas que afectaron también a las formaciones terciarias. Ahora bien, estas fracturas, se han deducido en los materiales terciarios por la dirección de los actuales ríos, que en la mayoría de los casos es notablemente recta. (Solé Sabarís, 1.952).

El plegamiento rodánico, posterior al Pontiense, determina la gran deformación que ondula intensamente a la penillanura, y al crear nuevos relieves desencadena un nuevo ciclo de erosión a fines del Plioceno.

2.2 ESTRATIGRAFIA

La Fig. 2.3 representa una columna general del Tramo. Las edades que se han dado están basadas en la bibliografía consultada y en las consideraciones estratigráficas realizadas en el campo.

Debe señalarse la gran dificultad en realizar series estratigráficas de toda la formación terciaria, debido a las extensas llanuras que forman una gran parte del Tramo y al recubrimiento de las laderas de los Páramos.

Los depósitos más antiguos están constituídos por bancos de cuarcita microcristalina alternando con pizarras gris verdosas del Ordovícico y por terrenos pizarrosos de la misma edad.

Discordantes con el Paleozoico aparecen materiales muy plegados del Cretácico. Estos afloramientos mesozoicos han quedado reducidos a retazos que se ponen en contacto con el paleozoico por medio de fallas.

La base de la serie cretácica está formada por areniscas de grano grueso y otras de grano fino de colores blancos, violáceos y rojizos. A medida que se asciende en la serie estratigráfica el carácter arenoso va desapareciendo y va siendo sustituido por formaciones calcáreas y margosas que constituyen el Cretácico Superior.

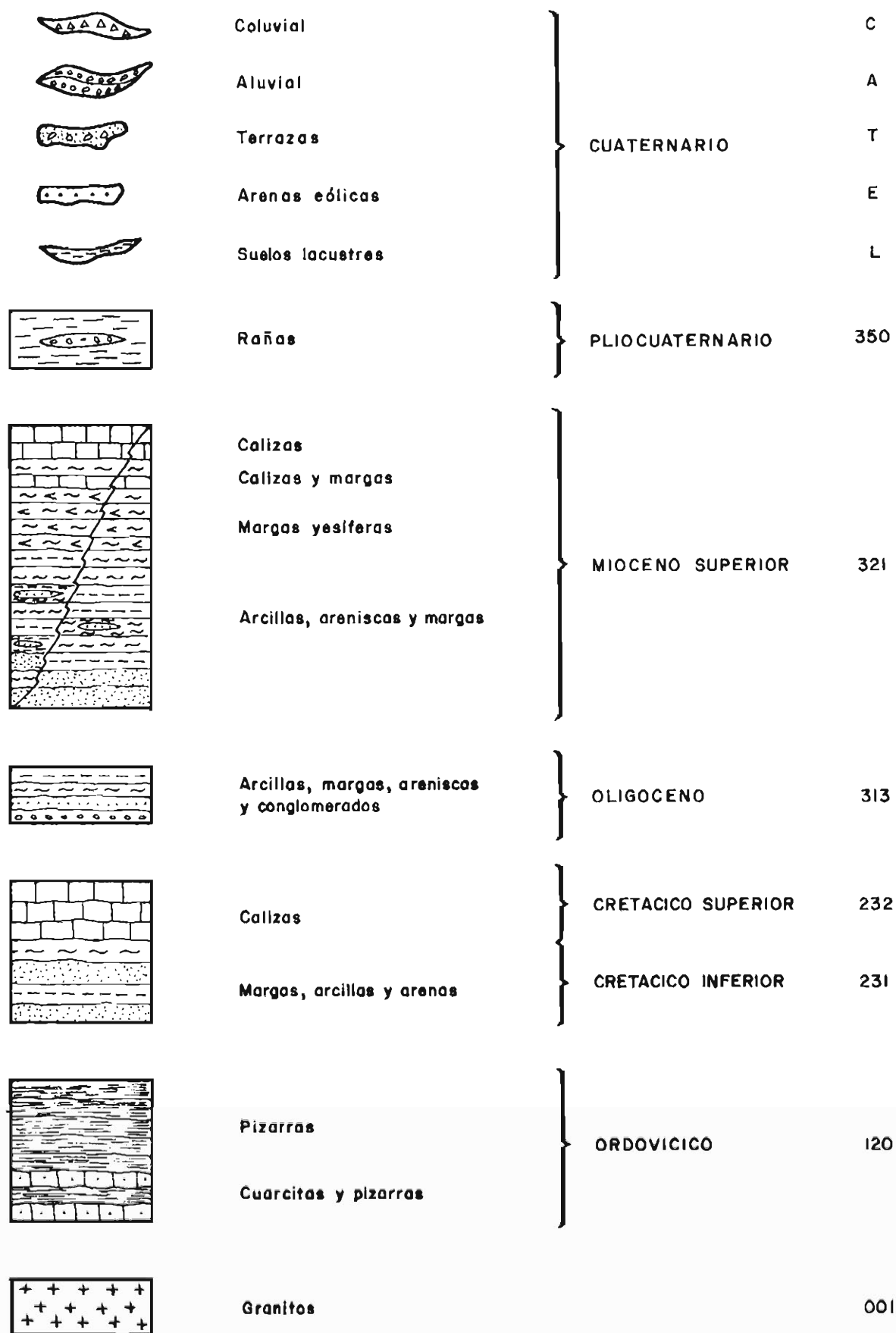


Fig.2.3.- COLUMNA ESTRATIGRAFICA GENERAL DEL TRAMO

Los depósitos más antiguos del Terciario que afloran en este Tramo se incluyen dentro del Oligoceno y descansan concordantemente con el Cretácico. En el Tramo están representados por conglomerados, areniscas, arcillas y margas. Todos estos materiales forman un pequeño afloramiento en las proximidades de Carbonero el Mayor. A continuación comienza la sedimentación del Mioceno que alcanza un notable desarrollo en el Tramo. Son muy frecuentes los cambios laterales de facies, lo que en ocasiones hace muy difícil la situación estratigráfica de ciertos materiales. En general, el sur del Tramo, por encontrarse más próximo al borde de cuenca, está formado por materiales detríticos gruesos. A medida que se va hacia el Norte, es decir, hacia el centro de la cuenca, los materiales detríticos se hacen cada vez más finos hasta que se sustituyen, gradualmente, por depósitos margosos y calcáreos que coronan el Mioceno Superior.

La base está formada por arcillas arenosas y areniscas rojizas con intercalaciones de margas grises (321d). Las arcillas arenosas predominan hacia el Norte, donde las areniscas forman lentejones de pequeñas dimensiones. Hacia el Sur las areniscas son muy abundantes y de grano grueso.

Por encima, y en la parte meridional del Tramo, se sitúa una serie intermedia (321f) formada por margas y areniscas en proporciones variables. Esta formación probablemente sea debida a un cambio lateral de facies de las series margosas y calcáreas más superiores, ya que se sitúa por debajo de las rañas. Es decir, los grupos 321a, 321b y 321c se comprimirían, hacia el Sur, en esta formación de carácter híbrido (detrítico-químico).

Hacia el centro de la cuenca adquieren un gran desarrollo las margas yesíferas de tono gris. En esta parte, esta formación descansa sobre las arcillas rojizas del grupo 321b. Ocasionalmente, pueden presentarse capas de margas sin yesos, más compactas y más claras, intercaladas hacia la base de las margas yesíferas.

Por encima aparece una alternancia de calizas y margas de tonos muy blancos. Finalmente, la serie terciaria viene coronada por la caliza del Páramo de potencia variable.

El Plio-Cuaternario está representado por numerosos retazos de raña que aparecen hacia el sur del Tramo.

El Cuaternario viene representado principalmente, por el aluvial y los diferentes niveles de terrazas del río Duero. Son frecuentes los coluviales que cubren parcialmente las laderas de los páramos. Las arenas eólicas adquieren un gran desarrollo en todo el Tramo. A veces es difícil cartografiarlas, pues es frecuente que pasen gradualmente hacia las areniscas del grupo 321d. Finalmente, los suelos lacustres no son muy extensos, limitándose a los materiales que rellenan las lagunas arreicas, frecuentes en la región (Foto 1).

En cuanto a las rocas cristalinas apenas si tienen representatividad en el Tramo. Están formadas por un reducido afloramiento granítico (456-1) al sureste de la localidad de Miguel Ibañez, continuación de los batollitos al sur del Tramo y fuera de éste.



Foto 1.— Grietas de retracción por resaca-
miento en los depósitos lacustres
de tipo arreico.

2.3 GRUPOS GEOTECNICOS

Teniendo en cuenta los diferentes grupos litológicos definidos en el Tramo y sus características geotécnicas se han definido unos grupos geotécnicos cuya correlación con los grupos litológicos aparece reflejada en el siguiente cuadro:

REFERENCIA	
GRUPOS GEOTECNICOS	GRUPOS LITOLOGICOS
G-1	A1, A2 y A3
G-2	T
G-3	C
G-4	E
G-5	321 a
G-6	321 b
G-7	321 c
G-8	321 d
G-9	L
G-10	350
G-11	321 f
G-12	313
G-13	232
G-14	231
G-15	120 a
G-16	120 b
G-17	001

2.4 SISMICIDAD

De acuerdo con el Mapa Sísmico Nacional definido en la Norma Sismorresistente PDS-1 de 1.974, al tramo objeto de estudio le corresponde, como puede verse en la Fig. 2.4, la isosista V; es decir, no son previsible sismos de intensidad superior a los de grado V de la escala macrosísmica internacional (MKS). En consecuencia, el tramo está ubicado en la "zona 1ª" de sismicidad baja, sin efectos dañinos para la construcción, cuyo límite superior de intensidad es VI.

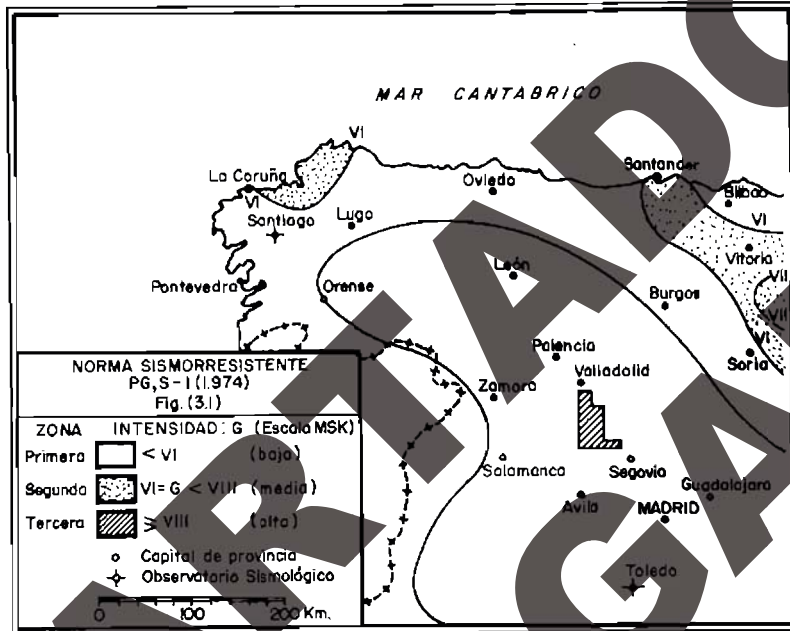


Fig. 2.4 Situación del Tramo en la división de zonas sismorresistentes

Según la citada Norma, no es necesario considerar acciones sísmicas en las obras y servicios localizados en esta "zona sísmica 1ª", excepto para el caso de estructuras, obras o instalaciones especiales.

Así pues, no es obligatoria la consideración de efectos sísmicos salvo para los puentes y vías de acceso principales a las aglomeraciones urbanas importantes, y se pueden prescindir de calcular, a efectos sísmicos, aquellas partes de obra cuya destrucción ocasione daños fácilmente reparables o que no inutilicen carreteras importantes, lo cual ocurrirá en la mayor parte de los casos.

Los valores característicos de la sismicidad a considerar en estos casos especiales son:

Aceleración:	19 cm/seg ²
Velocidad:	1,5 cm/seg.
Desplazamiento:	0,12 cm.

correspondientes a un período de vibración de la estructura de 0,5 seg. y al suelo tipo, formado por gravas y arenas de compactación media que no estén saturadas. El coeficiente sísmico básico es: $C = 0,02$, también para períodos iguales o inferiores a 0,5 seg.; para períodos superiores puede calcularse por la fórmula $C = \frac{0,01}{T}$. Para los modos segundo y tercero se determinarán los coeficientes básicos respectivos de forma análoga.

En los cálculos de estabilidad, excepto en las estructuras muy especiales, se considerará una acción sísmica horizontal en la dirección más desfavorable, igual al coeficiente sísmico correspondiente a un mínimo de riesgo en cincuenta años, multiplicado por el factor de respuesta, al coeficiente del terreno y el peso propio. En general, se puede prescindir de los efectos debidos a las fuerzas sísmicas verticales; sin embargo, deberán considerarse en vigas de grandes luces, arcos, etc., y siempre que lo especifiquen las Instrucciones, Normas y Reglamentos particulares. Asimismo, se emplearán los coeficientes de cohesión y rozamiento deducidos de los ensayos estáticos y se prescindirá del posible incremento de la presión intersticial.

En el proyecto de una carretera, cuando se consideran acciones sísmicas, se analizarán las pendientes y taludes naturales de las laderas por las que discurran, huyendo en lo posible, de aquellas cuyos coeficientes de seguridad, teniendo en cuenta la acción sísmica horizontal definida anteriormente, sean inferiores a 1,2 y de aquellas zonas en las que se hayan producido corrimientos de terreno.

Los muros de contención se calcularán igualmente teniendo en cuenta la acción sísmica horizontal indicada, con coeficiente de seguridad superior a 1,2.

Para la construcción de terraplenes cuando se empleen materiales muy arcillosos, se compactarán del lado húmedo y por encima de 95 por 100 de la densidad máxima Proctor Normal.

Se evitará en lo posible la construcción de la carretera sobre terrenos llanos y arenosos no compactos. Cuando no sea posible evitarlos, debe tenerse en cuenta que un terremoto puede ocasionar asentamientos que destruyan la calzada y hagan intransitable la vía.

En definitiva, se puede concluir, que dada la naturaleza cohesiva de casi todas las formaciones, excepto los mantos de arenas eólicas que, por otra parte, tienen una compactación de media a alta, y la baja sismicidad de la región, el riesgo de daños sísmicos en las eventuales obras viales, es muy reducido.

3. ESTUDIO DE ZONAS

3.0 ZONAS DE ESTUDIO

Para exponer y comprender mejor las características del Tramo, se ha considerado conveniente dividirlo en Zonas con morfología, litología y estructura propias.

En la Fig. 3.1 se presentan las tres Zonas en las que se ha dividido el estudio que son:

- Zona 1. Páramo con cotas entre 800 y 1.000 m , de relieves tipo mesa con valles amplios, materiales terciarios y cuaternarios y tectónica tranquila.
- Zona 2. Llanuras con cotas aproximadas de 700 m , de morfología llana con frecuentes lagunas arreicas, materiales terciarios, pliocuaternarios y cuaternarios, de tectónica tranquila.
- Zona 3. Relieves paleozoicos y mesozoicos, con cotas de 900 a 1.000 m , de elevaciones achata-das, materiales paleozoicos, mesozoicos, terciarios y cuaternarios, con fracturas y pliegues frecuentes.

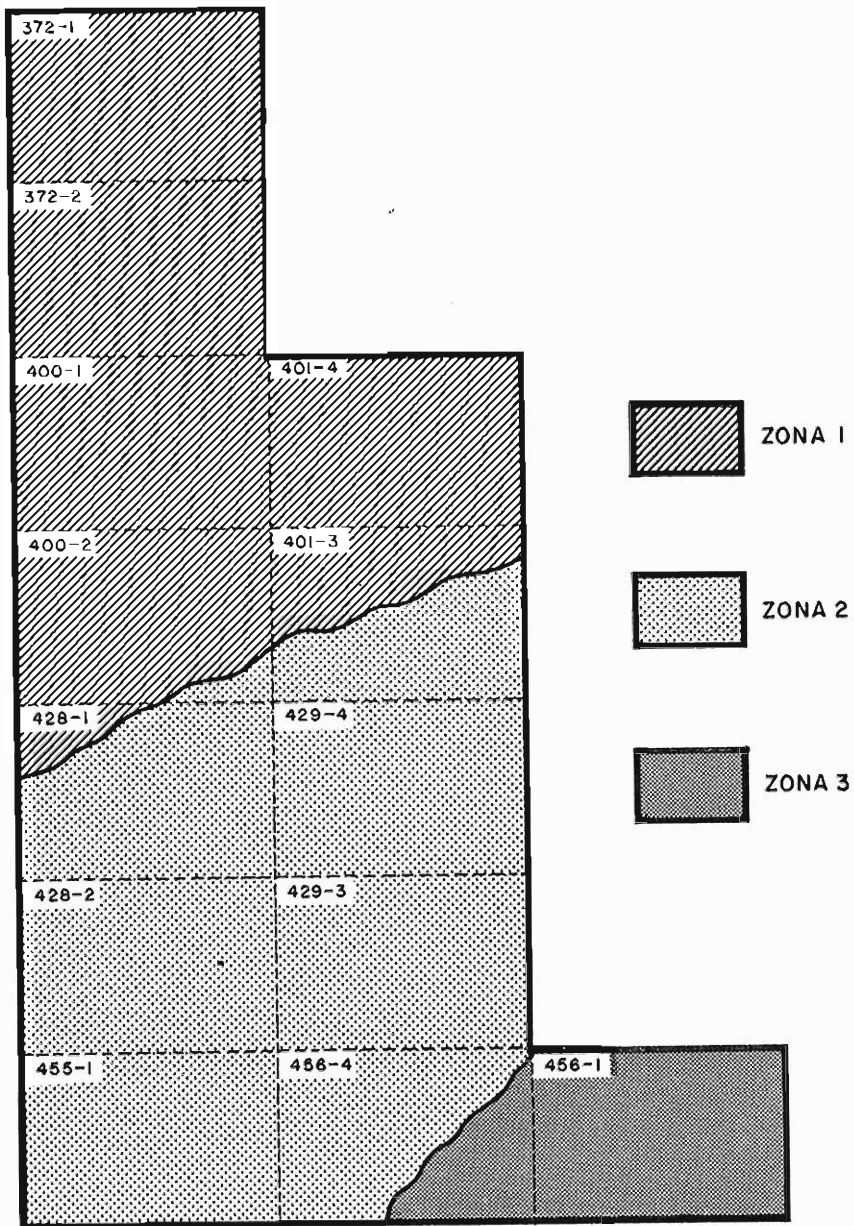


Fig.3.1.- Distribución de zonas

3.1 ZONA 1: PARAMO

3.1.1 Geomorfología y Tectónica

Geomorfología

Situación.— La Zona en estudio se encuentra, en su mayor parte, en la provincia de Valladolid, y comprende parte del oeste de la de Segovia. Hacia el Noroeste, limita con la ciudad de Valladolid que queda fuera del Tramo y al Norte con el Valle del río Duero. Su límite sur viene dado por una línea imaginaria que pasaría por Olmedo, Iscar, y S. Cristobal de Cuéllar.

Comprende esta Zona los siguientes cuadrantes:

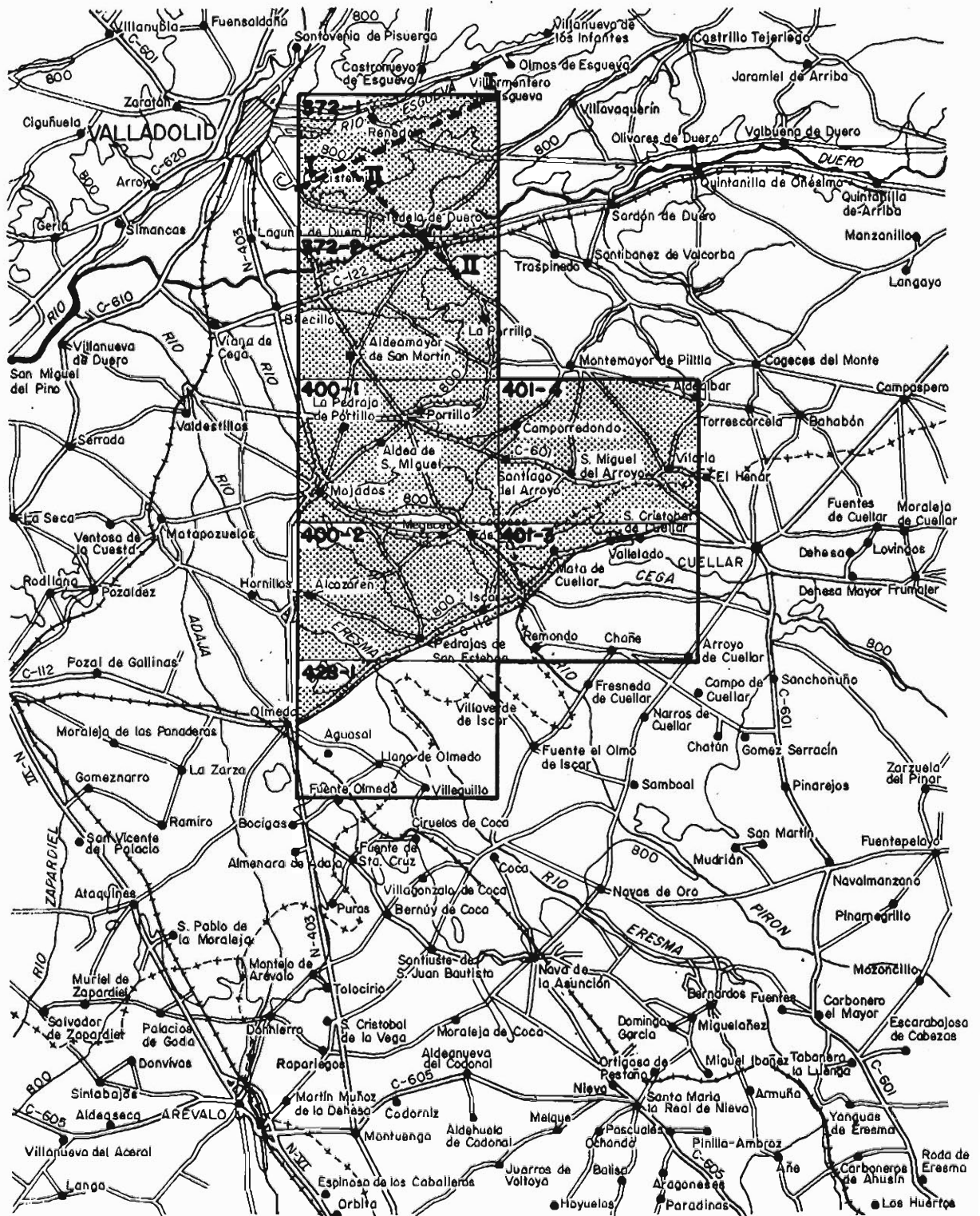
372	1	(entero)
372	2	(entero)
400	1	(entero)
400	2	(parte)
401	4	(entero)
401	3	(parte)
428	1	(parte)

que, junto con las poblaciones más importantes y ríos que discurren por ellos, están representados en la Fig. 3.2.

Morfología.— Dentro de esta Zona podemos considerar dos unidades morfológicas (Fig. 3.3):

- a) Valle del río Duero.
 - b) Mesas del páramo.
-
- a) **Valle del río Duero**

El río Duero es el principal de la Zona y del Tramo. Presenta un trazado muy rectilíneo con numerosos meandros que discurren por un valle de fondo plano, desde la cota 700 a la 600 con una pendiente de 0,6 por ciento (Foto 2). Sus afluentes más importantes son los ríos Cega, Pirón y Eresma, que nacen en las elevaciones del Sistema Central y desembocan en su margen izquierda. Según García Abad y Rey Salgado (1972), tanto el río Duero como sus afluentes, corren ligeramente encajados en la llanura de su vega, constituida por terrenos actuales. Debido a la erosión fluvial parte de las terrazas han quedado colgadas por encima de los cauces (Fig. 3.5—II) y se apoyan directamente en el Mioceno. Se observa que las terrazas de la margen derecha del río Duero están mejor definidas que las de la izquierda, por estar estas últimas retocadas por arenas eólicas.



I	---	I	Situación de los esquemas estructurales
II	---	II	

LEYENDA.

1/400.000

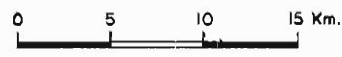


FIG.-3.2. ESQUEMA DE SITUACION DE LA ZONA I

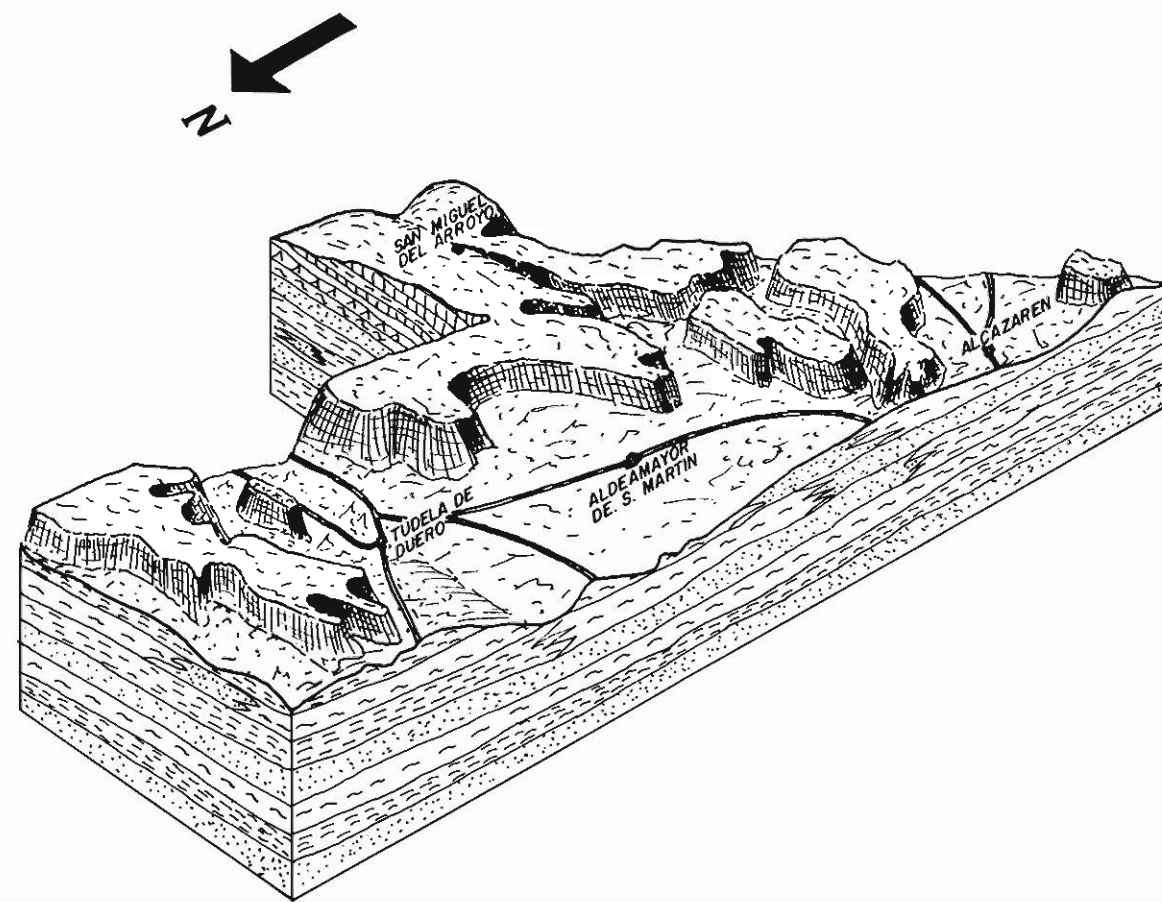


FIG.-3.3. BLOQUE DIAGRAMA DE LA ZONA -1



Foto 2.— Vista general del Rí­o Duero a su paso por Tudela del Duero.

b) Mesas del Páramo

Esta unidad comprende plataformas tabulares rí­gidas con alturas de 800 a 1.000 m ; con una marcada direcci3n E—O. El rí­o Duero ha sido el principal agente modelador de esta unidad, ya que ha cortado profundamente a estas superficies originando mesas digitadas de contorno muy sinuoso, así como valles muy amplios. Cuando las cabeceras de dos o más valles opuestos se unen, el páramo queda cortado en otros dos de menores dimensiones. Siguiendo este proceso de fragmentaci3n, quedan aislados, en las ramas de la red Hidrográ­fica, pequeños cerros circulares coronados por la caliza del páramo, que protege a las margas infrayacentes. Una vez erosionada la corona de caliza, el cerro se desmorona rá­pidamente hasta reducirse a una suave ondulaci3n. Por este proceso de degradaci3n de los páramos se forman cerros testigos como el de San Crist3bal, situado en las proximidades de Valladolid. La Fig. 3.4 representa un esquema de las Mesas del Páramo.

Las laderas de los páramos están constituídas por materiales plásticos como margas y margas yesíferas (Fig. 3.5—1). Los taludes más o menos suaves, sirven de tránsito entre los páramos y las llanuras onduladas, y la pendiente puede hacerse, localmente, más abrupta por el resalte de alguna capa más resistente. Es muy frecuente que estas laderas estén recubiertas por coluviales.

Todo el relieve del páramo queda retocado por las acumulaciones de arenas e3licas, que, según García Abad y Rey Salgado, pueden proceder de las facies detríticas del Mioceno basal meridional. Apoyan su tesis en que estas facies por su permeabilidad y escasa coherencia, parecen más fácilmente degradables que las facies más finas, margo—arcillosas, que se desarrollan más al Norte.

Finalmente, debe señalarse el avanzado estado de alteración de las calizas del páramo. Debido a este fenómeno es muy frecuente que presenten un gran desarrollo de arcillas de descalcificación que engloba bloques y cantos angulosos de caliza.

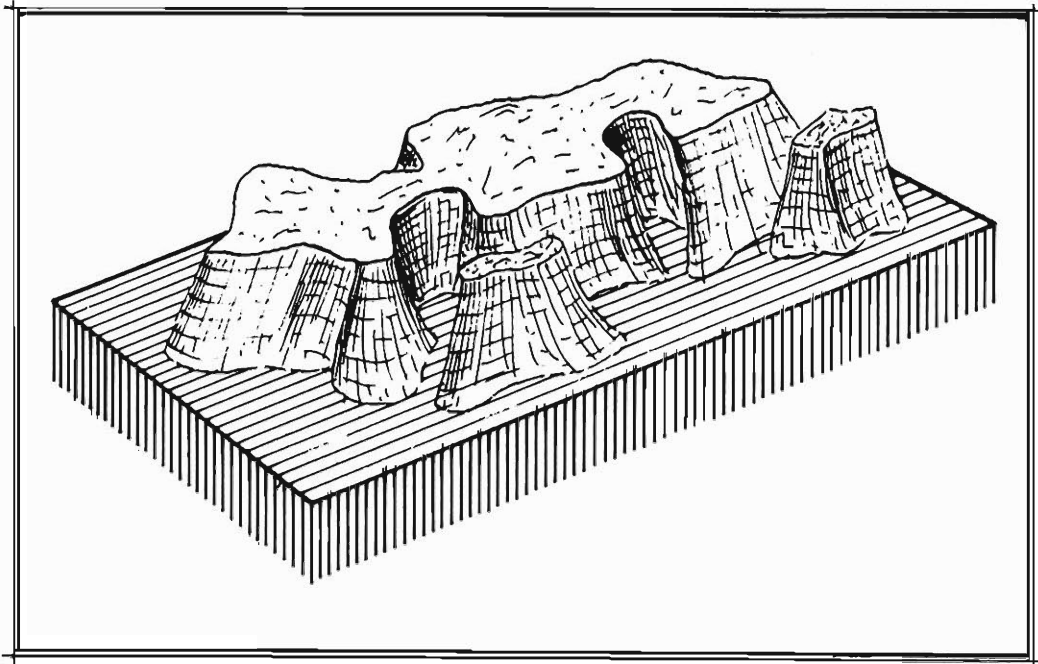


Fig. 3.4.— Esquema del Páramo

Tectónica.— El estudio tectónico en esta Zona no ofrece dificultades, ya que los estratos presentan una marcada horizontalidad. Las fracturas tienen poco desarrollo longitudinal y no son abundantes.

El único episodio que puede ser más interesante lo constituyen los pequeños pliegues que afectan al grupo calco—margoso (321b) en puntos muy localizados. (Foto 3), como en la coronación del Páramo de la Carretera Tudela—La Parrilla.

Estos pliegues, a nuestro juicio, están originados, probablemente, por el basculamiento de las calizas del Páramo hacia el centro de la cuenca y por un reajuste de estos materiales como respuesta a una tectónica de bloques producida en el basamento.

3.1.2.— Columna Estratigráfica

Los materiales en esta Zona pertenecen al Terciario, concretamente al Mioceno Superior (Fig. 3.6). Aunque en principio, la estratigrafía de la Zona parece fácil, pues no hay complicaciones tectónicas, se dificulta por los notables cambios de facies, y la escasez de cortes en el terreno debido a la horizontalidad del mismo (Foto 4).

Este problema se aprecia más en los materiales que forman la base del Terciario en esta región. Comprenden arcillas arenosas rojizas con intercalaciones de areniscas finas y rojizas y

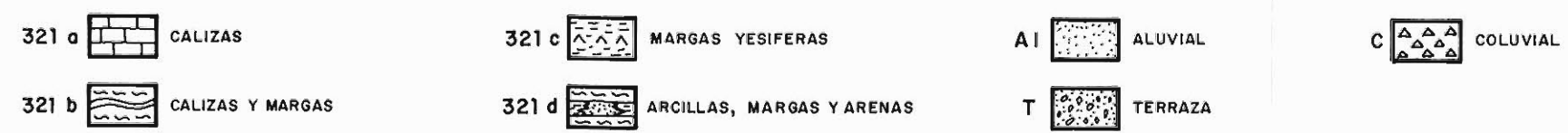
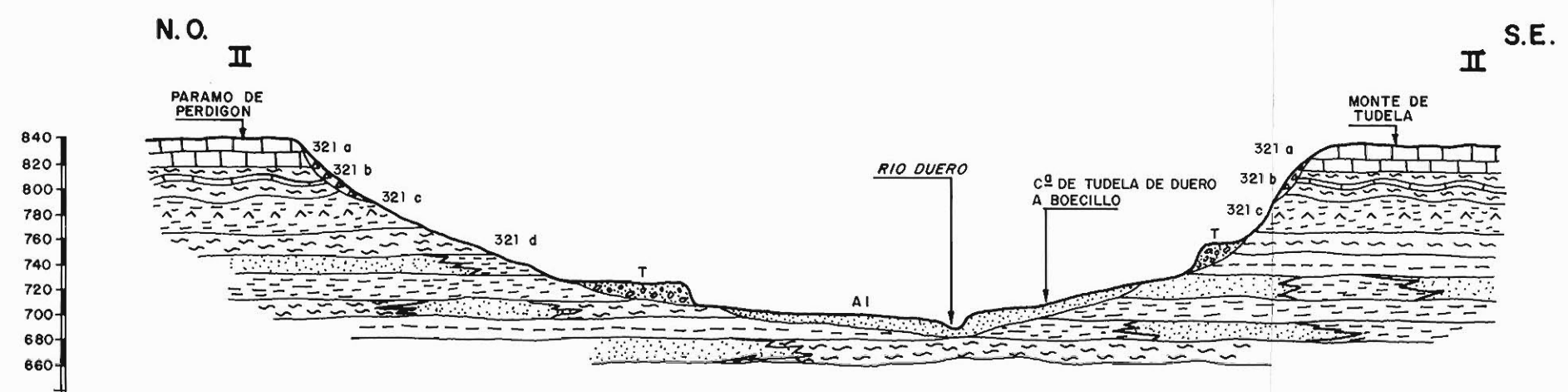
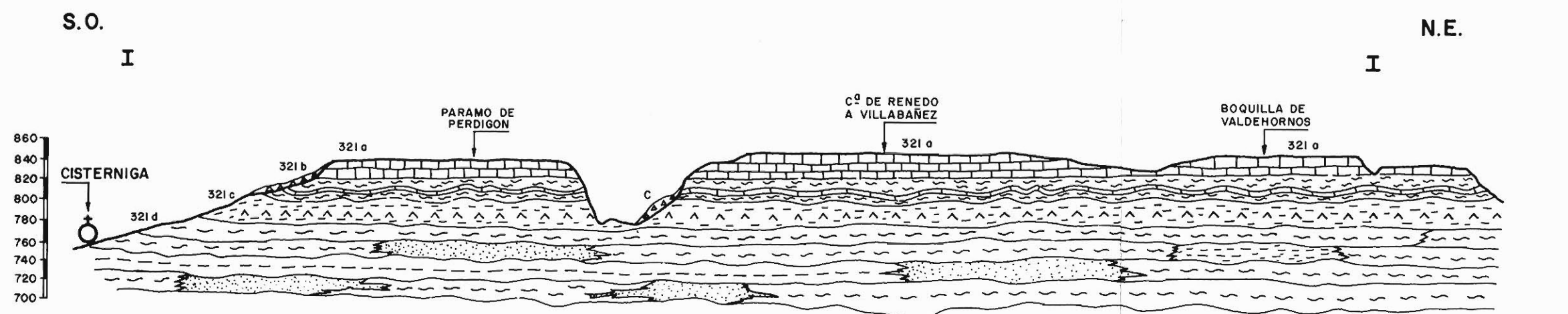




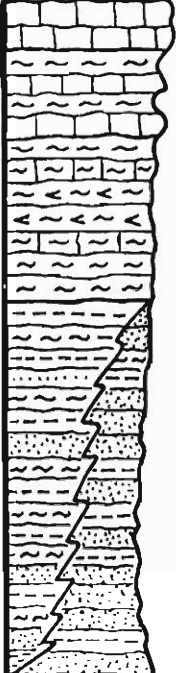


FIG.3.5. -ESQUEMAS DE LOS CORTES LITOLOGICO-ESTRUCTURALES DE LA ZONA I

RESUMEN DE LAS CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ZONA I

Morfología	Litología	Red Hidrográfica	Tectónica
<p>Valle del río Duero:</p> <p>Valle de fondo plano apoyado sobre terrazas antiguas. Parte de las terrazas han quedado colgadas por la disección fluvial.</p>	<p>Páramo:</p> <p>Calizas.</p> <p>Laderas:</p> <p>Calizas, margas y margas yesíferas.</p>	<p>Río principal:</p> <p>Duero.</p> <p>Afluentes principales:</p> <p>Cega, Eresma y Pirón, que desembocan en la margen izquierda del río Duero y nacen en el Sistema Central.</p>	<p>Los materiales yacen horizontalmente. En puntos muy localizados las alternancias de margas y calizas por debajo del Páramo presenta pliegues, debidos al basculamiento de la caliza del Páramo hacia el centro de la cuenca y a reajustes de estos materiales, como respuesta a una tectónica de bloques producida en el basamento.</p>
<p>Mesas del Páramo:</p> <p>Plataformas tabulares rígidas de contornos sinuosos con dirección E-O. Laderas formadas por materiales plásticos que producen taludes más o menos suaves. En algunos puntos la degradación del Páramo ha llegado al máximo originándose cerros testigos.</p>	<p>Llanura:</p> <p>Arcillas arenosas con lentejones de arenisca de grano fino e intercalaciones de margas grises blancas.</p>	<p>El resto de la red de drenaje está formada, en su mayor parte, por ríos temporales.</p>	<p>Fracturación escasa.</p>
<p>El relieve está retocado por una capa de potencia variable de arenas eólicas.</p>	<p>Valle del río Duero:</p> <p>Aluviales arenosos con cantos de cuarcita.</p>		

COLUMNA LITOLÓGICA	REFERENCIA		DESCRIPCIÓN	EDAD
	GRUPO GEOTECN.	GRUPO LITOLÓGIC.		
	G-1	AI	Aluvial con cantos redondeados de cuarcita y algunos de caliza, matriz arenosa de grano grueso muy abundante	CUATERNARIO
	G-2	T	Terraza con cantos de cuarcita bien redondeados y matriz limo-arenosa	CUATERNARIO
	G-3	C	Coluvial constituido por cantos angulosos de caliza del Páramo y matriz margo-arcillosa de color blanco-grisáceo	CUATERNARIO
	G-4	E	Arenas eólicas cuarzosas de color blanco sin cemento ni matriz, de grano medio a fino	CUATERNARIO
	G-5	321 a	Calizas criptocristalinas duras de color blanco-grisáceo	MIOCENO SUP.
	G-6	321 b	Alternancia irregular de calizas y margas de tonos blancos y grises	MIOCENO SUP.
	G-7	321 c	Margas yesíferas de tonos grises, margas y calizas margosas de color blanco-grisáceo	MIOCENO SUP.
	* G-8	321 d	Arcillas arenosas rojizas y areniscas rojizas y grises de grano fino con intercalaciones de margas de color gris verdoso	MIOCENO SUP.

NOTA -

(*) DADO QUE LAS CARACTERÍSTICAS GEOTECNICAS DE ESTE GRUPO NO VARIAN, SE HA CONSERVADO LA DENOMINACION GEOTECNICA G-8 AUNQUE DEBIDO A LOS CAMBIOS LATERALES DE FACIES LA DESCRIPCCION LITOLÓGICA VARIE DE UNAS ZONAS A OTRAS.

Fig.3.6. - COLUMNA ESTRATIGRAFICA

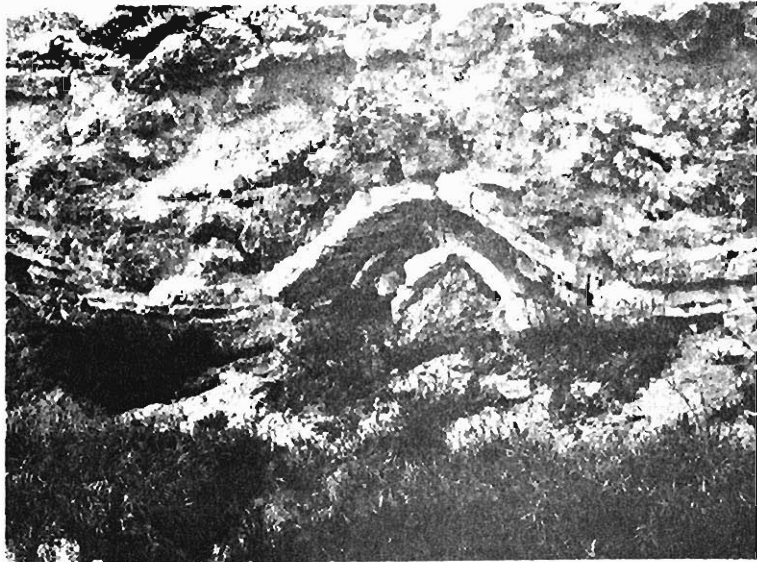


Foto 3.— Pliegues del grupo 321b en la Cta. de Tudela de Duero a La Parrilla en lo alto del Páramo.

Por encima aparecen de 30—40 m de margas yesíferas de tonos grises que forman la parte inferior de las laderas de los páramos. Esta formación pasa gradualmente a una alternancia de calizas y margas de 3—10m de espesor de tonos blancos. Finalmente, las calizas del Páramo coronan la serie terciaria, con potencia entre 3—5 m; en general, están



Foto 4.— Vista panorámica de la llanura terciaria.

muy alteradas quedando en algunos puntos sólo unos bloques o cantos englobados en arcilla de descalcificación.

El Cuaternario está ampliamente representado por el aluvial del río Duero y sus diferentes niveles de terrazas. En esta Zona los aluviales son de composición muy uniforme, y excepto el del río Duero, los demás no tienen un desarrollo importante. Los coluviales recubren las laderas de los páramos, dificultando el estudio estratigráfico de la Zona; también presentan una gran homogeneidad en su composición. Por último, las formaciones de arenas eólicas adquieren un notable desarrollo; aparecen recubriendo parcialmente cualquier formación con espesores muy variables (0,30—10 m). Parte de ellas se representan en el esquema de suelos y formaciones de pequeño espesor a escala 1:200.000. Están constituidas por arenas cuarzosas claras, muy bien seleccionadas, sin matriz o cemento.

margas verdosas. A medida que nos desplazamos hacia el Sur los episodios arenosos adquieren gran importancia, y el tamaño de grano se hace cada vez mayor, mientras que la arcilla queda relegada a un papel secundario. Su potencia aproximada es de 50 m.

3.1.3 Grupos geotécnicos

G-1. ALUVIAL DEL RIO DUERO Y AFLUENTES (A1)

Litología.— Los aluviales de toda esta Zona son, en general, muy uniformes en su composición. Están formados por cantos redondeados de cuarcita de longitud variable de 1 a 10 cm, con matriz arenosa de color ocre y grano medio (Foto 5). Ocasionalmente pueden presentar algunos cantos de caliza más angulosos.

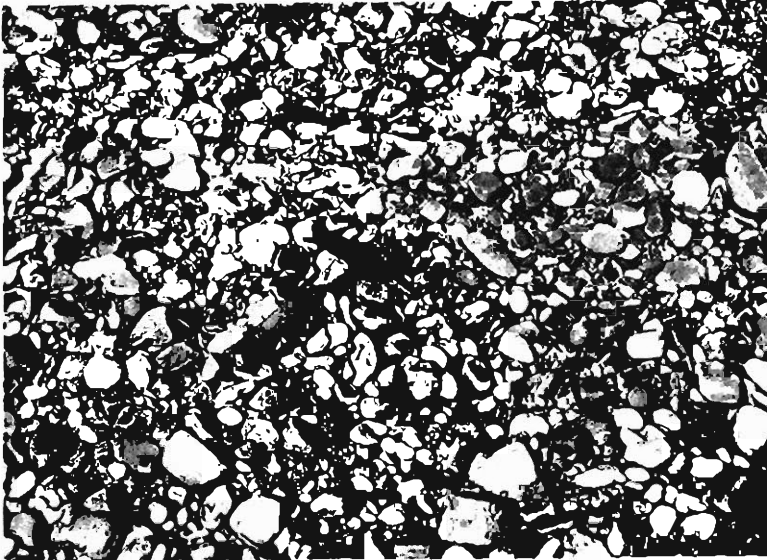


Foto 5.— Detalle de los cantos del aluvial del río Duero.

La potencia oscila entre 5 y 15 m, siendo el espesor en el río Duero el máximo (10–15 m).

A pesar de la uniformidad en la composición, se pueden observar ciertas variaciones como en la localidad de Vitoria (401–4), en donde la matriz del aluvial del arroyo Henares es fundamentalmente limo–arcillosa.

La fracción arenosa del aluvial del río Duero presenta estratificación cruzada en las proximidades de Tudela de Duero y es frecuente que los cantos aparezcan formando niveles.

Es frecuente que cerca de Tudela de Duero las arenas eólicas claras recubran parcialmente a esta formación con una potencia variable.

Geotecnia.— Poseen permeabilidad alta, por lo que el drenaje superficial es bueno por infiltración y dan lugar a acuíferos subálveos.

Constituyen un mal cimiento para estructuras pues pueden tener asientos diferenciales debido a su heterogeneidad y baja compacidad. Como además son erosionables y socavables, los puentes en los ríos con avenidas deberían cimentarse sobre el substrato firme si el aluvial no es muy potente.

Se han observado taludes artificiales inestables M 50° con desprendimientos en algunos puntos.

Son ripables, y es factible excavarlos simplemente con pala cargadora.

Actualmente se explotan para graveras como pueden apreciarse en Tudela de Duero en las proximidades de la plaza de toros.

Se pueden utilizar como material de préstamo, tanto para terráplenes como explanadas mejoradas y subbases.

También son válidas, aunque se requerirá una clasificación, para hormigones hidráulicos y bases y capas de rodadura de firmes asfálticos, si bien hay que señalar una menor adhesividad a los productos bituminosos frente a los áridos calizos.

G-2. TERRAZAS DEL RIO DUERO Y SUS AFLUENTES (T)

Litología.— Bajo este nombre se agrupan todas las terrazas formadas por cantos de cuarcita bien redondeados de longitud entre 1 y 10 cm. Aparecen englobados en una matriz limo—arenosa rojiza, localmente cementada por carbonatos. Su potencia oscila entre 2—10 m y es frecuente la presencia de estratificación cruzada.

Las terrazas tienen un amplio desarrollo en esta Zona, en donde se aprecian varios niveles. Muchas de estas formaciones han sido confundidas con rañas, especialmente en aquellos puntos donde sólo quedaba un resto de la primitiva terraza (Foto 6).

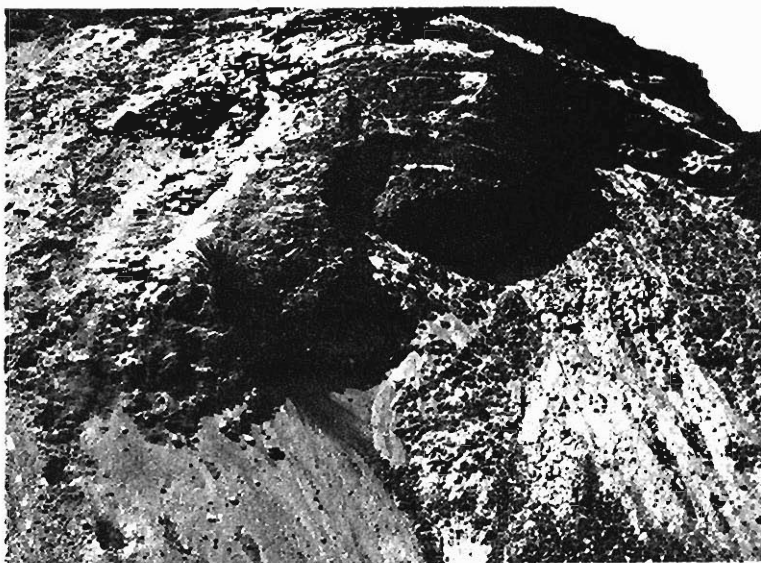


Foto 6.— Aspecto de una terraza del río Duero.

Al norte de Renedo (372-1) aparecen varios restos de terraza del río Esgueva (Foto 7). Los taludes de éstas se han suavizado por la presencia de un pequeño canturreal, tipo glacis.

En otros sitios, como en Alcazarén y en el PK 11 de la carretera Valladolid—Tudela de Duero, aparecen terrazas antiguas que fosilizan a la serie roja (321d).

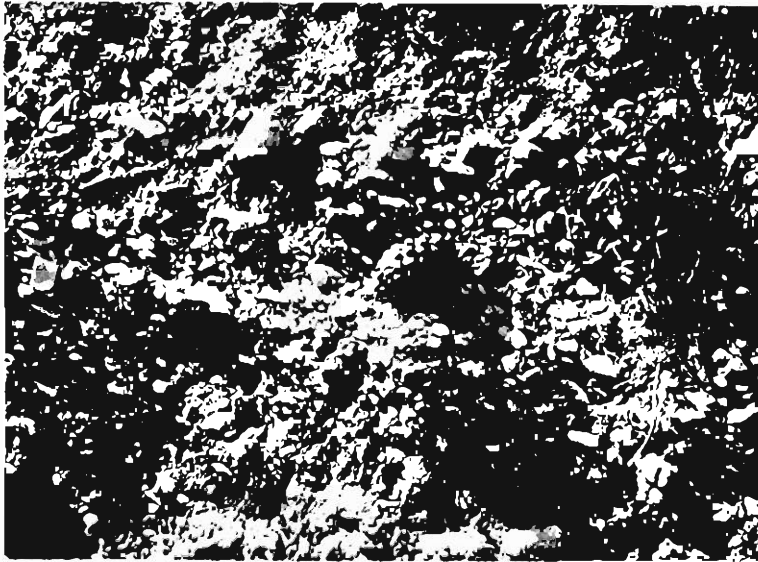


Foto 7.— Detalle de la terraza del río Esgueva en Renado

Algunas terrazas presentan cantos facetados (dreikanter) producidos por la erosión eólica. En estas terrazas se puede establecer que la actividad eólica fue posterior a su formación. Como el comportamiento geotécnico es el mismo, tengan o no cantos facetados, no se ha hecho una distinción entre ellas.

Estos materiales se han depositado horizontalmente en las márgenes de los ríos, formando lentejones típicos de la deposición fluvial.

Geotecnia.— Los materiales de estos terrenos son erosionables, fundamentalmente en sus zonas más limo—arenosas.

Permeables por la abundancia de grava, las condiciones de drenaje son buenas pese a la topografía plana, ya que además, el nivel freático está situado varios metros bajo la superficie.

Presentan taludes naturales y artificiales estables B 40° y B 50°.

Son ripables, y pueden excavarse con pala cargadora.

Pueden utilizarse como material de préstamo para terraplenes y explanadas mejoradas. También para la obtención de áridos, hormigones hidráulicos y bituminosos, y bases de pavimentos.

Se explotan para la obtención de gravas (Foto 8).

Estas terrazas constituyen una zona favorable para el trazado de carreteras, dada su topografía y condiciones geotécnicas.



Foto 8.— Arenas eólicas recubriendo el aluvial de Tudela de Duero.

G-3. COLUVIAL (C)

Litología.— Los coluviales ofrecen una gran uniformidad en toda esta Zona. Están constituidos por cantos angulosos de caliza del páramo de 2–8 cm de longitud, englobados en una matriz marga—arcillosa de color blanco grisáceo.

Estos coluviales recubren, frecuentemente, las laderas de los Páramos, con lo que se dificulta el estudio de los grupos 321b y 321c. (Fig. 3.7).

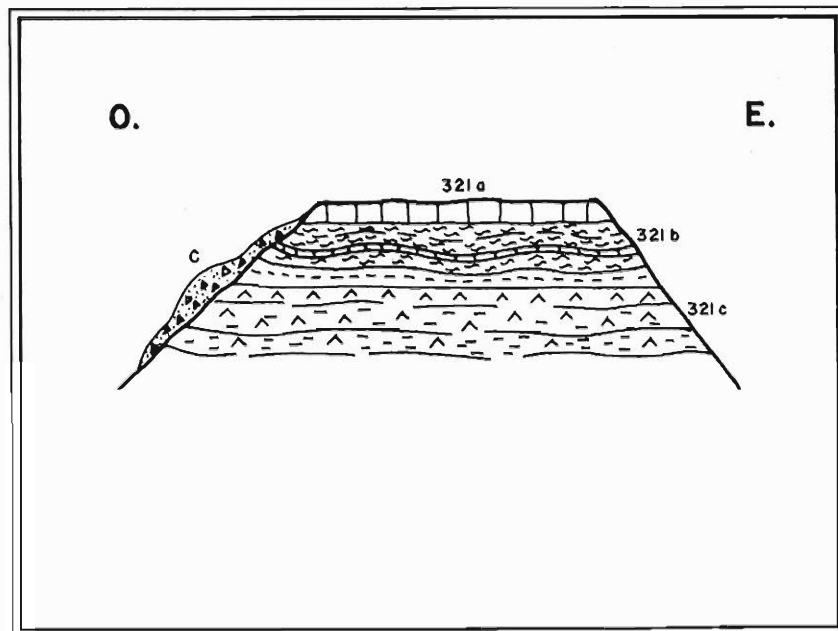


Fig. 3.7.— Esquema de afloramiento de coluviales (C)

Geotecnia.— Son erosionables y poco permeables, debidos a su matriz margo—arcillosa.

El drenaje profundo es deficiente a causa de la impermeabilidad y de los gradientes pequeños, lo que aumenta su inestabilidad.

En general, están poco consolidados, y forman conjuntos inestables en las laderas de los páramos.

Son ligeramente inestables, y dan aterramientos.

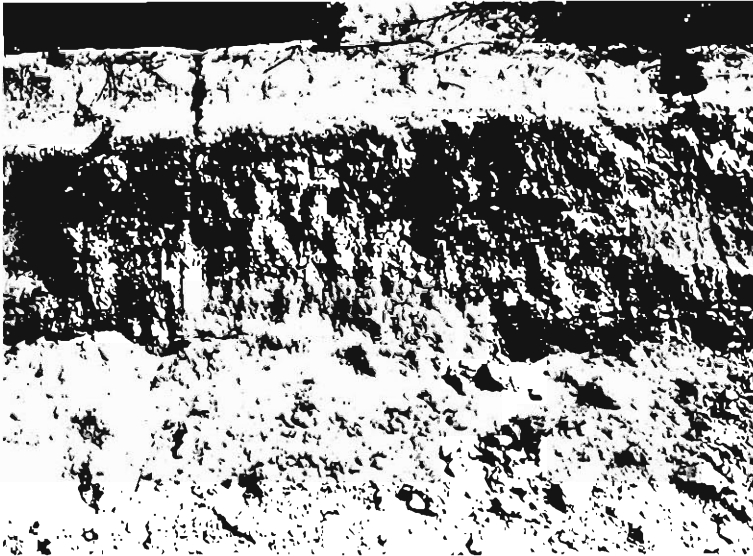
El forzar artificialmente la pendiente de estos taludes es peligroso pues podría reactivar su movimiento, en cuyo caso habría que pensar en el empleo de muros de fábrica, tierra armada u otras soluciones especiales.

Se pueden utilizar como préstamos para la construcción de terraplenes.

Constituyen zonas malas para el trazado de carreteras, pero en los itinerarios que lleguen hasta los Páramos pueden ser puntos de paso obligatorio.

G—4. ARENAS EOLICAS (E)

Este grupo, de origen eólico, recubre con potencias variables a cualquier formación, desde



pocos centímetros hasta 20 m. En el esquema de suelos y formaciones de pequeño espesor ($E = 1/200.000$) aparece la distribución de estas arenas cuando su potencia es < 3 m. La formación 321d está, en gran parte, recubierta por ellas. (Foto 9).

Foto 9.— Arenas eólicas recubriendo al grupo 321d.

Litología.— El grupo está formado por arenas cuarzosas, blancas de grano grueso y redondeado y no presentan ni cemento ni matriz. Es frecuente encontrar cantos facetados (dreikanter), de 3—5 cm de longitud, y estratificación cruzada (Foto 10).

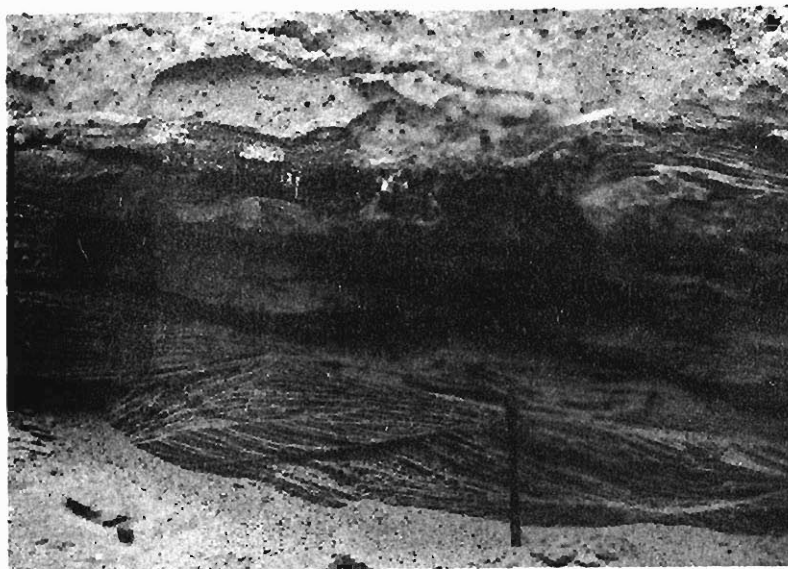


Foto 10.— Detalle de la estratificación cruzada de las arenas eólicas en la Ctra. de Bernardos a Carbonero en el PK 6,800

En las inmediaciones de Tudela de Duero estas arenas adquieren su máxima potencia, vista en esta Zona, de 20 m. (Foto 11). La cartografía de este grupo se dificulta, ya que en muchos puntos pasan gradualmente a las areniscas del grupo 321d. Normalmente, los extensos pinares de esta región se encuentran sobre estas arenas, denominadas por algún autor como arenas voladoras.



Foto 11.— Arenas voladoras en las inmediaciones de Tudela de Duero.

Geotecnia.— Estas arenas son erosionables, pudiendo dar lugar a problemas de aterramiento debido a su movilidad, a pesar de que en su mayor parte aparecen fijadas por la vegetación.

Formación permeable con mal drenaje superficial.

Presentan taludes artificiales inestables B 35⁰. Conjunto ripable, fácilmente excavable con pala cargadora.

En la actualidad se explotan en algunos puntos como areneros (Tudela de Duero, la Parrilla, Portillo, etc.).

Pueden explotarse como préstamos para terraplenes, explanadas mejoradas y subbases. Así mismo, son válidas para morteros hidráulicos y bases de pavimentos.

Con dos muestras de estas arenas, recogidas en las inmediaciones de Tudela de Duero, se han realizado dos análisis granulométricos (Fig. 3.8).

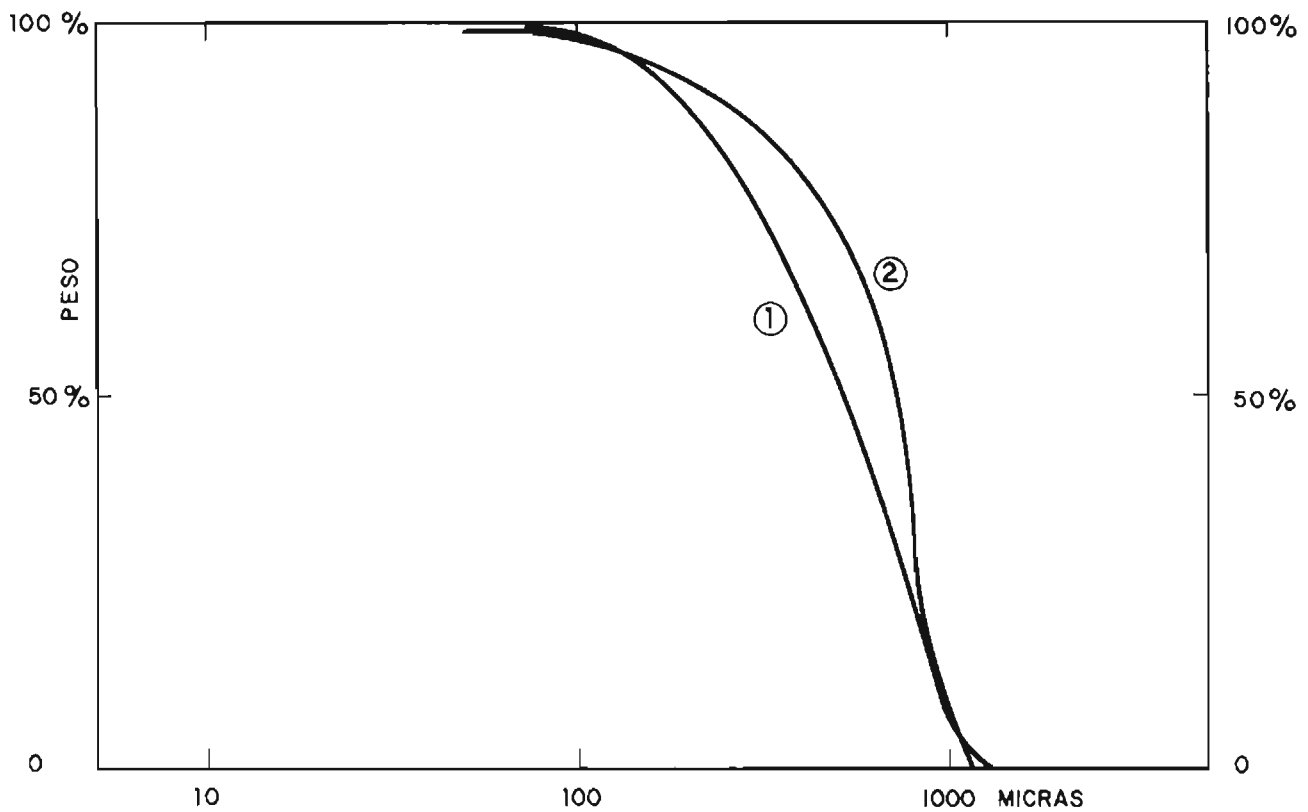


Fig. 3.8.— Curvas acumulativas de las muestras 1 y 2 de arenas eólicas.

En la muestra núm. 1 el tamaño medio de los granos es de 0,5 mm y la selección tiene un valor de 1,6. En la muestra núm. 2 el tamaño medio es algo mayor, 0,7 mm y la selección es igual a 1,3. Se establece pues, que son fundamentalmente arenas de grano medio a grueso, aunque existen zonas donde el tamaño de grano es más fino como las que aparecen próximas a la localidad de La Parrilla. La selección es buena, lo cual confirma su origen eólico.

G-5. CALIZAS DEL PARAMO (321a)

Litología.— Este grupo está muy desarrollado en toda esta Zona. Está constituido por calizas criptocristalinas, muy duras de color blanco grisáceo y blanco si están meteorizadas, con fósiles lacustres muy escasos. (Foto 12).

Aparecen dispuestas en lechos y capas horizontales de 0,30—0,50 m. de espesor con aspecto muy oqueroso, presentando en puntos muy localizados una karstificación incipiente (Foto 13).

En estas rocas está muy desarrollado el proceso de alteración, hasta el punto, en que existen zonas donde sólo quedan cantos o bloques de esta caliza englobados en una arcilla rojiza de descalcificación. Su potencia es escasa, de 3—5 m. fundamentalmente, aunque existen puntos en que debido a la alteración, es difícil de precisar.



Foto 12.— Aspecto de la caliza del Páramo.



Foto 13.— Detalle de la karstificación incipiente de la caliza del Páramo.

Estructura.— Estas calizas presentan estratificación horizontal a subhorizontal y por lo general aparecen intensamente fracturadas. Presentan un basculamiento hacia el centro de la cuenca.

Geotecnia.— Se caracteriza este grupo por ser algo erosionable y alterable.

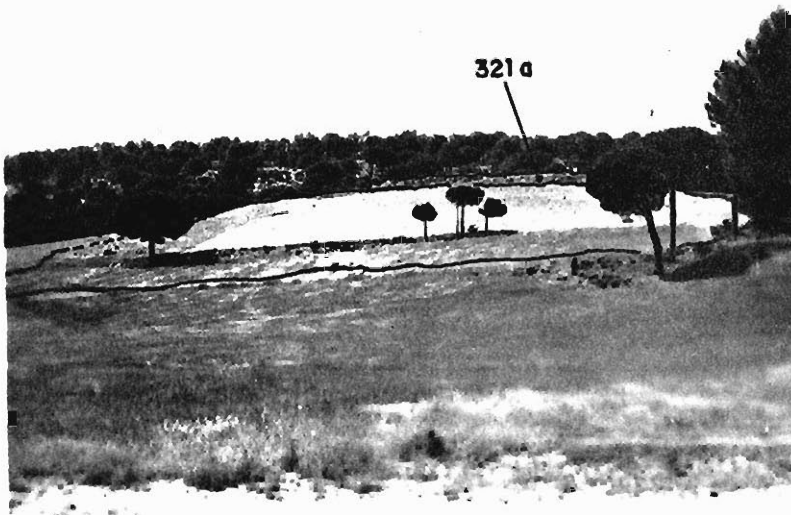


Foto 14.— Desprendimiento de la caliza del Páramo.

Las calizas son permeables debido a su fracturación y no tienen problemas de drenaje pese a su topografía horizontal y al eluvial arcilloso que las cubre.

Presentan taludes naturales y artificiales estables B 80°. Existe riesgo de desprendimientos locales de bloques de 3 a 10 m³ producidos por descalce de la caliza al erosionarse

las margas yesíferas (321c) subyacentes. Han sido observados numerosos desprendimientos antiguos de esta naturaleza en las carreteras de Mata de Cuéllar a San Cristóbal de Cuéllar y de Megeces a Mojados. (Foto 14).

Estos materiales no son ripables, salvo en puntos aislados donde la fracturación y la alteración son más intensas.

Dada la poca potencia de las calizas, su explotación es viable únicamente para la construcción de obras pequeñas. Pueden utilizarse como árido para hormigones en obras de fábrica. Han sido utilizadas en el "bacheado" de la red viaria local, mediante pequeñas y numerosas explotaciones en las inmediaciones de los trazados.

Constituyen un grupo muy adecuado para el trazado de carreteras por su topografía y resistencia, pero su morfología tan característica, en forma de mesetas aisladas, y su acceso dificultado por las margas yesíferas, aconsejan evitarlas. Constituyen un buen cimiento para las estructuras.

Estudio Petrográfico.— Mediante el estudio petrográfico de las calizas del Páramo se comprueba que se trata de una caliza criptocristalina con un alto porcentaje de material arcilloso. Se aprecian numerosos poros de diferentes tamaños. Los de dimensiones mayores tienden a ser redondeados y alargados con contornos irregulares. Algunos aparecen recristalizados. (Foto. 15).

Existen numerosos restos fósiles muy mal conservados; en algunos las cavidades están rellenas por calcita microcristalina.

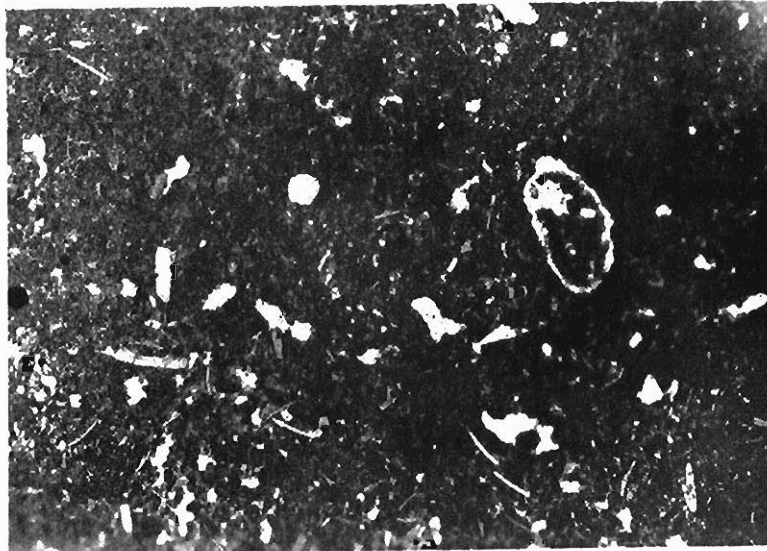


Foto 15.— Restos fósiles de la caliza del Páramo. L.N. x 25.

G-6. ALTERNANCIA DE CALIZAS Y MARGAS (321b)

Litología.— Este grupo comprende una alternancia irregular de calizas y margas. (Foto 16).

Las calizas son microcristalinas, tableadas y muy duras. Su color es blanco tanto si están frescas como meteorizadas y se disponen en lechos y capas de 20–50 cm de espesor.

Las margas presentan colores blancos a grises, son deleznales y, al igual que las calizas, se disponen en lechos y capas de 20–50 cm.



Foto 16.— Aspecto general del grupo 321b.

Por lo general, el grupo completo es difícil de ver, ya que es muy frecuente que se encuentre recubierto por derrubios de las calizas del Páramo. La potencia general del tramo varía entre 3 y 10 m.

Estructura.— Se presentan horizontales y subhorizontales.

Frecuentemente los lechos calizos están muy replegados en pliegues de pequeño radio, alrededor de 0,5 m, tal como se aprecia al sur de Tudela de Duero y al Norte de Megeces (Fotos 17 y 18). La causa de este plegamiento, tan localizado, debe residir en el basculamiento del Páramo hacia el centro de la cuenca, y a reajustes de los materiales en la misma, como respuesta a una tectónica de basamento.

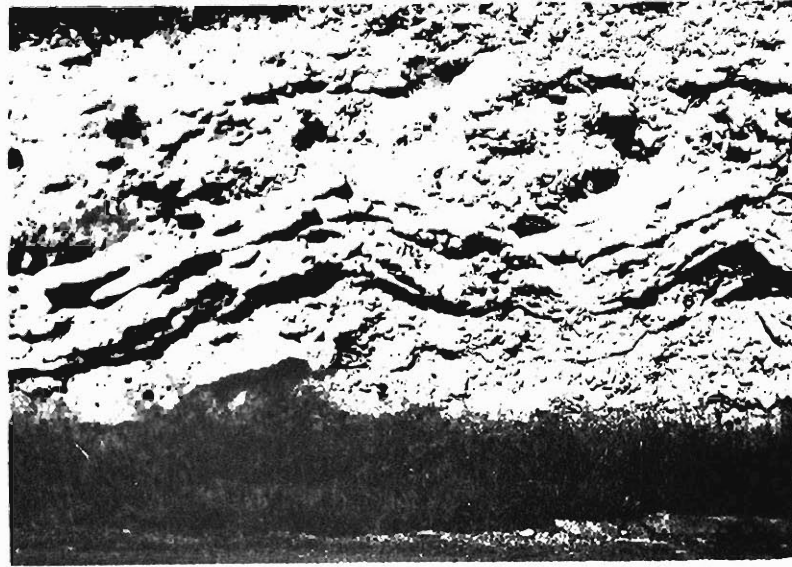


Foto 17.— Aspecto de los pliegues del grupo 321b al sur de Tudela de Duero y al norte de Megeces.



Foto 18.— Detalle de los pliegues del grupo 321b

La caliza se ha adaptado bien a esta morfología y aparece escasamente fracturada. Se han observado algunas fallas, subverticales y de pequeño salto, pero de poca importancia.

Geotecnia.— El conjunto de esta formación es erosionable, mucho más los niveles margosos, y algo alterable.

Las margas son plásticas, localmente susceptibles de sufrir hinchamiento y retracción, aunque sin mucha trascendencia por la escasa potencia de las capas expansivas.

Son impermeables, pero el drenaje está facilitado por las pendientes topográficas.

Muestran taludes naturales estables B 45° y artificiales estables B 70°, con desprendimientos

localizados debidos a la escasa potencia de los niveles calizos y a la erosionabilidad de las margas. (Foto 19). Permiten taludes artificiales M 50°, pero con peligro de aterramientos, por lo que se recomienda sanear las superficies, efectuar bermas en los taludes altos y realizar un amplio cuneton en el pie.

El conjunto es ripable y constituye una zona favorable para el trazado de carreteras, pero presenta el inconveniente de estar situado en los relieves topográficos mayores de la Zona y de tener el acceso complicado por las margas yesíferas subyacentes (321c), cuyas condiciones geotécnicas son desfavorables.

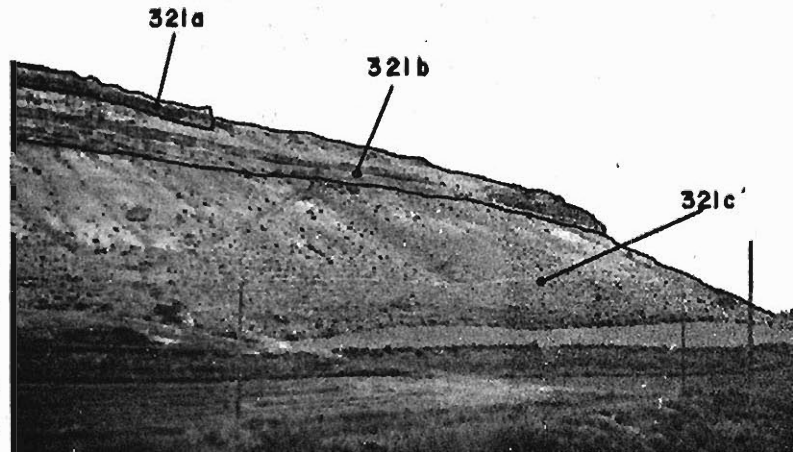


Foto 19.— Caliza del Páramo (321a) sobre las series calco-margosa, (321b)

G-7. MARGAS YESIFERAS (321c)



Litología.— Esta formación está constituida por margas yesíferas, margas y calizas margosas y ocupa, por lo general, la parte inferior de las laderas de los Páramos. (Foto 20).

Foto 20.— Vista general del grupo 321c

Las margas yesíferas, de tono gris claro, se disponen en capas de 50 cm. Los yesos aparecen dispersos en las margas formando macrocristales especulares en punta de flecha principalmente. (Foto 21). En el pico de La Mambra, situado al norte de Tudela de Duero, el yeso aparece más concentrado hacia la parte superior del grupo. También existe yeso en forma sacaroidea y fibrosa, pero estas formas de aparecer son menos frecuentes.



Foto 21.— Cristales de yesos en forma de punta de flecha.
 columna estratigráfica efectuada en Cistérniga.

Las margas presentan colores blanquecinos y se disponen en capas de aproximadamente 1 m. de espesor. No tienen yesos, pero sí están algo más consolidadas formando pequeños resaltes, como en lo alto de Portillo (372-1). Finalmente, las calizas margosas, también de tonos blancos, forman capas de 1 m. de espesor. La fig. 3.9 representa una co-

La formación puede tener una potencia total de 30-50 m. Esto es una estimación aproximada puesto que sus límites son difíciles de precisar.

El límite superior no es neto ya que las margas del grupo 321b se van enriqueciendo paulatinamente en yesos pasando a las margas yesíferas, antes descritas. El límite inferior se aprecia mejor en aquellos puntos donde la formación inferior (321d) está siendo explotada, de lo contrario queda parcialmente enmascarado por los recubrimientos. (Foto 22).

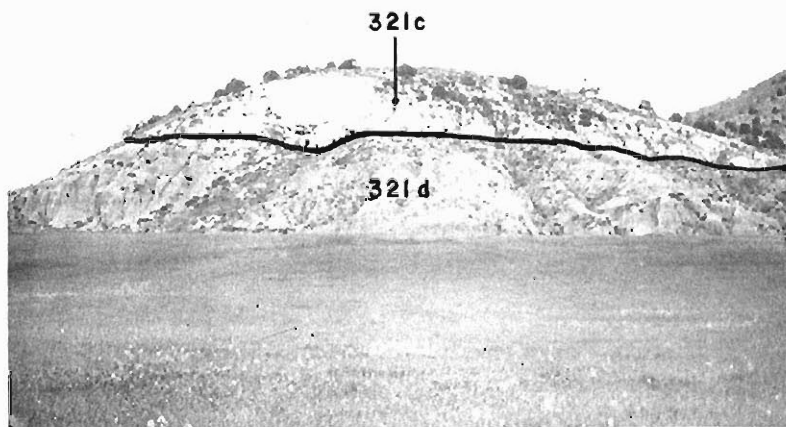


Foto 22.— Contacto de la serie margo-yesífera (321c) con la serie roja (321d) en Renedo

Estructura.— Este grupo se presenta estratificado en lechos y capas subhorizontales.

Geotecnia.— Estas margas son muy erosionables y sufren fenómenos de solubilidad en las partes más yesíferas. En consecuencia, se observa una erosión superficial y un abarrancamiento muy intensos junto con aterramientos originados por los productos de la erosión.

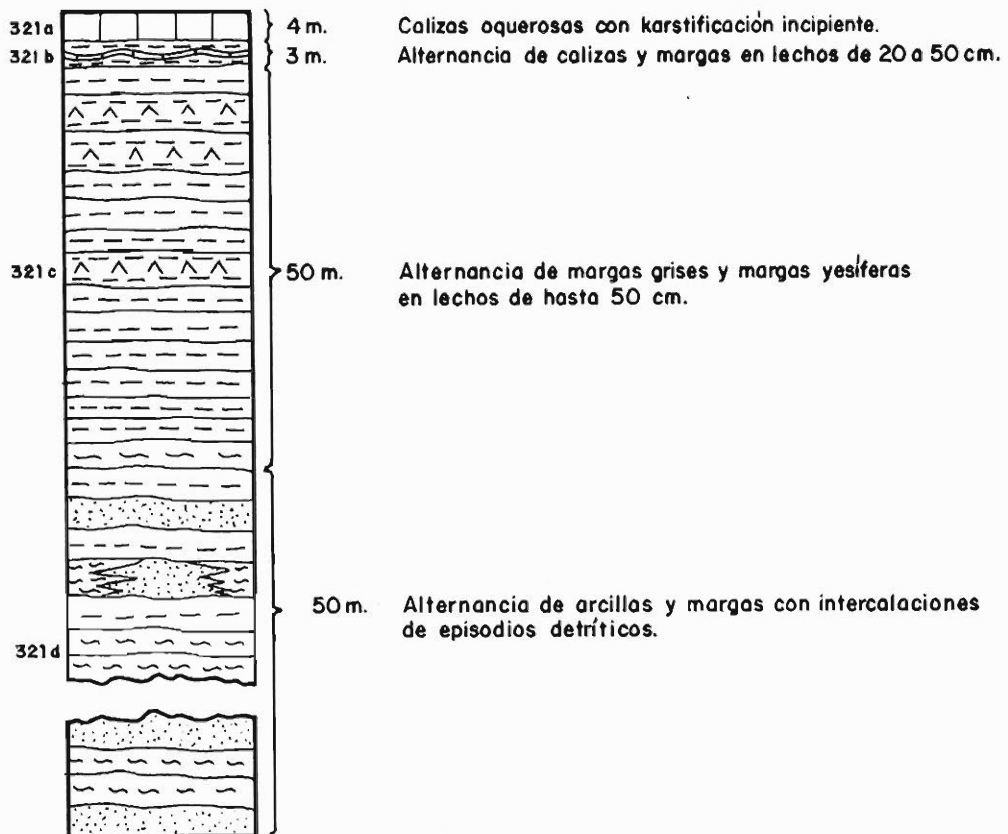


FIG.3.9.- SERIE ESTRATIGRAFICA EFECTUADA EN CISTERNIGA (CUESTA REDONDA)

El contenido en yeso de la formación crea problemas de agresividad hacia los hormigones hidráulicos. Los puntos con plasticidad más acusada son susceptibles de sufrir hinchamiento y retracción con los cambios estacionales.

Son poco permeables, pero su drenaje superficial está asegurado por esorrentía debido a las pendientes topográficas que presentan. Dan surgencias poco importantes en el contacto con las arcillas miocenas (321d), más impermeables.

Existen taludes de grandes alturas A e l 40° con erosión y abarrancamiento intensos y deslizamientos fósiles que afectan a la caliza pontiense. Los taludes artificiales son de tipo B y M 65° con desprendimientos localizados en "lajas" o "conchas".

Para carreteras admiten taludes de alturas medias con pendientes suaves, 35°, y con las precauciones adecuadas para evitar los problemas de erosión, abarrancamiento y solubilidad. Serán muy convenientes plantaciones apropiadas para fijar las superficies y grandes cunetones de recogida de materiales para evitar los aterramientos de la calzada.

Son de ripabilidad alta, incluso se podrán excavar con pala cargadora. Actualmente existen canteras de yeso en explotación (Foto 23). Debe prescribirse su empleo como material de préstamo.

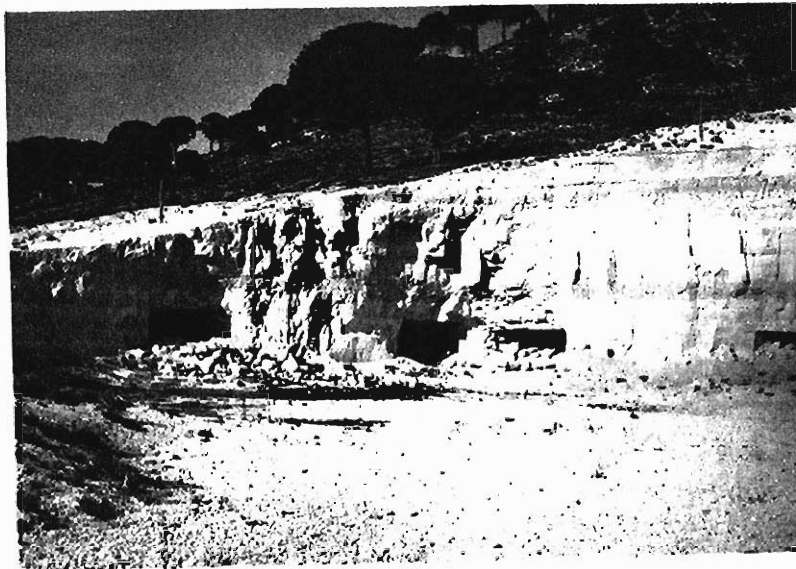


Foto 23.— Explotación de la serie margo—yesífera de Portillo.

G-8. ARCILLAS Y ARENISCAS ROJAS (321d)

Litología.— Esta formación ofrece importantes cambios de facies que, unido a su horizontalidad, dificulta el estudio estratigráfico y litológico de este grupo. Los mejores afloramientos se sitúan en las canteras utilizadas para tejas, donde se deja al descubierto parte de esta unidad, y en



algunas, como en la cantera de Cistérniga (372-1), se puede apreciar el límite con las margas yesíferas (321c) de encima. (Foto 24).

Foto 24.— Límite entre la serie roja (321d) y el grupo 321c en la cantera de Cistérniga.

El grupo comprende arcillas arenosas de color rojizo u ocre, blandas y masivas. (Foto 25). En algunos puntos se aprecia una costra calcárea, caliche, como en la tejera de Mojados (400-1). Se presentan intercalaciones de margas gris verdosas dispuestas en capas de 30-50 cm y también lentejones de areniscas rojas de grano fino, que son más frecuentes a medida que avanzamos



Foto 25.— Aspecto general del grupo 321d.

hacia el Sur, ya dentro de la Zona 2. Tienen matriz arcillosa y son medianamente duras.

Como ya hemos apuntado, el grupo se hace de grano más grueso hacia el Sur. (Fig. 3.10). Así, en Mojados, la formación es eminentemente arcillosa con pequeños lentejones de areniscas de grano fino intercalados; sin embargo, en la carretera de Boecillo a Tudela de Duero, frente a la Hidroeléctrica, el conjunto está formado principalmente por areniscas de grano medio a grueso que pasan, insensiblemente, a otras de grano fino y a arcillas. Dentro de esta Zona, este es el punto donde las areniscas son más groseras.

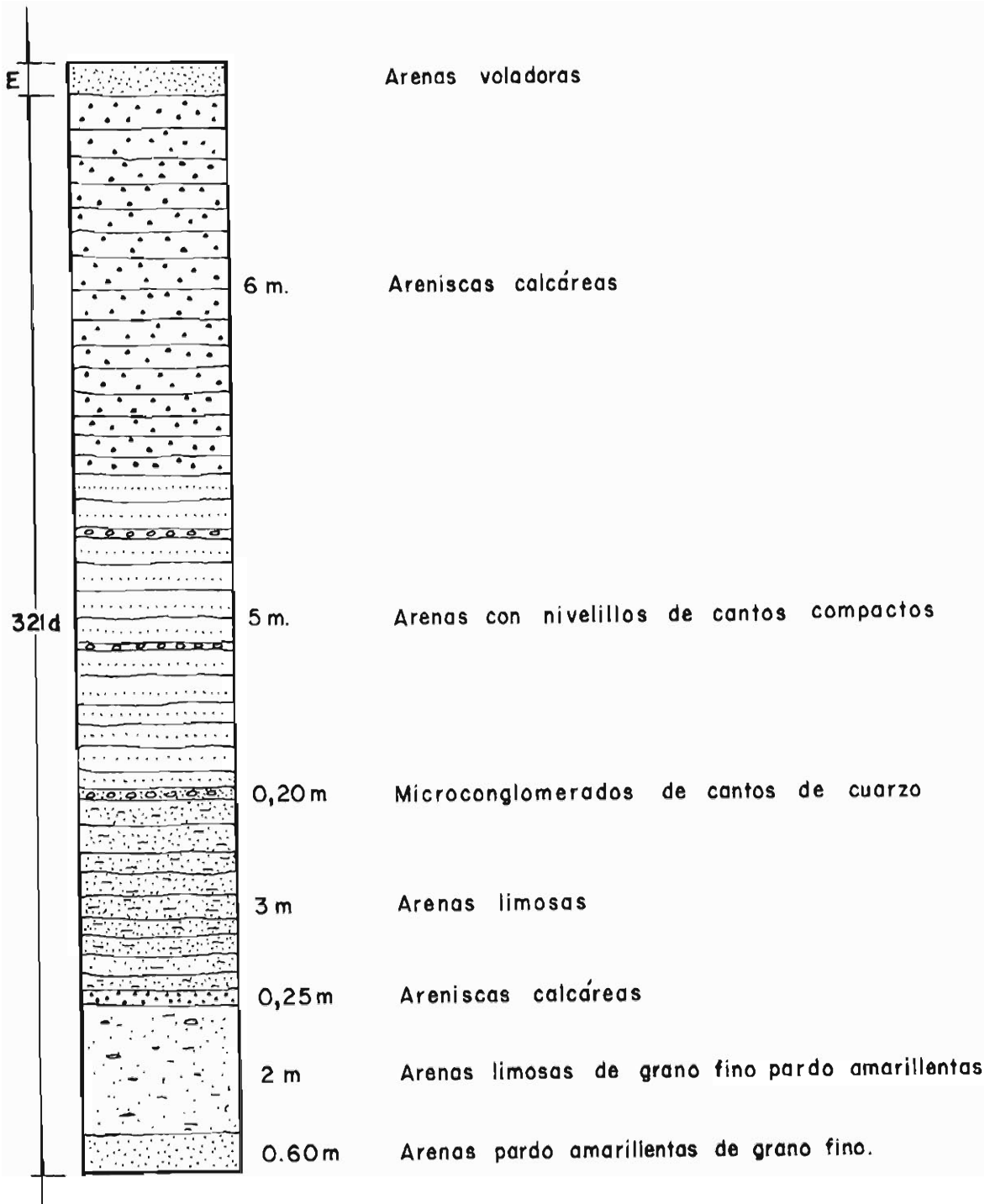


FIG.-3.10.SERIE ESTRATIGRAFICA EFECTUADA EN EL P. K. 16 DE LA C. L. DE AREVALO A STA. MARIA DE NIEVA.

Debe señalarse que prácticamente toda esta formación está recubierta por arenas eólicas con espesores variables.

En el pico de La Mambra, esta serie roja aparece topográficamente más alta que lo habitual en otros puntos. Aquí, intercalados en la serie, aparecen unos limos de color ocre, único lugar donde se han visto. Sus principales características son la ausencia de carbonatos y su notable facilidad de disgregación cuando se introducen en aguas.

La potencia del grupo completo no se ha podido precisar en el campo aunque en la bibliografía consultada se le da un espesor aproximado de 50 m.

Estructura.— Los materiales aparecen horizontales y en ocasiones subhorizontales.

Geotecnia.— Son erosionables y abarrancables, pudiendo ocasionar aterramientos importantes.

Pudieran presentarse zonas más plásticas e incluso con carácter expansivo, aunque en general no se haya apreciado este carácter. Los niveles limosos son algo colapsables, pero sin que esta circunstancia suponga problemas geotécnicos significativos.

La permeabilidad varía de baja a nula.

Presentan drenaje superficial deficiente a causa de su escasa pendiente topográfica, y originan encharcamientos en los puntos bajos, como se observa en las proximidades de Mojados, Aldea de San Miguel y La Pedraja del Portillo.

Las arcillas están fuertemente preconsolidadas, por lo que poseen una resistencia buena.

Tienen taludes naturales B y M 35° estables, con aterramientos debidos a la erosión superficial, y taludes artificiales B y A 70° inestables, con desprendimientos en "lajas" o "conchas". (Foto 26).

Admiten taludes artificiales suaves M 35° con cunetones para evitar los aterramientos.

Son altamente ripables, pudiéndose excavar con mototrailla o pala cargadora.

Se explotan en muchos puntos para cerámica y tejas.

Se pueden utilizar para construir terraplenes, no debiéndose rechazar en principio más que la tierra vegetal.

Por su topografía y condiciones geotécnicas favorables constituyen un buen cimiento para carreteras, aunque, en caso de construcción, convendrá en algunas áreas elevar al menos un metro

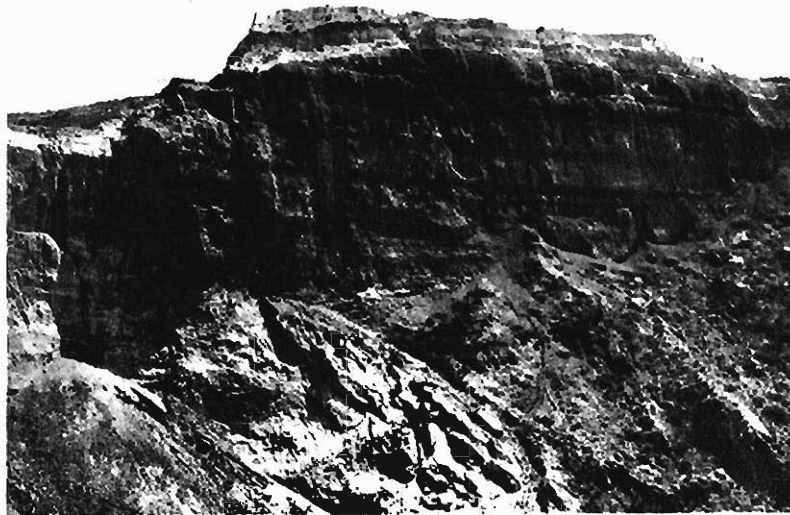


Foto 26.— Taludes artificiales inestables del grupo 321d en la cantera de Cistérniga

la rasante de la carretera respecto del terreno.

3.1.4 Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona.

En esta Zona aparecen dos morfologías bien distintas:

La altiplanicie del Páramo, alrededor de los 900 m , constituída por una cubierta caliza, prácticamente horizontal, a la que se accede por escarpes tendidos formados por el resto de la "serie blanca", especialmente las margas yesíferas, y la amplia llanura miocena, a unos 800 m , sobre los materiales de la "serie roja".

El Páramo no es paso adecuado para carreteras, pues se presenta en forma de extensos oteros aislados que obligarían a costosas obras en sus accesos desde la llanura general. En efecto, en las laderas tendidas del Páramo las margas yesíferas crean problemas de erosión diferencial con posibles desprendimientos de la cobertera caliza, existe además el peligro de solubilidad y agresividad por la presencia de sulfatos y por ultimo los coluviales, aunque están un tanto consolidados, pueden originar problemas de inestabilidad si se excavan desmontes importantes en ellos.

La "serie roja" detrítica, que compone la llanura miocena, tiene unas características medias como cimiento de carretera, debido a la preconsolidación de sus materiales. Topográficamente constituye un excelente paso para el trazado de carreteras.

Como problemas, únicamente cabe citar el drenaje deficiente de ciertas zonas con pendientes pequeñas, que puede obligar a llevar la carretera sobre un terraplén de 1 a 2 m de altura y la posibilidad de aterramientos por la movilidad de las arenas "voladoras".

Al norte de la Zona se encuentra la amplia vega del río Duero, de 3 a 4 km de anchura, con gran abundancia de aluviales y terrazas cuarcíticas. Presentan problemas por su heterogeneidad o por poseer un nivel freático próximo a la superficie. No obstante, la red hidrográfica no adquiere gran desarrollo en la Zona y no supondrá obstáculo importante en los trazados.

En general, la Zona no presenta problemas de entidad para el paso de carreteras. La red viaria puede discurrir fundamentalmente sobre la llanura miocena aprovechando los amplios "pasillos" entre las mesas calcáreas de los páramos que se extienden princiamente en dirección E-O.

Todos los materiales, excepto la caliza del Páramo, son ripables y se pueden excavar con pala cargadora.

No existen canteras, pero sí importantes yacimientos granulares, aluviales, terrazas y arenas eólicas, que son un material excelente, convenientemente tratado, para las diferentes capas de un firme, pero cuya distribución en la Zona es algo irregular y puede obligar a unas distancias de transporte mayores de las deseables. Asimismo, será necesaria la aportación del exterior de calizas de calidad o áridos especiales para la capa superior del firme.

3.2 ZONA 2: LLANURAS TERCIARIAS

3.2.1 Geomorfología y Tectónica

Geomorfología

Situación.— La Zona en estudio se encuentra, en su mayor parte, dentro de la provincia de Segovia ocupando una pequeña parte de la de Valladolid. El límite norte está señalado, a grosso modo, por la carretera de Olmedo a Cuéllar y el límite sur por el Pinar de las Sordas.

Comprende los siguientes cuadrantes:

400 — 2	(parte)
401 — 3	(parte)
428 — 1	(parte)
428 — 2	(entero)
429 — 4	(entero)
429 — 3	(entero)
455 — 1	(entero)
456 — 4	(parte)

que junto con los ríos y ciudades principales se representan en la Fig. 3.11.

Morfología.— En esta Zona podemos observar dos unidades (Fig. 3.12):

- 1) LLanuras terciarias
- 2) Rañas

Las llanuras terciarias tienen una gran extensión y representan la mayor de todas las unidades morfológicas consideradas en el Tramo. (Foto 27). Se desarrolla hacia el N sobre materiales arcillosos y ocasionalmente margosos (321d). A medida que avanzamos hacia el sur del Tramo, los materiales se hacen más arenosos hasta formar extensos mantos de areniscas arcóscicas de grano muy grueso cerca del borde de la cuenca.

Estas campiñas apenas si están onduladas, observándose algún cerro testigo, resultado de la degradación de los Páramos. Las alturas oscilan entre los 700 y 800 m.

Los principales ríos que cortan a esta unidad son el Eresma, Voltoya, Pirón y el Malucas, afluente del anterior. El río Eresma es el único de ellos que corre encajado en estos materiales, teniendo un aluvial poco desarrollado. Los otros ríos discurren por valles amplios de fondo plano. En algunos casos, como ocurre en las proximidades de Fuente Olmedo, Ciruelo de Coca, Villagonzalo de Coca (428—2) y Navas de Oro (429—3), los endorreísmos temporales han provocado la precipitación de sales en pequeña cantidad.

Las arenas eólicas claras recubren una extensa área (Fig. 3.13-I) de toda esta gran llanura, con espesores variables pasando, gradualmente, a las arcillas o areniscas propias de la llanura.

Las rañas ocupan la parte suroeste de esta Zona. Se encuentran principalmente en los cuadrantes 428-2 y 455-1 (Fig. 3.13-II).



Foto 27.— Vista panorámica de la llanura terciaria.

Aparecen como extensas y, en algunos casos, potentes formaciones de cantos pequeños englobados en una matriz arenosa rojiza (Foto 28).



Foto 28.— Aspecto de la raña.

Es frecuente observar pequeños retazos de esta raña aislados en la llanura.

El aspecto general es algo distinto al de las rañas típicas de otras regiones, debido, según algunos autores, a su lejanía del área madre. De todas formas, se recomienda un estudio más detallado de esta unidad, ya que es probable que se trate de terrazas pleistocenas. Ya García Abad y Rey Salgado (1972) consideran a las formaciones de canturrales en las proximidades de Valladolid como retazos de terrazas y no como rañas, como hasta entonces se habían considerado.

Estos retazos de raña alcanzan las cotas más elevadas de la Zona, cerca de los 900 m.

Tectónica.— Al igual que en la Zona 1, no hay dificultades tectónicas ya que toda la Zona está formada por materiales que yacen horizontalmente.

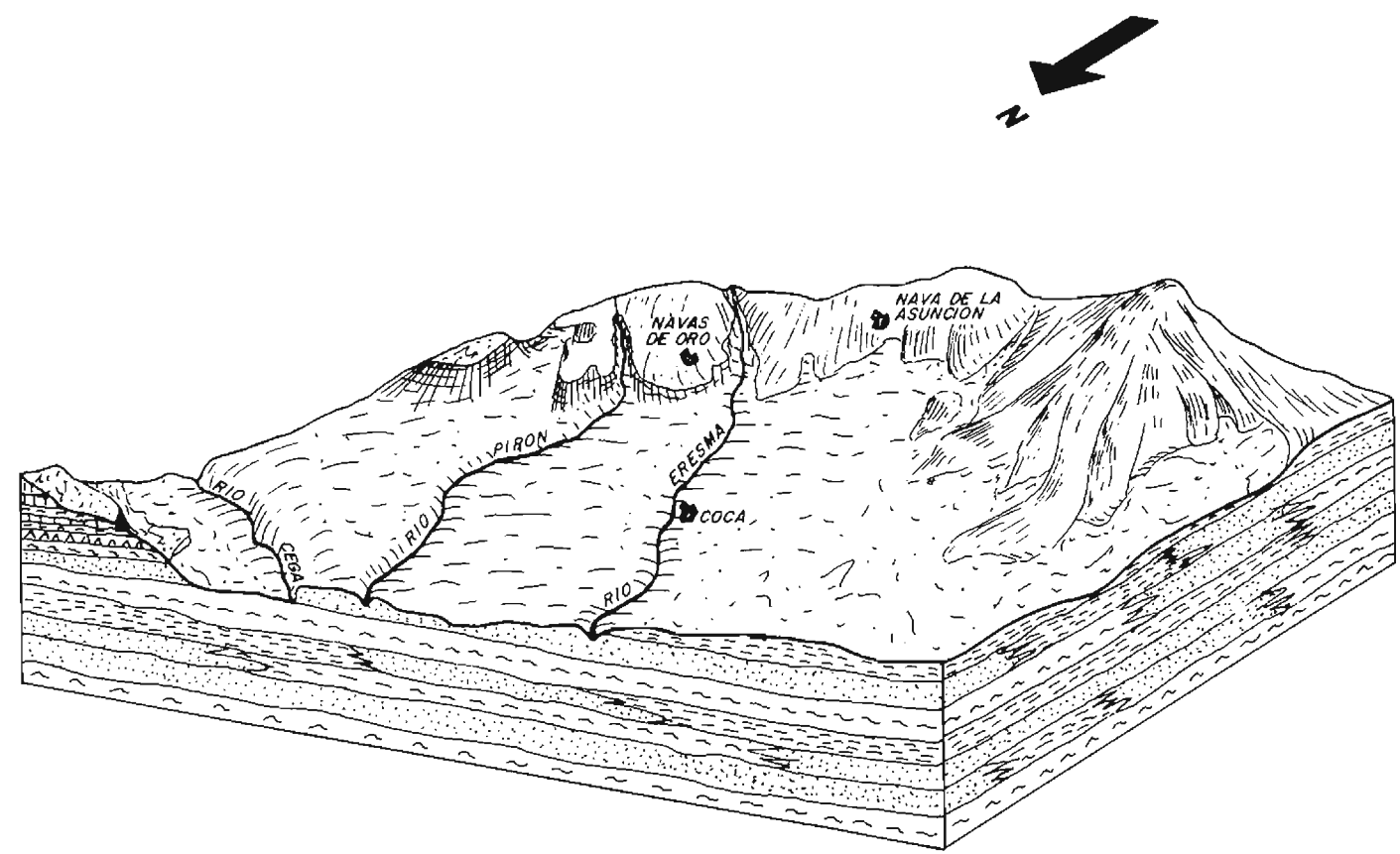


FIG.-3.12. BLOQUE DIAGRAMA DE LA ZONA -2

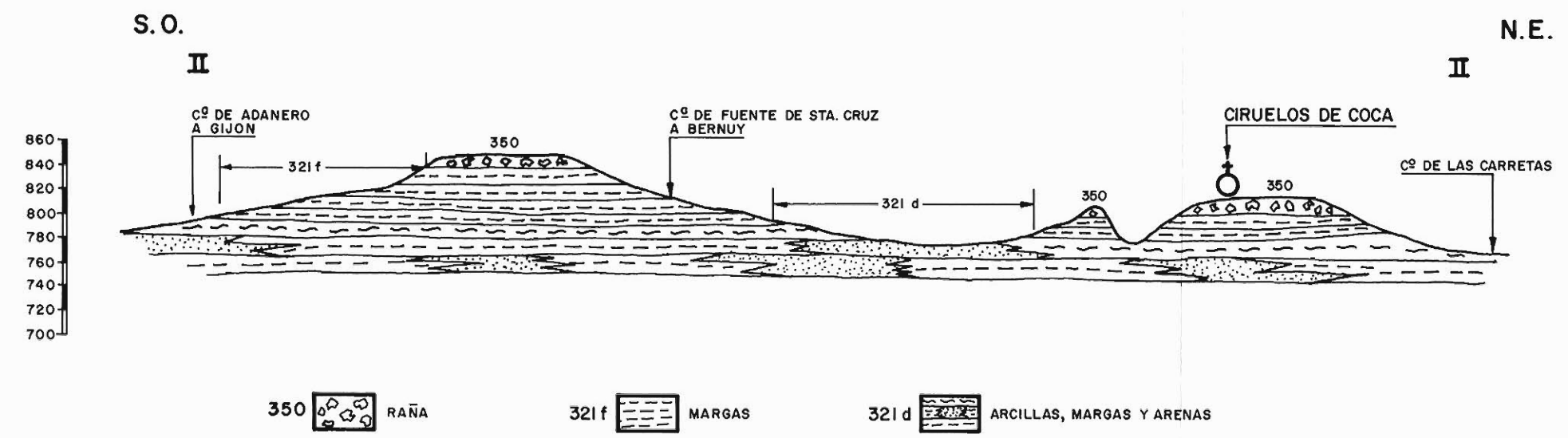
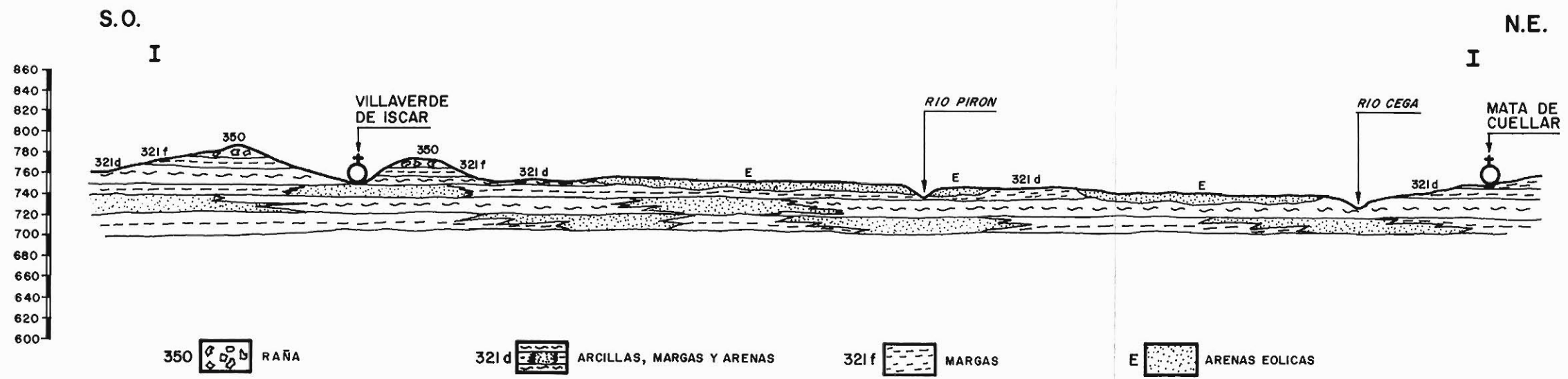


FIG. 3.13. -ESQUEMAS DE LOS CORTES LITOLÓGICO-ESTRUCTURALES DE LA ZONA 2

RESUMEN DE LAS CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ZONA 2

Morfología	Litología	Red Hidrográfica	Tectónica
<p>Llanuras terciarias: Constituye la mayor unidad morfológica del Tramo. Forma extensas campiñas apenas onduladas.</p> <p>Rañas: Forman relieves planos, aislados en la llanura.</p> <p>El relieve está modificado por la presencia de arenas eólicas.</p>	<p>Llanuras terciarias: Arcillas arenosas rojizas con intercalaciones arenosas y margosas hacia el Norte. Hacia el Sur se hace más arenoso por la proximidad del borde de cuenca.</p> <p>Rañas: Cantos subangulosos de cuarcita englobados en una matriz areno—arcillosa.</p>	<p>Río Eresma: Corre encajado en los materiales de las llanuras terciarias. Aluvial poco desarrollado.</p> <p>Ríos Voltoya, Pirón y Molucas: Tienen valles de fondo plano.</p>	<p>Las capas son horizontales. Fracturación escasa.</p>

Las fracturas son muy escasas, únicamente se pueden deducir a partir del cauce rectilíneo de algunos arroyos. Lógicamente, no presentan ningún obstáculo en las obras que se vayan a realizar.

3.2.2 Columna estratigráfica

La parte basal del Mioceno Superior, representado por el grupo 321d, adquiere su máximo desarrollo en esta Zona. (Fig. 3.14).

Como ya se ha apuntado en el capítulo 2, este grupo es el más detrítico de todos los que pertenecen al Mioceno Superior y el que ofrece mayores cambios laterales de facies. Al comparar estos materiales con los depósitos más septentrionales del mismo grupo encontramos, en esta Zona, una facies detrítica más grosera representada por arenas rojizas de grano grueso, con algunas intercalaciones de arcillas rojizas. Esto se debe a que nos encontramos más próximos al borde de cuenca.

La potencia total es difícil de estimar ya que el muro no está visible. De todas formas se calcula que afloran unos 50 m. o más.

Por encima, y concordantes con los materiales anteriores, aparecen unos 10–20 m. de depósitos fundamentalmente margosos de colores blancos, o rojizos si están alterados, con lentejones intercalados de areniscas rojizas de grano grueso. Esta formación se sitúa estratigráficamente por debajo de las rañas del Plio–Cuaternario, lo que hace suponer que las calizas del Páramo, la alternancia de calizas y margas y las margas yesíferas, quedan comprimidas en esta formación, pues en esta Zona están ausentes. Posiblemente, al estar esta Zona más próxima al borde de cuenca, las condiciones ambientales no favorecían la sedimentación química, presente, sin embargo, en la Zona 1, más cercana al centro de la cuenca, y a cota inferior.

Como ya se ha dicho, el Plio–Cuaternario está representado por retazos de rañas, de aspecto distinto a las típicas de Extremadura.





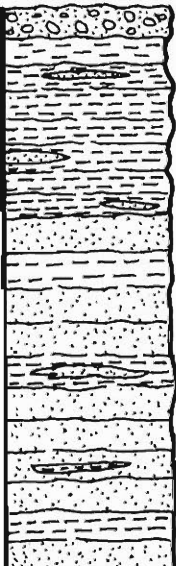
El Cuaternario, finalmente, está constituido por aluviales, unos con cantos de cuarcita solamente y otros con algunos de gneis, sin que lleguen a alcanzar grandes extensiones. Los depósitos lacustres procedentes de lagunas arreicas son frecuentes al igual que las arenas eólicas, las cuales, siempre, presentan una gran variación en su espesor.

3.2.3 Grupos geotécnicos

G–1 ALUVIAL DEL RIO DUERO Y AFLUENTES (A1)

Este grupo ha sido descrito en el apartado 3.1.3.

Al igual que en la Zona I, estos aluviales no presentan gran desarrollo superficial (Foto 29). Muchos de ellos no aparecen en los planos pues tienen espesores menores de 3 m, por lo que se

COLUMNA LITOLOGICA	REFERENCIA		DESCRIPCION	EDAD
	GRUPO GEOTECN.	GRUPO LITOLOGICO		
	G-1	A1	Aluvial con cantos redondeados de cuarcita y algunos de caliza, con matriz arenosa de grano grueso muy abundante	CUATERNARIO
	G-1	A2	Aluvial constituido por cantos de cuarcita y algunos de gneises, con matriz arenosa abundante	CUATERNARIO
	G-4	E	Arenas edicas cuarzosas de color blanco sin cemento o matriz de grano medio a fino	CUATERNARIO
	G-9	L	Suelo margo arcilloso con materia orgánica	CUATERNARIO
	G-10	350	Raña con cantos pequeños y subangulosos de cuarcita con matriz areno-arcillosa rojiza	PLIOCUATERNARIO
	G-11	321 f	Margas blancas con intercalaciones de lentejones de arenisca roja de grano grueso	MIOCENO MEDIO
	*G-8	321 d	Arenas gruesas rojizas con intercalaciones de arcillas	MIOCENO MEDIO

NOTA -

(*) DADO QUE LAS CARACTERISTICAS GEOTECNICAS DE ESTE GRUPO NO VARIAN, SE HA CONSERVADO LA DENOMINACION GEOTECNICA G-8 AUNQUE DEBIDO A LOS CAMBIOS LATERALES DE FACIES LA DESCRIPCION LITOLOGICA VARIE DE UNAS ZONAS A OTRAS.

Fig.3.14.- COLUMNA ESTRATIGRAFICA



Foto 29.— Aluvial del río Voltoya en el puente de la "surgencia".

representan en el esquema de suelos y formaciones de pequeño espesor.

G-1 ALUVIAL DEL RÍO MALUCAS (A2)

Litología.— Se agrupan en este aluvial todos aquellos que presentan cantos de cuarcita, fundamentalmente, y alguno de gneis, englobados en una matriz arenosa blanquecina de grano grueso. La potencia del grupo no sobrepasa los 5 m.

Esta formación tiene muy poco desarrollo superficial, ya que se encuentra sólo en el río Malucas y en arroyos temporales al norte de Samboal (429—4). Los cantos de gneis de estos aluviales señalan que su área madre se encuentra en las rocas paleozoicas y metamórficas al sureste del Tramo y fuera de él.

Geotecnia.— Sus características geotécnicas son semejantes a las del A-1; sin embargo, la presencia de cantos de gneis en cantidad los hace inadecuados para hormigones hidráulicos, bases y capas de rodadura de los firmes asfálticos.

G-4. ARENAS EOLICAS (E)

Litología.— Este grupo ya ha sido descrito en el apartado 3.1.3.

En esta Zona las arenas eólicas presentan las mismas características litológicas, estructurales y geotécnicas que en la Zona I. La única diferencia reside en que su distribución no es tan extensa como en la Zona anterior, siendo los afloramientos eólicos más frecuentes hacia el norte de la Zona en estudio, cercano al límite con la Zona I.

Como es habitual, la variación de espesores es muy grande, por lo que existen áreas que presentan un recubrimiento pequeño, estas áreas se representan en el esquema a escala 1:200.000 de suelos y formaciones de pequeño espesor.

G-9. SUELO LACUSTRE (L)

Litología.— Suelo de naturaleza marga—arcillosa de color blanco o grisáceo, con presencia de hiladas de cantos de cuarcita y algo de materia orgánica. Estos suelos han sido formados por evaporación de lagunas arreicas (Foto 30). Ocasionalmente aparecen pequeñas costras de sal producidas por variaciones climáticas. Su potencia oscila entre 2 y 5 m.



Foto 30.— Aspecto general de las lagunas arreicas.

Estructura.— Esta formación aparece en disposición horizontal depositada sobre la serie roja (321d).

Geotecnia.— Conjunto erosionable. Sus malas cualidades geotécnicas vienen originadas por su drenaje superficial deficiente a causa de su impermeabilidad y escasa pendiente, así como por su deformabilidad.

Los trazados actuales que atraviesan estos suelos, lo hacen en terraplén de 1 a 2 m. de altura, observándose encharcamientos en las cercanías de la calzada. Es totalmente inadecuado como material de préstamo.

G-10. RAÑA (350)

Litología.— Esta formación está medianamente desarrollada en esta Zona. Ocupa una gran extensión en los cuadrantes 428-2 y 455-1.

Está constituida por cantos angulosos y subangulosos de cuarcita, muy abundantes, con una longitud de 2-10 cm (Foto 31), englobados en una matriz areno—arcillosa de color rojizo.

Ocasionalmente aparece bastante degradada, en cuyo caso sólo se aprecia la formación infrayacente (321f ó 321d, según los casos) con una serie de cantos subangulosos de cuarcita dispersos en superficie.

Su potencia oscila entre 3 y 10 m. siendo la zona de Olmedo, Villaverde de Iscar y Navas de Oro, donde el espesor es menor.

Generalmente aparece a cotas comprendidas entre los 820 y 900 m de altitud.

Como ya se indicó en el apartado 3.2.1, las rañas en esta región

no son las típicas que se observan en Extremadura o en otros puntos de la Meseta. Aquí los cantos son más pequeños debido según algunos autores, a la lejanía del área madre. Otros, no consideran a estas formaciones como raña, sino como terrazas antiguas. Por tal razón, aconsejamos un estudio más detallado de ellas para poder dilucidar este problema. Nosotros, según las observaciones de campo realizadas y la coincidencia de parte de la bibliografía consultada, hemos seguido la terminología de raña.



Foto 31.— Cantos de la raña.

Estructura.— Aparecen "fossilizando" los relieves sobre los que descansa.

Geotecnia.— La raña es erosionable pero no muy acusadamente. Su permeabilidad es baja a causa del componente arcilloso de la matriz. A pesar de esta baja permeabilidad y de que la raña origina zonas bastante horizontales, su morfología en franjas elevadas sobre el nivel general, hace que no presente problemas significativos de drenaje.

Existen taludes naturales algo inestables 45° . Esta inestabilidad puede ser debida, bien, a que el material arcilloso, menos resistente, actúe en épocas de lluvia como una capa lubricante, bien, a que la marga subyacente, más erosionable e inestable, la arrastre en su movimiento. No obstante, los deslizamientos dado su origen, son localizados y de poca entidad. La raña posee una ripabilidad alta.

Constituye un buen material para construir terraplenes y explanadas mejoradas, siendo además muy abundantes al oeste de la Zona II.

No es paso conveniente para carreteras pues, aunque sus características geotécnicas son favorables, constituyen relieves de poca extensión sobre la llanura general de la Zona y su accesibilidad está complicada por las margas (321f) que presentan condiciones geotécnicas menos favorables.

G-11. GRUPO MARGO-DETRITICO (321f)

Litología.— El grupo está formado, principalmente, por margas muy blandas de color blanco, o algo rojizas si están meteorizadas. Ocasionalmente presentan lentejones de areniscas de grano grueso también rojizas.

En la parte central de la cuenca aparecen por encima del grupo 321d, los grupos 321a, b y c, de clara sedimentación química. Más próximo al borde de la cuenca y por encima del grupo 321d, aparecen materiales margo-detríticos, que constituyen el grupo 321f. Este hecho hace pensar que debido a los notables cambios laterales de facies, los grupos 321a, b y c se han acuñado dando lugar al grupo 321f en las zonas más marginales.

Este grupo, cubierto en su mayor parte por los restos de las rañas, conforma los suaves escarpes de las elevaciones que destacan, con unos 70 m. más de cota, sobre la llanura miocena de esta Zona. El conjunto puede tener un espesor entre 10 y 20 m. (Fig. 3.15)

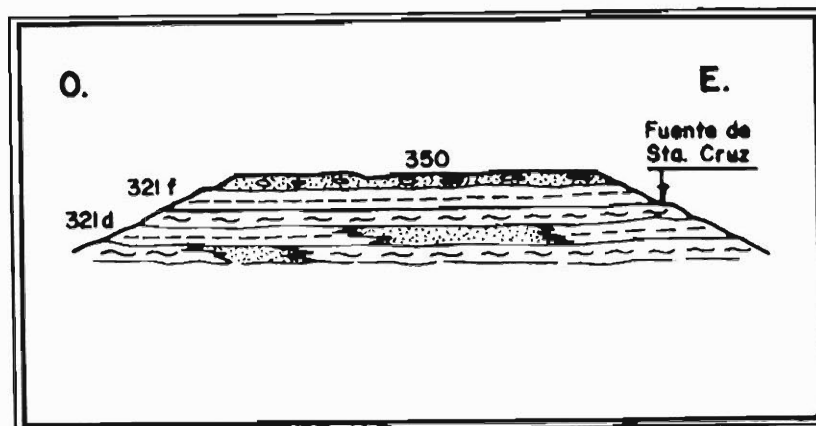


Fig. 3.15.— Esquema de afloramiento de los grupos 350 y 321f

Estructura.— Conjunto en disposición horizontal.

Geotecnia.— Los materiales de este grupo no son alterables, pero sí erosionables, sobre todo las margas blandas y plásticas, más impermeables.

El drenaje superficial es bueno por escorrentía en los taludes naturales. No obstante, la impermeabilidad de las margas puede ocasionar problemas locales de drenaje.

Se han observado taludes naturales bastante tendidos, B 30°, con zonas de erosión e inestabilidad en las partes más plásticas de las margas. Aunque los taludes artificiales de alturas bajas habrán de ser suaves, este grupo no presentará problemas de entidad al paso de una carretera, pues la topografía no hace pensar en la necesidad de grandes desmontes.

El conjunto es ripable, e inadecuado para un aprovechamiento en la construcción de una carretera.

G-8. ARCILLAS Y ARENISCAS ROJAS (321d)

Este grupo ya ha sido descrito en el apartado 3.1.3. No obstante en esta Zona, ofrece unas características mucho más detríticas que hacia el norte del Tramo. Ocupa una gran extensión en la que predominan las arenas arcóscas de grano grueso de color rojizo, sobre las arcillas rojas, que aparecen esporádicamente en forma de intercalaciones.

Sus características geotécnicas por este motivo son algo mejores que al Norte, dada su mayor permeabilidad y resistencia.

3.2.4 Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona

Morfológicamente la Zona viene definida por una extensa planicie sobre la "serie roja" donde destacan una serie de elevaciones, constituídas por margas detríticas cubiertas de raña y unas suaves ondulaciones producidas por la acumulación desigual de las arenas eólicas. Esas elevaciones, que se alinean en dirección NO-SE siguiendo el trazado actual de la C.N. 403, alcanzan un desnivel aproximado de 70 m, a través de escarpes muy tendidos.

Por todo ello, la topografía de la Zona es muy poco acusada, y, a excepción de los valles de los ríos Eresma, Voltoya y Pirón, no existe ningún otro accidente topográfico que pueda obligar a obras de fábrica importantes.

La baja permeabilidad de los materiales miocenos y de algunas zonas de la raña, junto con las escasas pendientes topográficas dan lugar al principal problema geotécnico, es decir, parajes con deficiente drenaje superficial que requieren para atravesarlos la elevación del firme sobre un terraplén de 1 a 2 m. Tal es el caso de las lagunas estacionales en las proximidades del Olmedo, Chañe, Fuente de Olmedo y Navas de Oro.

No obstante, la abundancia de préstamos facilita la construcción de estos terraplenes, pues se pueden utilizar las rañas (350), las arenas eólicas (E) con mezcla arcillosa para mejorar sus cualidades y la "serie roja" (321d) salvo sus zonas más plásticas.

Otro problema es la posibilidad de aterramientos, causados por la movilidad de las arenas voladoras, especialmente en los lugares, donde no están fijadas por la vegetación.

La excavación de los desmontes no presenta dificultades, pues todos los materiales son ripables y se pueden excavar fácilmente con pala cargadora y en muchos casos, con mototrailla.

A falta de canteras existen yacimientos granulares con un buen material, tras su clasificación y machaqueo, para las capas de los firmes. Dado que estos materiales son muy económicos, es

posible la mezcla con arenas calizas y activantes cuando se empleen en mezclas asfálticas, que será preciso aportar del exterior de la Zona.

3.3 ZONA 3: RELIEVES PALEOZOICOS Y MESOZOICOS

3.3.1 Geomorfología y Tectónica

Geomorfología

Situación.— La Zona en estudio se encuentra dentro de los límites de la provincia de Segovia. Al Norte limita con el paraje de La Consejera, al Este con el de Las Rozas y El Pradillo, y al Oeste con el Pinar de las Sordas.

Comprende esta Zona los cuadrantes siguientes:

456 — 1	(entero)
456 — 4	(parte)

que junto con los ríos y poblaciones más importantes se representan en la Fig. 3.16.

Morfología.— A pesar de su poca extensión, se pueden distinguir dos unidades morfológicas en esta Zona (Fig. 3.17).

- 1) Relieves paleozoicos y granitos
- 2) Relieves mesozoicos y terciarios

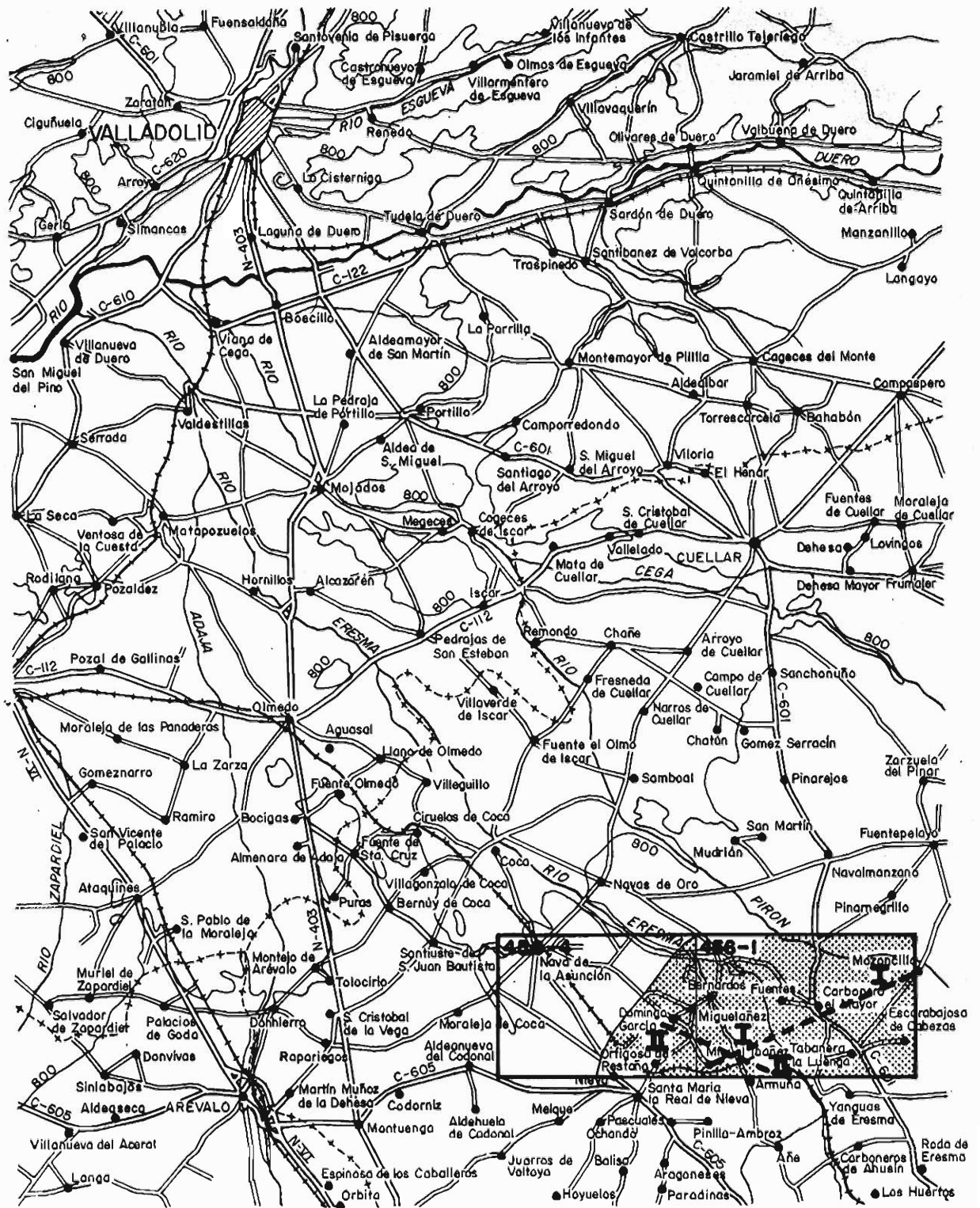
Los relieves paleozoicos son de edad ordovícica. Están formados por zonas relativamente extensas de pizarras que presentan una gradación metamórfica de Este a Oeste. También aparecen cuarcitas que alternan irregularmente con las pizarras. Sin embargo, estos afloramientos son más restringidos que los primeros.

Estos materiales dan lugar a relieves de altura moderada (800 — 1.000 m), muy arrasados debido a la intensa erosión que han sufrido. (Foto 32). Forman elevaciones achatadas y alargadas que representan las estribaciones septentrionales del Sistema Central, enlazándose con la extensa llanura terciaria mediante taludes suaves.

El afloramiento granítico que aparece en el Tramo, apenas si tiene representatividad debido a su poca extensión.

Los ríos más importantes de esta Zona son el Eresma, que la atraviesa siguiendo una dirección SE—NO, y el Pirón que, a su paso por estos materiales paleozoicos, discurre de E—O aproximadamente.

Ambos ríos tienen un cauce estrecho y encajado en estos materiales debido a que se encuentran en el tramo superior de su curso. Se alimentan de numerosos afluentes tanto permanentes como temporales.



I - - - I	Situación de los esquemas
II - - - II	estructurales

LEYENDA.

1/400.000



FIG.-3.16. ESQUEMA DE SITUACION DE LA ZONA 3

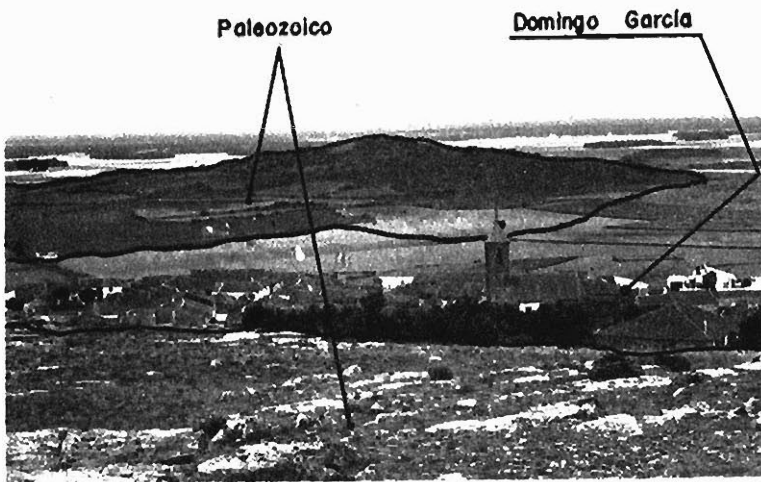


Foto 32.— Relieves arrasados del Paleozoico en la localidad de Domingo García

Los relieves mesozoicos y terciarios están formados principalmente por materiales cretácicos, tanto del Albense como del Cretácico Superior. Fundamentalmente, se trata de arenas, arcillas y margas coronadas por las calizas del Cretácico Superior (Fig. 3.18.1).

Estos depósitos forman un rosario de afloramientos de poca extensión y potencia que se encuentran adosados a los materiales paleozoicos siguiendo una dirección NE-SO. Debido a la presencia de materiales competentes e incompetentes es frecuente la existencia de relieves tipo cuesta. (Foto 33).

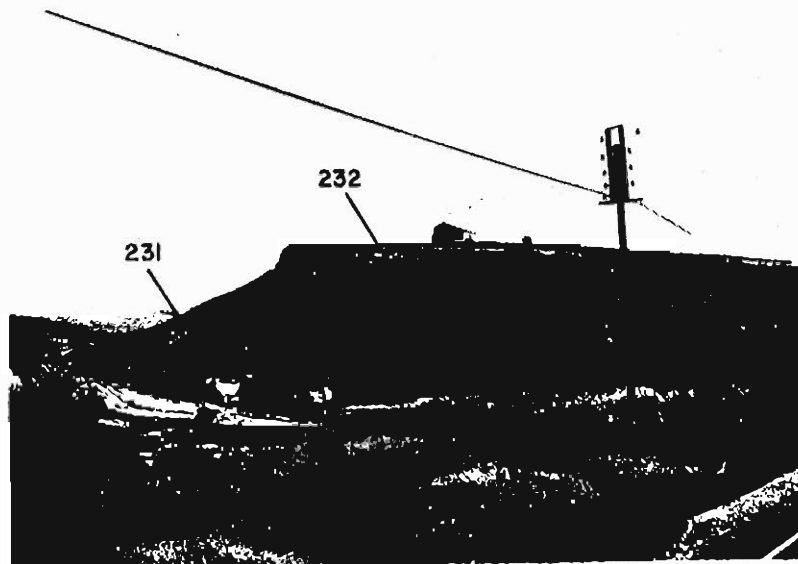


Foto 33.— Relieve en cuesta en el Cretácico

Adosados a estos materiales aparecen restos del Oligoceno, formados por diversos depósitos detríticos. Sin embargo, debido a su desarrollo tan restringido, no ofrece mayor importancia dentro del Tramo. Los restantes materiales terciarios de la Zona pertenecen al Mioceno y se apoyan discordantemente sobre el Oligoceno. Forman las áreas más planas de la Zona y ofrecen las mismas características, descritas ya, en las Zonas precedentes, por las que no se hará más hincapié en ellos.

Tectónica.— Dentro del Tramo, esta Zona es la que reviste más importancia desde el punto de vista tectónico.

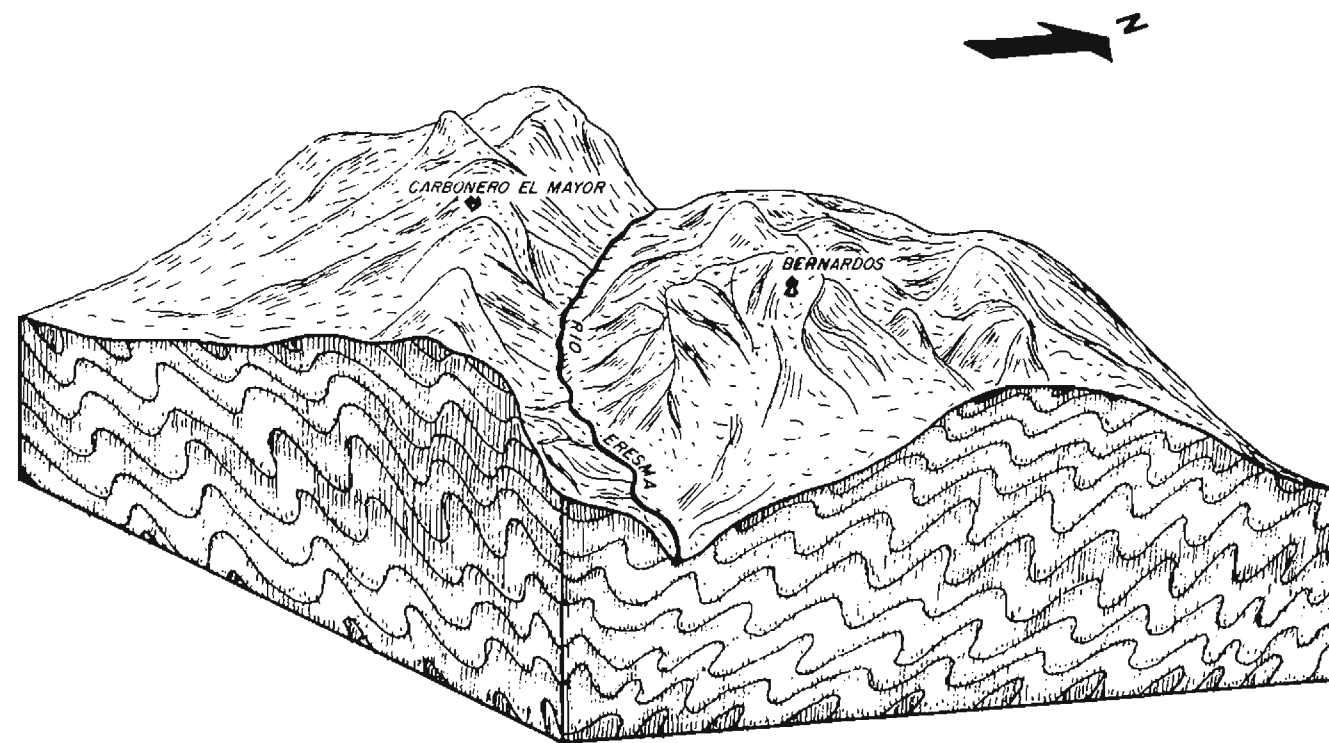


FIG.-3.17. BLOQUE DIAGRAMA DE LA ZONA -3

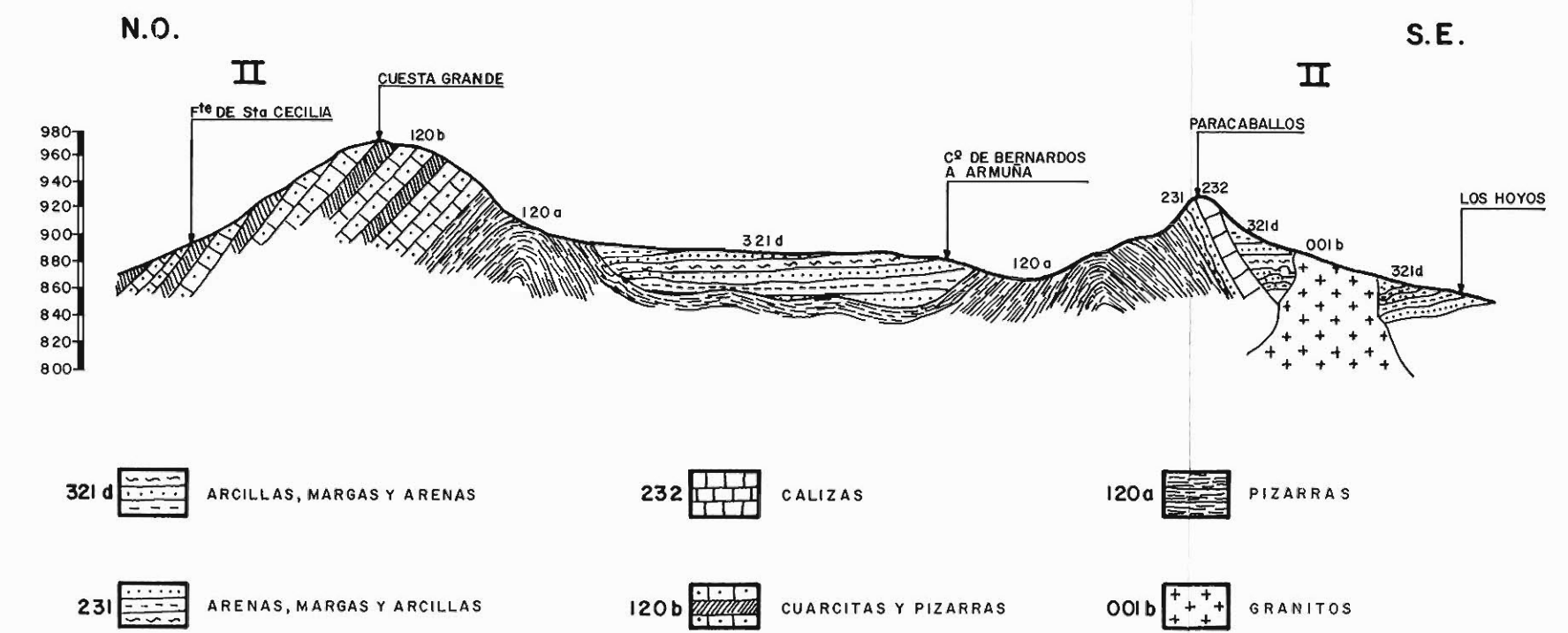
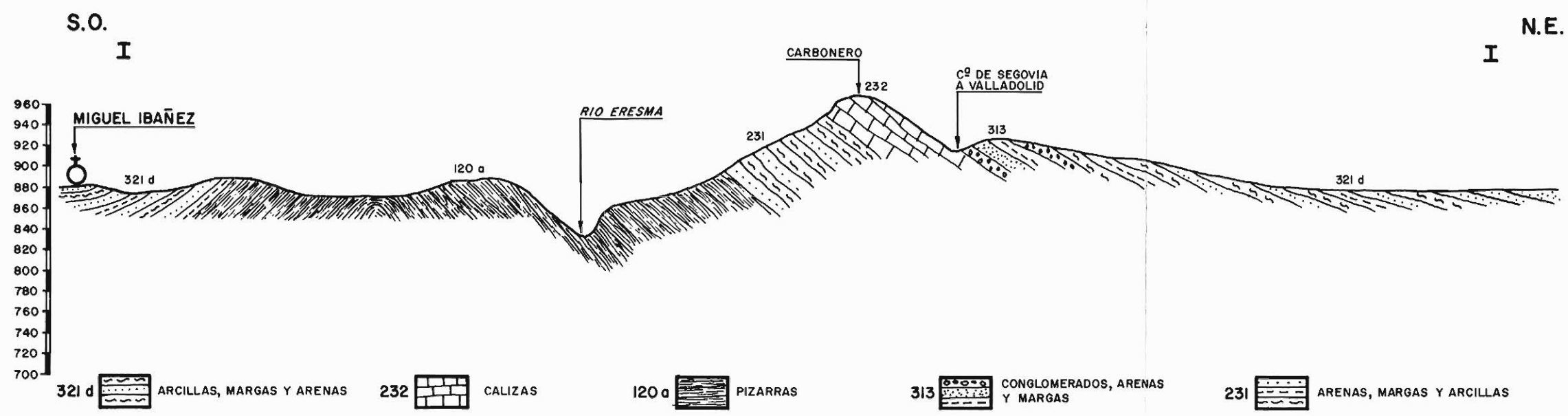


FIG.3.18. - ESQUEMAS DE LOS CORTES LITOLÓGICO-ESTRUCTURALES DE LA ZONA 3

RESUMEN DE LAS CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ZONA 3

Morfología	Litología	Red Hidrográfica	Tectónica
<p>Relieves paleozoicos y granitos: Elevaciones achatadas, muy erosionadas con taludes suaves que enlazan con las campiñas terciarias.</p>	<p>Relieves paleozoicos y granitos: Principalmente pizarras con diverso grado de metamorfismo. En algunas zonas alternan con cuarcitas.</p>	<p>Ríos Eresma y Pirón Cursos encajados en los materiales. Discurren siguiendo una dirección SE-NO y E-O respectivamente.</p>	<p>Fracturación y fallamiento intensos. Plegamiento importante en toda la Zona, con excepción de los materiales miocenos que aparecen horizontales.</p>
<p>Relieves mesozoicos y terciarios: Rosario de afloramientos adosados al Paleozoico mediante falla. El relieve fundamental es de tipo cuesta. Las elevaciones tienen entre 900-1.000 m. de altura.</p>	<p>Relieves mesozoicos y terciarios: Cretácico Inferior está formado por arenas, arcillas y margas coronadas por las calizas del Cretácico Superior. En el Oligoceno afloran conglomerados, areniscas arcósicas, arcillas y margas.</p>		

Los materiales, al formar parte de las estribaciones septentrionales del Sistema Central, han sido afectados por plegamientos, procesos metamórficos de grado diverso y fracturación y fallamiento intensos. (Fig. 3.18–II).

Los depósitos paleozoicos están muy fracturados y en diversos puntos se observan fenómenos de replegamiento. Se observan en las cuarcitas inyecciones de cuarzo aprovechando las numerosas fracturas.

Existen varias fallas regionales, siendo la más importante aquella, que siguiendo una dirección NE–SO, pasa por Nieva (en el límite sur del Tramo) y pone en contacto los materiales secundarios y oligocenos con los paleozoicos. Como ya se ha explicado, los materiales cretácicos forman restos de afloramientos que siguen la misma dirección de la falla. En todos ellos el plegamiento es intenso, formando anticlinales y sinclinales muy apretados cuyos flancos buzan entre 30° – 45° .

En cuanto a los materiales terciarios, los del Oligoceno se presentan plegados y adosados a los del Cretácico. Por el contrario, los depósitos miocenos se apoyan horizontalmente sobre los materiales precedentes, por lo que no ofrecen dificultades tectónicas.

3.3.2 Columna estratigráfica


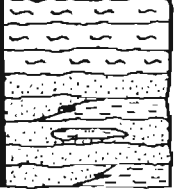

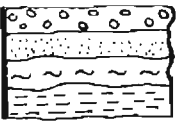
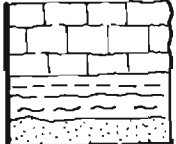

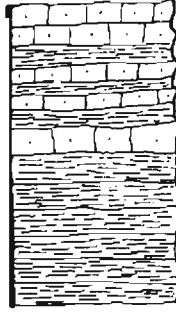

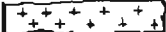
Los materiales más antiguos de la Zona (Fig. 3.19) corresponden al Ordovícico. Está representado por una alternancia de cuarcitas y pizarras (120 a) con un espesor de 10–50 m. cuyo afloramiento es muy limitado y más extensamente por pizarras negras duras (120b) que se sitúan por debajo, adosados al Paleozoico mediante un contacto por falla. Corresponden a un rosario de pequeños afloramientos con dirección NE–SO. El Cretácico Inferior, con una potencia de unos 50 m, queda representado por arenas, margas y arcillas y el Cretácico Superior por calizas arenosas macrocristalinas, que alcanzan un espesor de 20–40 m.

Descansando concordantemente encima del Mesozoico aparecen materiales del Oligoceno de gran diversidad litológica. Está formado por conglomerados grisáceos, areniscas arcóscas blancas, arcillas rojizas y margas blancas. Su potencia no es visible.

Dispuestos horizontalmente sobre el Oligoceno aparecen depósitos del Mioceno Superior. La base está constituida por areniscas de grano grueso a medio con intercalaciones de arcillas rojizas, grupo 321d, que presenta una potencia visible de unos 50 m; concordante con él aparecen retazos más margosos que hemos asimilado al grupo 321f.

El Cuaternario está poco representado, excepto por aluviales que adquieren poco desarrollo.

Por último, las rocas cristalinas están formadas por granitos y un dique de cuarzo dentro de las pizarras. Los granitos adquieren un gran desarrollo al Sur y fuera del Tramo y sólo afloran aquí en una zona muy restringida en contacto con los materiales cretácicos.

COLUMNA LITOLOGICA	REFERENCIA		DESCRIPCION	EDAD
	GRUPO GEOTE.	GRUPO LITOLÓG.		
	G-1	A 1	Aluvial con cantos redondeados de cuarcita y algunos de caliza, con matriz arenosa, de grano grueso, muy abundante	CUATERNARIO
	G-11	321 f	Margas blancas con intercalaciones de lentejones de arenisca rojiza de grano grueso	MIOCENO MEDIO
	*G-8	321 d	Areniscas gruesas con intercalaciones de arcilla rojiza	MIOCENO MEDIO
	G-12	313	Conglomerados de color grisáceo, areniscas arcósicas, arcillas de color rojizo e intercalaciones de margas blancas	OLIGOCENO
	G-13	232	Calizas arenosas macrocristalinas e intercalaciones de margas blancas	CRETACICO SUP.
	G-14	231	Margas abigarradas, arcillas rojas y arenas de grano grueso	CRETACICO INF.
	G-16	120 a	Alternancia irregular de pizarras y cuarcitas	ORDOVICICO
	G-15	120 b	Pizarras de color gris oscuro, con cristales de pirita	ORDOVICICO
	G-17	001	Granito rosa de grano grueso	

NOTA -
 (*) DADO QUE LAS CARACTERISTICAS GEOTECNICAS DE ESTE GRUPO NO VARIAN, SE HA CONSERVADO LA DENOMINACION GEOTECNICA G-8 AUNQUE DEBIDO A LOS CAMBIOS LATERALES DE FACIES LA DESCRIPCION LITOLOGICA VARIE DE UNAS ZONAS A OTRAS.

Fig.3.19.- COLUMNA ESTRATIGRAFICA

3.3.3 Grupos geotécnicos

G-1 ALUVIAL DEL RIO DUERO Y AFLUENTES (A1)

Este grupo no presenta características diferentes al descrito en el apartado 3.1.3. Sin embargo, debe señalarse el poco desarrollo tanto superficial como en potencia que alcanza en esta Zona, debido a la proximidad al punto de nacimiento del río Duero y afluentes.

G-11. GRUPO MARGO DETRITICO (321 f)

Las características litológicas, estructurales y geotécnicas de este grupo en esta Zona no varían con respecto a lo descrito en el apartado 3.2.3, no obstante, se observan alforamientos de extensión más reducida, a modo de retazos de contornos sinuosos.

G-8. ARCILLAS Y ARENISCAS ROJAS (321d)

Como ya se ha descrito anteriormente en las Zonas 1 y 2, este grupo ofrece notables cambios de facies. Sin embargo, como en la Zona 2, las areniscas de grano más grueso predominan sobre las de grano fino y las arcillas, debido a su proximidad al borde de cuenca.

Entre los P.K. 1 y 2 de la carretera de Bernardos a Navas de Oro (confluencia con el río Eresma), existe, intercalado en este grupo, una formación de aspecto conglomerático que aparece recubierta por la "serie roja" (321d). Presenta taludes verticales por lo que no ha podido ser cartografiada.

Estratigráficamente no aparece bien definida, por lo que se recomienda un análisis más detallado en estudios posteriores.

G-12. CONGLOMERADOS, ARENISCAS, ARCILLAS Y MARGAS (313)

Litología.— Este grupo está formado por una alternancia de conglomerados, areniscas, arcillas y margas. El conglomerado está constituido, fundamentalmente por cantos de pizarra y algunos de cuarzo y caliza. (Foto 34). El tamaño de los cantos puede oscilar entre 1 y 10 cm. Presenta matriz arcillosa de tonos grises y cemento calcáreo.

Las areniscas son de naturaleza arcósica de color blanco. El tamaño de grano es grueso y son el resultado de la alteración de los granitos. Presentan cantos dispersos, muy alterados, de este último material y alguno de cuarcita.

Las arcillas presentan aspecto rojizo y son algo arenosas, aunque éste sea un carácter local.

Las margas son de color blanco y muy compactas.

Estructura.— Este grupo presenta estratificación horizontal y aparece medianamente fracturado.

Geotecnia.— El conjunto es poco erosionable, aunque las vetas arcillosas y margosas son más atacables.

Sus condiciones de drenaje son buenas por escorrentía en los taludes naturales.

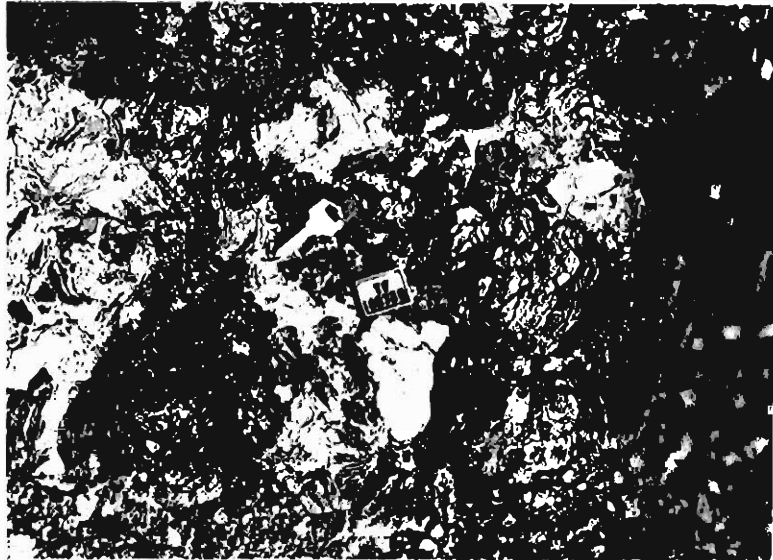


Foto 34.— Conglomerado del Oligoceno.

Taludes naturales suaves de alturas medias, taludes artificiales estables M 40° dependiendo de los materiales más incompetentes, arcillas y margas, cortados por la traza.

No es ripable en su conjunto, aunque las zonas blandas admiten excavación más fácil.

Se puede utilizar únicamente como préstamo para terraplenes y explanadas mejoradas, y sería innecesario el machaqueo de las zonas duras.

G-13.CALIZAS DE CARBONEROS (232)



Foto 35.— Aspecto del Cretácico Superior en Carbonero el Mayor.

Litología.— Este grupo está formado por calizas arenosas, muy duras, de color ocre en superficie fresca o alterada. (Foto 35). Aparecen dispuestas en lechos y capas de 30—60 cm. de espesor que presentan abundantes geodas de calcita. Son frecuentes las intercalaciones de capas de margas blanquecinas.

Los afloramientos tienen poca extensión y, generalmente, forman relieves tipo cuesta (Fig. 3.20).

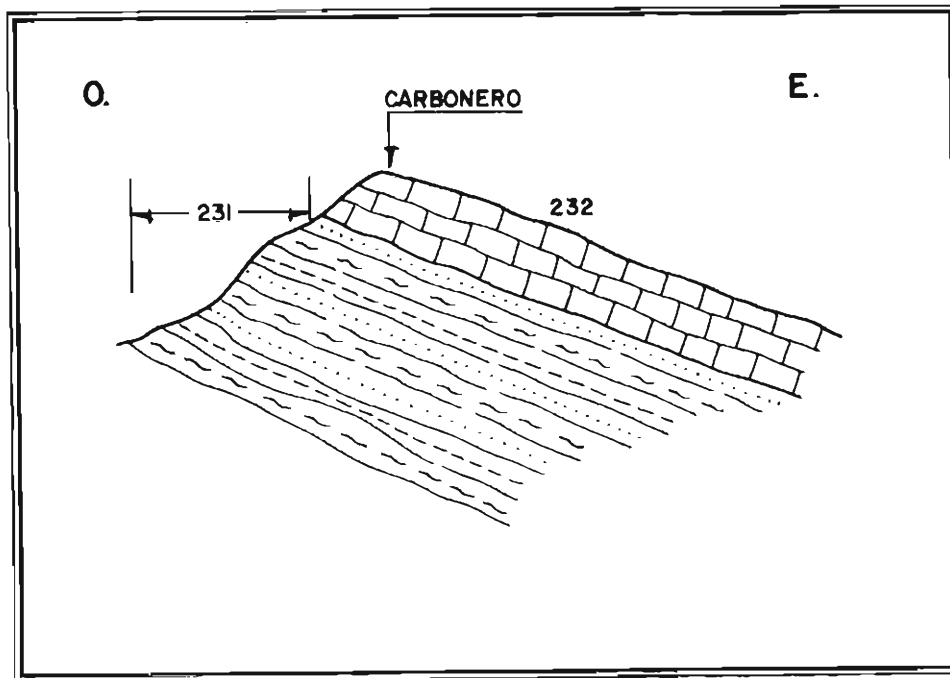


Fig. 3.20.— Esquema de afloramiento de los grupos 231 y 232

Estructura.— Los afloramientos siempre aparecen en contacto con el Paleozoico mediante falla.

Estos restos del Mesozoico forman un rosario de afloramientos que siguen una dirección NE—SO. Aparecen plegados y medianamente fracturados.

Geotecnia.— Estas calizas arenosas son algo alterables y erosionables, pues se observan fenómenos de disolución en su superficie y de erosión en los niveles margosos.

Son permeables por fracturación, aunque no en su masa, sus condiciones de drenaje superficial son buenas.

En Carbonero el Mayor presentan taludes naturales estables M 70° y artificiales estables M 70°—80°, aunque existe el peligro de caída de bloques sueltos debido al diaclasado y de desprendimientos por erosión de la base detrítica. Admiten trincheras subverticales de alturas medias, saneando la roca.

No son ripables, precisando explosivos para su excavación.

Son excelentes como cimientos de explanaciones.

Las calizas de Carboneros constituyen una masa canterable importante con buen acceso. Se han abierto canteras para su uso dentro de la localidad y sus alrededores, habiendo sido utilizadas como áridos para firmes y también para hormigones hidráulicos. El afloramiento de la Ermita de Tormejón es de menos importancia y de difícil acceso desde Armuña. No ha sido explotado.

La importancia de este grupo radica en que sus dos afloramientos son las únicas masas calizas canterables de gran volumen en todo el Tramo. Son un buen material para carreteras, a pesar de su contenido arenoso que perjudica sus cualidades. Pueden aprovecharse para hormigones hidráulicos, macadams, tratamientos superficiales y como componentes de todas las capas de aglomerado asfáltico, exceptuando el árido grueso de las capas de rodadura, que se pulimenta con el tráfico produciendo pavimentos deslizantes.

Estudio petrográfico.— De acuerdo con el estudio petrográfico realizado, estas calizas presentan una textura macrocristalina con bastantes impurezas de cuarzo y arcilla; ésta última aumenta en las zonas microcristalinas que se distribuyen irregularmente. Es muy poco porosa. (Foto 36)

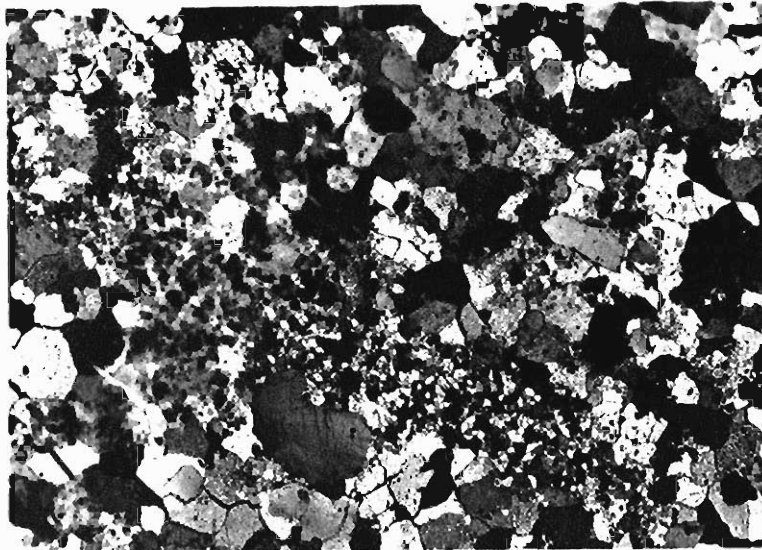


Foto 36.— Aspecto de la caliza de Carbonero el Mayor donde se aprecian zonas microcristalinas (NC x 25).

G-14. MARGAS, ARCILLAS Y ARENAS DEL ALBENSE (231)

Litología.— El Albense forma una estrecha banda constituída por una alternancia irregular de arenas, margas y arcillas (Foto 37).

Las arenas son blanco-amarillentas, de grano grueso y redondeado. Debido a la ausencia de cemento son muy deleznales. Se disponen en capas de 1-2 m. de potencia que presentan, frecuentemente, nivelillos de cantos pequeños de cuarcita.



Foto 37.— Aspecto de las arenas y arcillas del Albense.

Las margas se presentan abigarradas y estratificadas en capas. Las arcillas son rojizas, plásticas y aparecen estratificadas en capas. La potencia total puede oscilar alrededor de los 50 m.

Estructura.— Estos materiales aparecen medianamente plegados y fracturados, con buzamientos del orden de 30°. Aparecen concor-

dantes con el Cretácico Superior y en contacto mecánico por medio de falla, con el Paleozoico.

Geotecnia.— Las margas y las arcillas son impermeables y plásticas, siendo esta plasticidad muy alta en algunos puntos. La desecación origina grietas de retracción que favorecen la acción erosiva del agua.

El conjunto es muy erosionable, y el drenaje superficial muy deficiente, lo que obligará a elevar la rasante de la carretera.

En las explotaciones para tejas al sur de Carbonero el Mayor, existen taludes artificiales M 80° muy inestables, con desprendimientos en lajas de gran tamaño.

Los taludes artificiales habrán de ser muy suaves, y, aun así, para alturas medias, existen riesgos de erosión y deslizamientos. Se recomienda un proyecto cuidadoso de estos taludes con sistemas de drenaje, plantaciones adecuadas y amplios cunetones para la recepción de materiales.

Este grupo no tiene ninguna aplicación en las diferentes capas del firme de una carretera, pudiéndose utilizar para terraplenes si se separan las capas más plásticas.

G—16. PIZARRAS Y CUARCITAS (120 a)

Litología.— Estos afloramientos son poco extensos en la Zona.

El grupo está formado por una alternancia de cuarcitas y pizarras. Las cuarcitas son microcristalinas y de color ocre. Son muy duras y se disponen en capas o lechos. (Foto 38).

Las pizarras son gris verdosas, de dureza media y también forman lechos y capas. (Foto 39).



Foto 38.— Aspecto de las cuarcitas del grupo 120a en Domingo García.



Foto 39.— Pizarras del grupo 120a en las proximidades del cementerio de Domingo García



Foto 40.— Plegamiento y fracturación del grupo 120a en Domingo García

La potencia del grupo varía entre 10 y 50 m.

En las cuarcitas son frecuentes las vetas de cuarzo, lo que indica una removilización de la sílice a favor de las fracturas.

Estructura.— El conjunto está plegado, en especial las pizarras y bastante fracturado. (Foto 40).

Geotecnia.— Dentro del conjunto de este grupo poco erosionable y alterable, las pizarras son algo alterables.

La masa de cuarcitas y pizarras es impermeable y también lo es el eluvial que las cubre, no obstante, el drenaje superficial es bueno por la escorrentía y por los taludes naturales.

Los taludes naturales existentes no son muy fuertes 50° estando suavizados por la alteración de las pizarras. Existen taludes artificiales M 70° en las canteras de Domingo García, actualmente en explotación.

Los taludes de las trincheras podrán ser más fuertes en pendientes o en alturas, pero existe el riesgo de desprendimientos de bloques por la fracturación de la cuarcita y de aterramientos por la alterabilidad de las pizarras.

El conjunto no es ripable, siendo las cuarcitas muy duras y abrasivas.

Pueden emplearse en la construcción de terraplenes y las cuarcitas en hormigones hidráulicos, pero los grandes costes de su excavación y machaqueo las hace poco aptas frente a otros materiales.

G-15. PIZARRAS (120b)

Litología.— Esta formación está bien representada en esta Zona. Se trata de pizarras grises oscuras, que en ocasiones aparecen con tonos verdosos y presentan cristales de pirita alterados. Localmente son más arenosas y se disponen en capas de 1 m. (Foto 41). Son muy duras lo que hace posible que den resaltes en la topografía.

Parte de estas zonas pizarrosas aparecen recubiertas por un eluvial arcilloso (V-3) de 0,5 a 3 m de potencia, en el que es frecuente la presencia de cantos de cuarzo, debido a las abundantes inyecciones de sílice que presenta el conjunto. Dentro de ellas se observa una alineación que sigue una dirección E-O donde los cantos de cuarzo son extremadamente abundantes. Esto parece indicar la presencia de un importante dique de cuarzo a pocos metros de la superficie, como lo demuestra la existencia de cantos e incluso de bloques de cuarzo de aspecto lechoso.

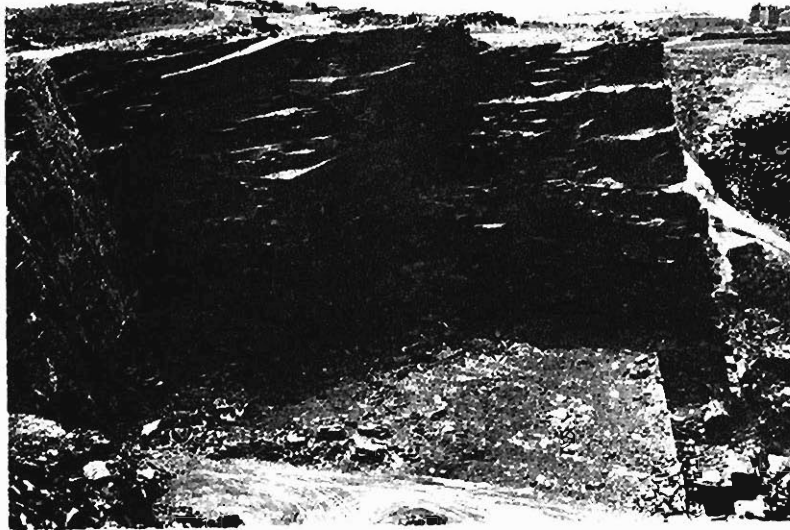


Foto 41.— Aspecto general del grupo 120b en Bernardos

Estructura.— Estas pizarras por lo general forman un conjunto muy replegado y fracturado. (Foto 42).

Geotecnia.— Este grupo presenta zonas algo erosionables y alterables que, al conformar zonas deprimidas, se aprecian claramente en la topografía.

Únicamente son permeables por las fracturas, y como la cobertura eluvial es impermeable, su drenaje está condicionado por la topografía. Ocasionalmente, en los puntos bajos antes mencionados, pueden existir deficiencias de drenaje, lo que obligará a elevar la rasante de la carretera.



Foto 42.— Fracturación de las pizarras en el C^o de entrada a Domingo García.

Se observan taludes M 45^o suavizados por la erosión. En la pizarra de Bernardos existen taludes verticales e incluso con desplomes.

Las trincheras admiten taludes que dependerán de la orientación de su traza con respecto a la

estratificación y sobre todo de la alteración y fracturas de la zona a excavar. En general, las trincheras de altura superior a 5 m requerirán pendientes medias, y la alterabilidad hace prever que con el tiempo se produzcan desprendimientos de lajillas con aterramiento de cunetas.

Estas pizarras son algo ripables, pero solamente en los metros superiores donde están más alteradas. Por lo general, se necesitará el uso de explosivos para su excavación, sobre todo en las zonas más sanas.

Son aceptables como cimienta de carreteras, pero no es aconsejable su utilización en firmes y capas superiores de explotación, debido a su lajosidad y alterabilidad.

Pueden utilizarse para la confección de terraplenes y "bacheado", pues, pese a su tendencia a dar elementos lajosos, se compactan bastante bien.

Estudio petrográfico.— Estas rocas se clasifican, según el estudio petrográfico, como pizarras que han estado sometidas a un metamorfismo de bajo grado. El grano es muy fino y la esquistosidad muy acentuada. Los minerales esenciales son: cuarzo, clorita y moscovita; y como accesorios aparecen turmalina, circón, apatito, plagioclasa y calcita. (Foto 43).

Diseminados por la roca aparecen pequeños cristales de pirita cuyos bordes se han oxidado a hematites. La clorita es muy abundante apreciándose frecuentemente la variedad denominada pennina que nos indica un metamorfismo bajo.

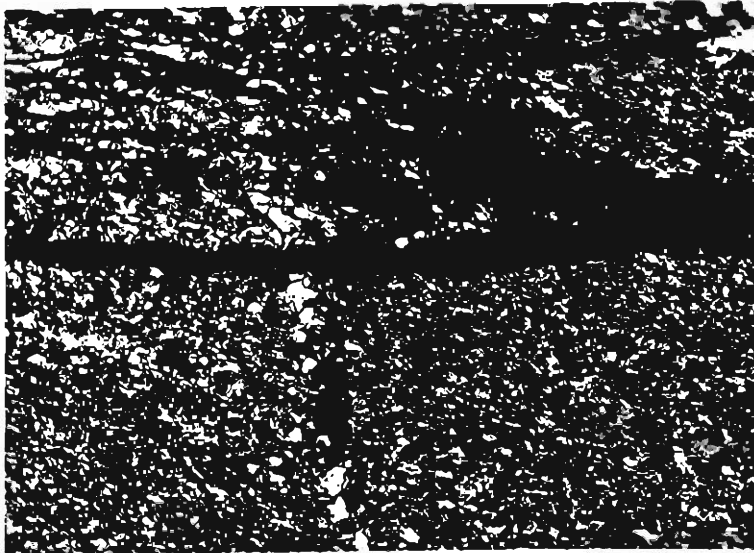


Foto 43.— Fotomicrografía, sección transparente (N.C. x 40). Se observan los niveles arcillosos paralelos a la esquistosidad y un veta de cuarzo que corta a ésta perpendicularmente.

Paralelas a la esquistosidad se observan bandas más micáceas, en las que se aprecia una disminución del tamaño de grano. Igualmente se presentan fracturas microscópicas parcialmente rellenas por calcita, cuyo origen por este motivo sería epigenético. Otras fracturas aparecen rellenas de material arcilloso. Cortando a la esquistosidad aparecen vetas de cuarzo, lo que indica una removiliación de la sílice posterior al metamorfismo.

G – 17 GRANITOS (001)

Litología.— Granito de grano grueso, con moscovita y feldespato de color rosa. Aparece completamente alterado en superficie dando lugar a un lem granítico. Debido a las dimensiones tan reducidas del afloramiento, dentro de la Zona no existe ningún punto donde aparezcan sin alterar. Sin embargo, fuera de la Zona aparece generalmente poco o nada meteorizado.

Geotécnia.— Este granito no es ripable, salvo en la capa superficial en que aparece meteorizado en un espesor aproximadamente de 2 m. Normalmente requerirá el empleo de voladuras para su excavación.

El drenaje superficial es mediano por las pequeñas pendientes y la relativa permeabilidad del lem.

En taludes artificiales admite pendientes fuertes en la zona de roca sana, debiendo disminuirse la pendiente donde aparezca lem. Es conveniente sanear las superficies y prever un cunetón para recogida de bloques.

Constituye un buen cimiento de carretera.

El lem es un excelente material para subbase, e incluso para bases en sus zonas menos arcillosas.

El granito sano puede utilizarse en pedraplenes.

Estudio petrográfico.— El estudio petrográfico de este grupo confirma que se trata de un granito de textura hipidiomórfica granular de grano grueso. (Foto 44).

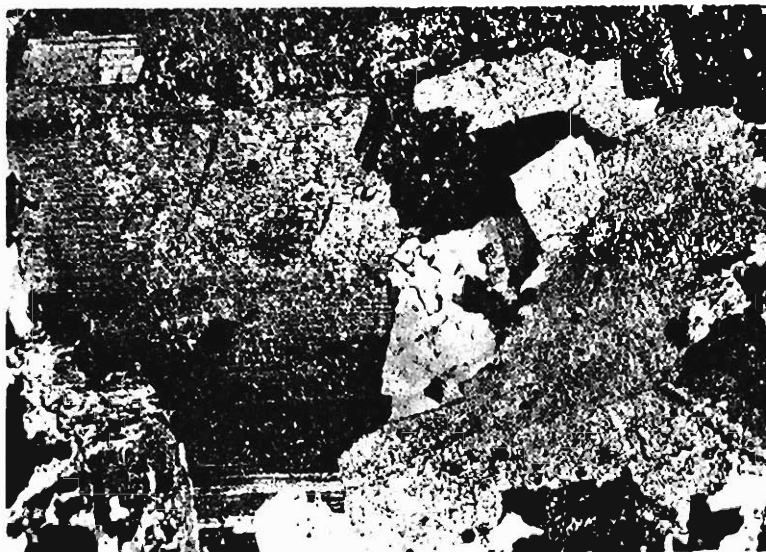


Foto 44.— Seritización de ortosa y plagioclasa en los granitos (N.C x 25)

Los minerales esenciales son: cuarzo, plagioclasa y ortosa muy abundante y moscovita en proporción moderada. Como minerales accesorios aparecen apatito y sericita.

Este último procede de la alteración de las ortosa y plagioclasa.

3.3.4 Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona

En esta Zona, la más compleja de las tres del Tramo, pueden diferenciarse dos regiones cuyas delimitaciones aproximadas coinciden con las que determina la geología de la Zona. Una formada por relieves mesozoicos, paleozoicos y uno granítico de poca extensión, que mediante taludes suaves enlazan con la llanura de arcillas y areniscas rojas miocenas, que se extienden hasta la Zona 2, y otra región de topografía mucho más suave, prácticamente llana, que incluye el Mioceno, un afloramiento Plioceno y el Cuaternario.

Los terrenos paleozoicos, formados por pizarras (120b) y alternancia de pizarras y cuarcitas, (120a) están muy replegados y fracturados, siendo un tanto alterables, y con drenaje aceptable, salvo en los puntos bajos, gracias a la fracturación y a las pendientes naturales. Aunque admiten taludes elevados y fuertes, presentan el problema del aterramiento de las cunetas en las áreas donde están más meteorizadas, y el de desprendimiento de bloques más o menos grandes, que obligaría a construir amplios cunetones o muros de protección en aquellos pocos casos en que el relieve exigiese un talud de cierta importancia.

Los materiales mesozoicos y del Oligoceno, no son ripables, salvo en zonas superficiales alteradas, y en general requerirán el uso de explosivos. Por el contrario los grupos C,A,T,E,L y 350, pueden excavar incluso con pala cargadora.

Dentro de esta Zona es de destacar la erosionabilidad del tramo mioceno, (321) y sobre todo del Albense (231) formado por areniscas deleznable, arcillas y margas abigarradas muy meteorizables, si bien su extensión es pequeña y la topografía no hace prever grandes trincheras. En estas áreas pueden asimismo presentarse puntos bajos y muy llanos de drenaje deficiente, obligando a elevar ligeramente la rasante de la carretera.

Los materiales de la Zona son en general bastante competentes, constituyendo un buen firme, salvo algún aluvial sin consolidar, y en general pueden utilizarse como material de préstamo. Las pizarras podrán emplearse en terraplenes e incluso como explanada mejorada, así como las margas y arcillas miocenas, de extracción más fácil; sólo deberá desecharse la capa de tierra vegetal y algún material muy plástico o ligeramente expansivo que pueda aparecer en las arcillas.

En esta Zona, la más rocosa del Tramo, pueden explotarse para áridos las calizas de Carbonero el Mayor, (232) así como las cuarcitas o alguna gravera cuaternaria, material que podrá utilizarse en pedraplenes y en hormigones hidráulicos pero no en los asfálticos. No obstante deberán traerse de fuera del Tramo áridos de primera calidad para la capa superior del firme y es de presumir que pudieran aprovecharse las masas graníticas inmediatas exteriores al Tramo, para la realización de pedraplenes.

4. CONCLUSIONES

4.1 RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS

En el tramo que se considera se pueden distinguir tres morfologías perfectamente diferenciadas, que son:

- 1ª) La altiplanicie del Páramo, que no es paso adecuado para carreteras, pues los oteros aislados obligarían a obras relativamente costosas para acceder a ellos desde la llanura general, pues en las laderas existen problemas de inestabilidad, de agresividad y sobre todo de erosionabilidad. Dentro de ella las calizas superiores no ripables, constituyen posibles masas canterables para pequeñas obras de carácter local; y las margas de las cuestas habrá que rechazarlas con frecuencia como material para confeccionar terraplenes, aparte del problema que constituyen sus taludes.

La carretera se llevará por tanto por la llanura miocena aprovechando los amplios pasillos entre las mesas calcáreas de los páramos, pues la observación de las existentes permite comprobar que su comportamiento es suficiente y satisfactorio.

- 2ª) La serie roja detrítica que compone la llanura miocena, es buena para trazar una carretera, tanto por sus condiciones resistentes por la preconsolidación de la arcilla como por su suave topografía. Esto último, unido a la baja permeabilidad, hace que en algunas zonas existan problemas de drenaje, por lo que en ocasiones será necesario llevar la rasante en terraplén de uno a dos metros de altura, recomendándose tomar como préstamos para su construcción los materiales más arenosos, bien cuaternario, de terraza o arenas voladoras, o bien miocenas, todos ellos excavables con pala cargadora y mototrailla.

En algunas zonas existirá peligro de aterramiento por las arenas "voladoras", donde éstas no estén bien fijadas.

La presencia de limos con cierto carácter colapsable no debe prácticamente tenerse en cuenta, debido a su carácter puramente local.

En estas dos zonas uno de los principales problemas es la ausencia de áridos. Existen gravas

cuarcíticas en los aluviales, terrazas y rañas, buenas para confeccionar hormigones hidráulicos, pero muy abrasivas y de distribución irregular, e inadecuadas para las capas de firmes. Calizas hay pocas y de mal aprovechamiento, por lo que hay que contar con la aportación de áridos del exterior del Tramo, y con una distancia de transporte bastante mayor de la deseable.

- 3ª) Relieves paleozoicos y mesozoicos, que dan lugar a una topografía moderada (800 m a 1.000 m). Aquí no existirán problemas de drenaje, pero sí de excavación. En efecto, se trata de materiales muy duros, por lo que se haría necesario el uso de explosivos.

Son posibles taludes elevados y subverticales, siempre que se trate de roca sana, aunque será necesario prever desprendimientos. Como algunas de las rocas son meteorizables y erosionables (pizarras alteradas, margas y areniscas albenses) se presenta también el peligro de aterramiento de cunetas.

Es de destacar, por su singularidad en el Tramo, el afloramiento de caliza de Carbonero el Mayor, que puede ser explotable, así como algunos afloramientos cuarcíticos.

4.2 CORREDORES DE TRAZADOS SUGERIDOS

El Tramo posee pocos itinerarios importantes, siendo el de Arévalo—Valladolid el principal, porque sirve de unión a Madrid con varias provincias del norte (Palencia, Santander). Por este motivo se indican también algunos ejes de carácter secundario o regional.

Como nota predominante del Tramo se encuentra la topografía suave, que permite una gran libertad para el trazado de carreteras. Solamente conviene esquivar los cerros testigos miocenos, la travesía del río Duero, único importante, y algún terreno que pueda presentar problemas de carácter secundario (pizarras alteradas deleznable, margas yesíferas erosionables y agresivas, aluviales poco compactos, arenas de mal drenaje, diques de cuarzo de costosa excavación. etc.).

Para la carretera Arévalo—Valladolid, en lugar de corredor se da en casi toda la longitud una zona (área rayada, fig. 4.1.) por la cual puede discurrir la carretera, dentro de la llanura miocena, teniendo en cuenta que en algún punto debe elevarse la rasante por el drenaje deficiente.

Por el extremo norte, el área citada recibirá el camino procedente de Valladolid. Por el extremo sur (fin de la zona rayada) la carretera deberá ceñirse a la izquierda del Tramo para evitar la mesa miocena que hay un poco al norte de Olmedo, a partir de cuyo lugar la banda se convierte en un triángulo, debido a las margas blancas que afloran al este (no obstante, la carretera podría adentrarse en ellas).

En la fig. 4.1 se da el corredor de Arévalo—Cuéllar. No presenta, prácticamente, ningún problema, llegando a haber tramos con gran libertad de trazado.

También se da, en la fig. 4.1 el corredor Segovia—Valladolid. En este caso habrá algunos problemas de construcción debido a la zona paleozoica que atraviesa, aunque la topografía no es demasiado brusca. Por lo demás, el resto de la traza discurre por el Mioceno, en el que, no habrá problemas importantes siendo necesario cruzar el río Cega.

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

5. ESTUDIO DE YACIMIENTOS

Los cuatro grupos genéricos de materiales que constituyen los yacimientos encontrados los forman las arenas eólicas, concentradas fundamentalmente en los dos tercios norte del Tramo; las gravas y arenas, distribuidas de una manera prácticamente "uniforme"; y las calizas, cuarcitas y pizarras, concentradas en la zona sureste del Tramo.

La localización de cada uno de los yacimientos está indicada en las figuras (5.1, 5.2, y 5.3).

Es de señalar que la escasez de calizas, la difícil explotación de algunas de ellas, y la abundancia de gravas silíceas y la presencia de cuarcitas y pizarras hace que en este Tramo sea de prever la adopción de unas canteras o materiales de préstamo suficientes, pero lejos del ideal técnico y económico. Para la ejecución de una obra o carretera importante se requerirá un estudio de detalle cuidadoso, dada la trascendencia y dificultad económica del tema.

5.1 CANTERAS

Los afloramientos calcáreos susceptibles de explotación se encuentran hacia el sur del Tramo, donde aparece el Cretácico Superior, con una masa canterable importante. Existen canteras cerca de Carbonero el Mayor, alguna de ellas abandonada, con buenos accesos.

También hay afloramientos, algo menos importantes, en el PK 29 del F.C. de Villalba a Medina del Campo (Ermita de Tormejón). No están en explotación y son de difícil acceso por el camino de Armuña a la Ermita.

Estas calizas son algo arenosas y muy duras.

También hacia el sur del Tramo están los afloramientos de cuarcita, y los muy extensos de pizarras. Las cuarcitas se explotan en "La Cuesta Grande", con acceso bueno desde Domingo García.

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

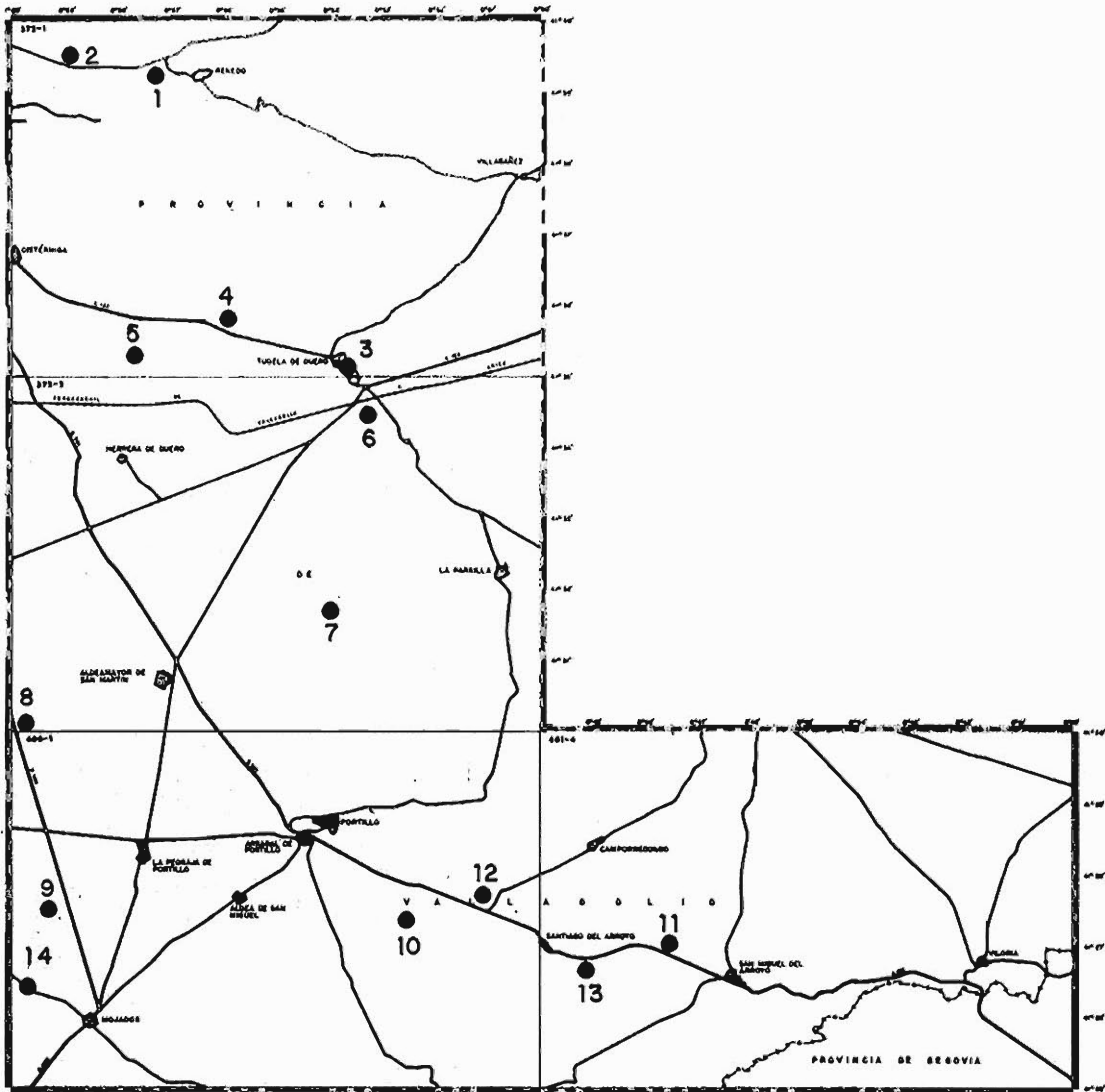


FIG.5.1. SITUACION DE YACIMIENTOS

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

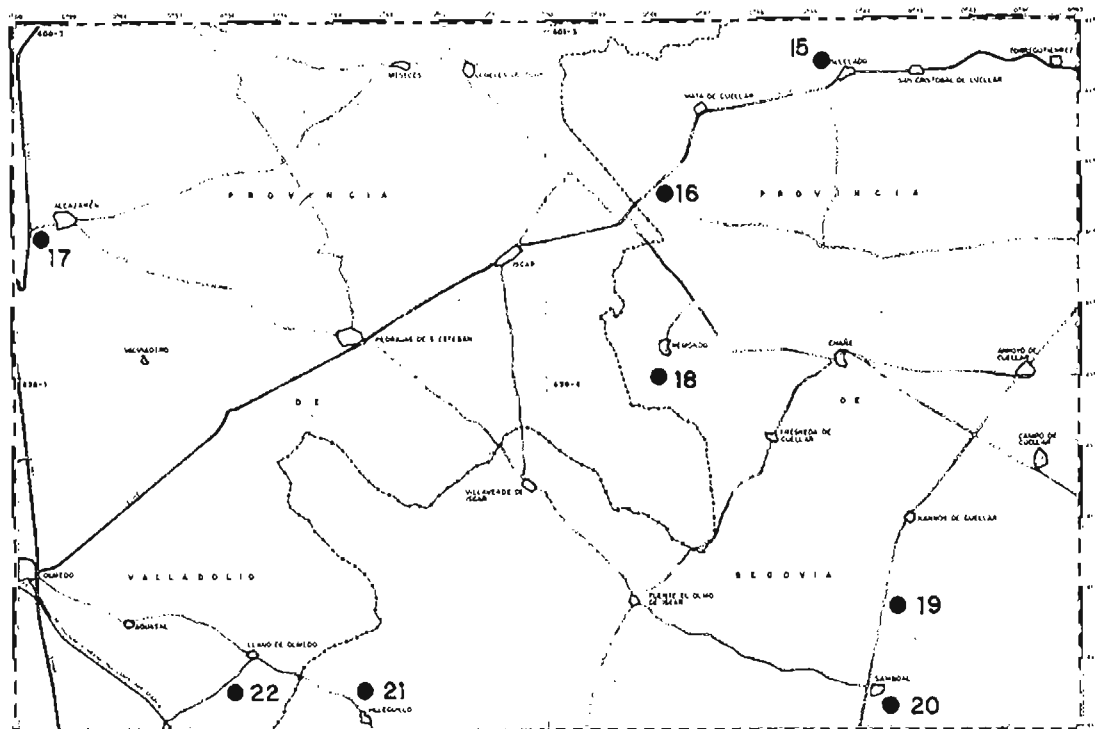


FIG.5.2.SITUACION DE YACIMIENTOS

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

Las pizarras de Bernardos, de excelente calidad se explotan a 1,5 Km de este lugar, desde donde hay un buen acceso. Su uso en carreteras no es lógico por su coste y el carácter lajoso del material.

5.2 GRAVERAS

Los yacimientos de gravas son muy abundantes. En el cuadro resumen figuran un total de 23 (más otros 9 yacimientos de arenas eólicas), que corresponden a los aluviales y terrazas del río Duero y también de los ríos Esgueva, Arroyo del Horcajo, Eresma, Pirón, Arroyo del Cuadrón, Arroyo de la Arroyada, Voltoya, Balisa y Arroyo del Pueblo, y cuyas localizaciones (amén de otros datos) figuran en el citado cuadro. La foto 45. muestra un aspecto del aluvial del río Duero que en algunos puntos está actualmente en explotación.



Foto 45.— Aluvial Río Duero

Con un coeficiente de aprovechamiento medio del orden de 0,5 existen pocos yacimientos con un volumen ilimitado de explotación, al contrario de lo que en un principio pudiera parecer. Están constituidos por cantos redondeados de cuarcita y algunos de caliza, con abundante matriz arenosa, y poco cementados. En la tercera parte de los yacimientos citados no aparecen los cantos

calcáreos; en el yacimiento núm 19 aparecen cantos de gneis, no existiendo cementación y en algunos de ellos aparecen también en pequeña proporción lajas de pizarra.

5.3 PRESTAMOS

Únicamente no son aptos como materiales para préstamos aquellos que no sean ripables: calizas, (232), pizarras, (120b), cuarcitas (120a), conglomerados de areniscas, (313), arcillas y margas, (321b), y aquellos otros que pudieran dar problemas debidos a plasticidad, erosionabilidad o alterabilidad: margas yesíferas (321c); grupo margo—detrítico; (321b) arenas, margas y arcillas del Albense (231).

Son, pues, materiales válidos para préstamos los aluviales, (A1, A2) coluviales (C), arcillas y areniscas rojas, (321d), arenas eólicas (E) y rañas (350).

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

5.4 YACIMIENTOS QUE SE DEBERAN ESTUDIAR CON DETALLE

Conviene estudiar con detalle los yacimientos rocosos, ya que no son suficientemente satisfactorios en cuanto a su volumen y su coeficiente de aprovechamiento (en alguno de ellos), como por ejemplo, el afloramiento granítico, de reducidas dimensiones, los yacimientos de cuarcitas y sobre todo las calizas cretácicas. Por ello convendría también estudiar la posibilidad de nuevos yacimientos fuera del Tramo, en las proximidades del mismo.

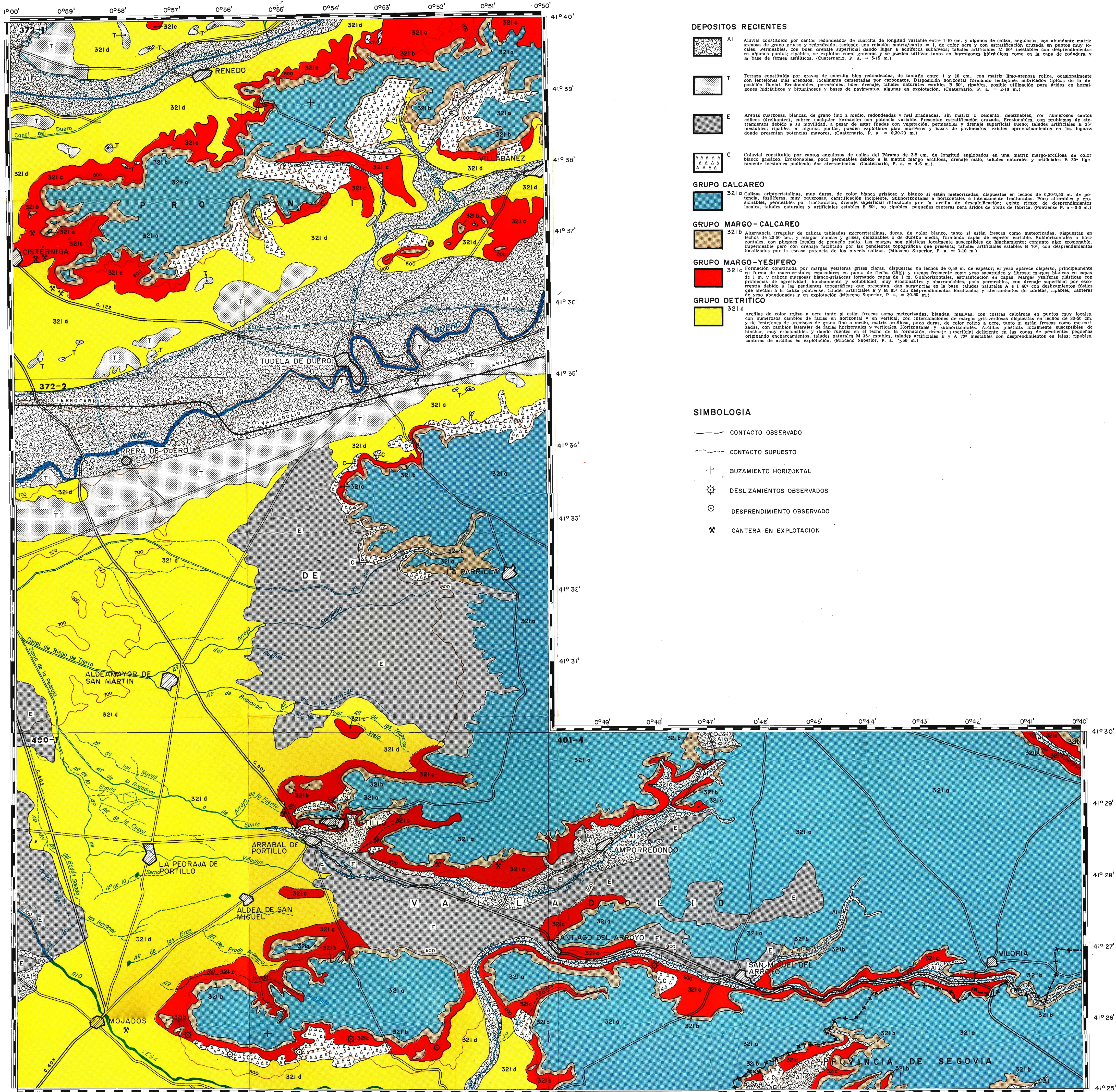
Son, pues, materiales válidos para préstamos los aluviales, coluviales, arcillas y areniscas rojas, arenas eólicas y rañas.

6.— BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- GARCIA ABAD y J. REY (1972).— Estudio geológico de los alrededores de Valladolid (Inédito).
- HERNANDEZ PACHECO, E (1929).— Las terrazas cuaternarias del río Pisuerga entre Dueñas y Valladolid. Bol. R. Acad. Cien. Ex. Fis. y Natur. T.24 (Madrid 1929).
- HERNANDEZ PACHECO, F (1930).— Fisiografía, geología y paleontología del territorio de Valladolid. Com. de Inv. Pal. y Prehist. 37 Madrid.
- HERNANDEZ PACHECO F (1932).— Las Terrazas cuaternarias del Duero en su tramo medio. Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. T—32 núm. 10 (Madrid 1932)
- M.O.P. (1973).— Estudio Previo de Terrenos. Tramo: Medina del Campo—Palencia (73/1).
- M.O.P. (1973).— Estudio Previo de Terrenos. Tramo: Salamanca—Medina del Campo.
- SOLE SABARIS, L (1952).— Geografía de España y Portugal. Tomo I 1ª edición.

MAPA LITOLOGICO ESTRUCTURAL

ESCALA 1:50.000



DEPOSITOS RECIENTES

- A1** Aluvial constituido por cantos redondeados de cuarcita de longitud variable entre 1-10 cm. y algunos de caliza, angulosos, con abundante matriz arenosa de grano grueso y redondeado, teniendo una relación matriz/canto = 1, de color ocre y con estratificación cruzada en puntos muy locales. Permeables, con buen drenaje superficial dando lugar a acuíferos subyacentes; taludes artificiales M 50° losables con desprendimientos en algunos puntos; ripables, se explotan como graveros y se pueden utilizar tanto en hormigones hidráulicos como en la capa de codadura y la base de firmes asfálticos. (Cuaternario, P. a. = 2-10 m.)
- T** Terraza constituida por gravas de cuarcita bien redondeadas, de tamaño entre 1 y 10 cm., con matriz limo-arenosa roja, ocasionalmente con litóclastos más erosionados, localmente cementados por carbonatos. Disposición horizontal formando terrazas tabuladas típicas de la deposición fluvial. Erosionables, permeables, buen drenaje, taludes naturales estables B 50°, ripables, posible utilización para edificios en hormigones hidráulicos y bituminosos y bases de pavimentos, algunas en explotación. (Cuaternario, P. a. = 2-10 m.)
- E** Arenas cuarzosas, blancas, de grano fino a medio, redondeadas y mal graduadas, sin matriz o cemento, desmenuzables, con numerosos cantos cólicos (óstracoides), cubren cualquier formación con potencia variable. Presentan estratificación cruzada. Erosionables, con problemas de atarramientos ripables en algunos puntos, pueden regularse para maderas y bases de pavimentos, existen aprovechamientos en los lugares donde presentan potencia superior. (Cuaternario, P. a. = 3-20 m.)
- C** Coluvial constituido por cantos angulosos de caliza del Péramo de 2-8 cm. de longitud englobados en una matriz margo-arcillosa de color blanco grisáceo. Erosionables, poco permeables debido a la matriz margo-arcillosa de color blanco grisáceo, drenaje malo, taludes naturales y artificiales B 50° ligeramente inestables pudiendo dar atarramientos. (Cuaternario, P. a. = 4-5 m.)

GRUPO CALCAREO

321 d Calizas criptocrystalinas, muy duras, de color blanco grisáceo y blanco al estar meteorizadas, dispuestas en lechos de 0,20-0,50 m. de potencia, fosilíferas, muy ocreosas, constitución lenticular, subhorizontales e horizontales e intensamente fracturadas. Poco alterables y erosionables, permeables por fracturación, drenaje superficial dificultado por la arcilla de desmenuzación; existe riesgo de desprendimientos locales, taludes naturales y artificiales estables B 80°, no ripables, pequeñas canteras para edificios de obras de fábrica. (Mioceno Superior, P. a. = 3-5 m.)

GRUPO MARGO-CALCAREO

321 b Alternancia irregular de calizas tabuladas microrystalinas, duras, de color blanco, tanto al estar frescas como meteorizadas, dispuestas en lechos de 20-50 cm., y margas blancas y grises, desmenuzables o de dureza media, formando capas de espesor variable. Subhorizontales u horizontales, con litóclastos de pequeño radio. Las margas son plásticas localmente susceptibles de hincharse; conjunto algo erosionable, impermeable pero con drenaje facilitado por las pendientes topográficas que presenta; tablas artificiales estables B 70°, con desprendimientos localizados por la escasa potencia de los niveles calizas. (Mioceno Superior, P. a. = 3-10 m.)

GRUPO MARGO-YESIFERO

321 c Formación constituida por margas yesíferas grises claras, dispuestas en lechos de 0,50 m. de espesor; el yeso aparece disperso, principalmente en forma de microrystalitos superpuestos en punta de recta (25%) y menos frecuente como yeso sacaroideo y fibrado; margas blancas en capas de 1 m. y calizas margosas blancocastañas formando capas de 1 m. Subhorizontales, estratificadas en capas. Margas yesíferas plásticas con problemas de agresividad, hinchamiento y abultamiento, muy erosionables y atarramables, poco permeables, con drenaje superficial por sacramento debido a las pendientes topográficas que presentan, dan surgencias en la base, taludes naturales A e I 60° con deslizamientos colinas que afectan a la caliza posterior; taludes artificiales B y M 60° con desprendimientos localizados y atarramientos de canchales, ripables, canteras de yeso abundantes y en explotación (Mioceno Superior, P. a. = 30-50 m.)

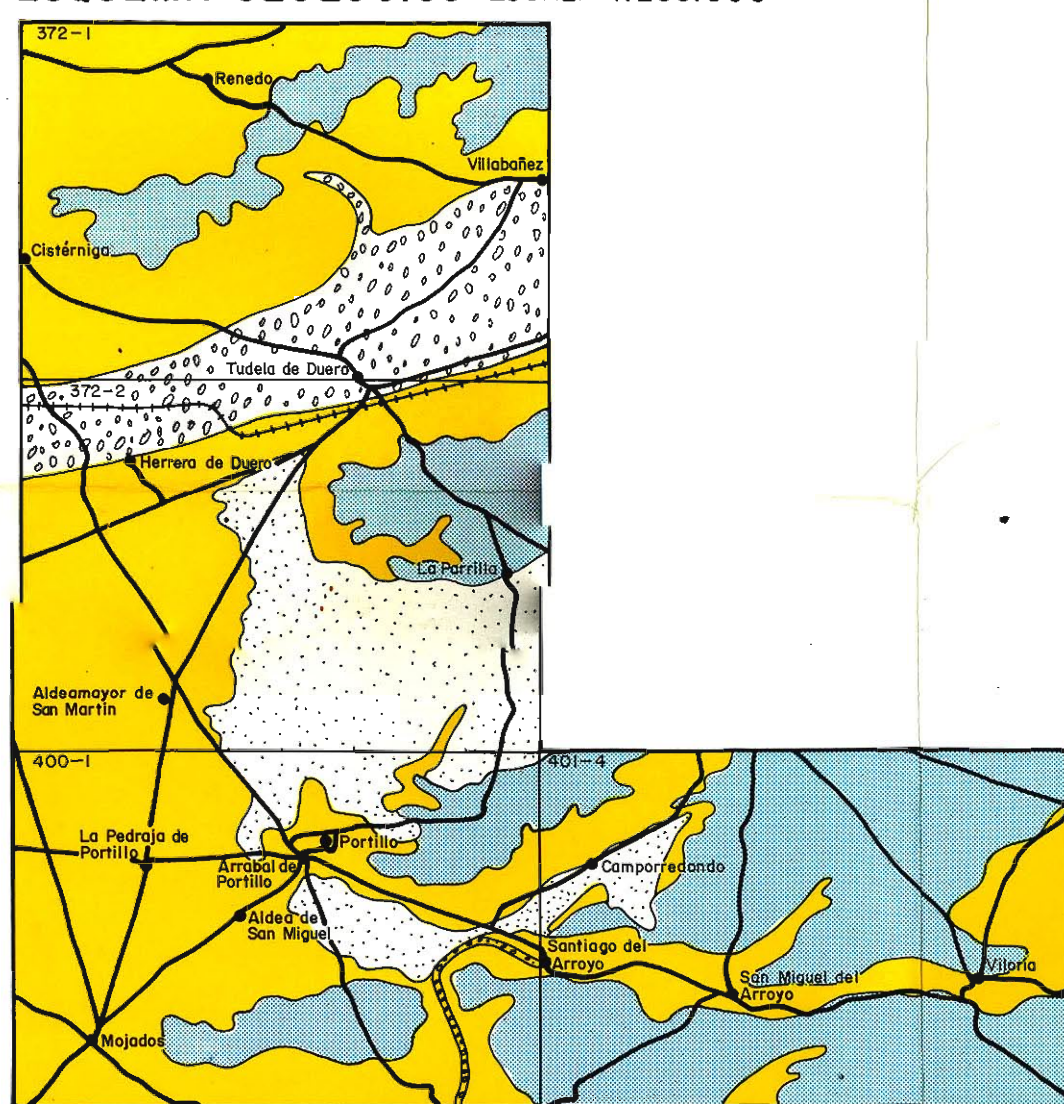
GRUPO DETRITICO

321 a Arcillas de color rojo a ocre tanto al estar frescas como meteorizadas, blandas, masivas, con costras calcáreas en puntos muy locales, con numerosos cambios de facies en horizontal y en vertical, con litóclastos de margas grises verdosas dispuestas en lechos de 20-50 cm. y de lentos de areniscas de grano fino a medio, matriz arcillosa, poco duras, de color rojo a ocre, tanto al estar frescas como meteorizadas, con cambios laterales de facies horizontales y verticales, horizontales y subhorizontales. Arcillas plásticas localmente susceptibles de hincharse, muy erosionables y dando fuentas en el techo de la formación, drenaje superficial deficiente en las zonas de pendientes pequeñas originando encharcamientos, taludes naturales M 50° inestables, taludes artificiales B y A 70° inestables con desprendimientos en talas, ripables, canteras de arcillas en explotación. (Mioceno Superior, P. a. = >50 m.)

SIMBOLOGIA

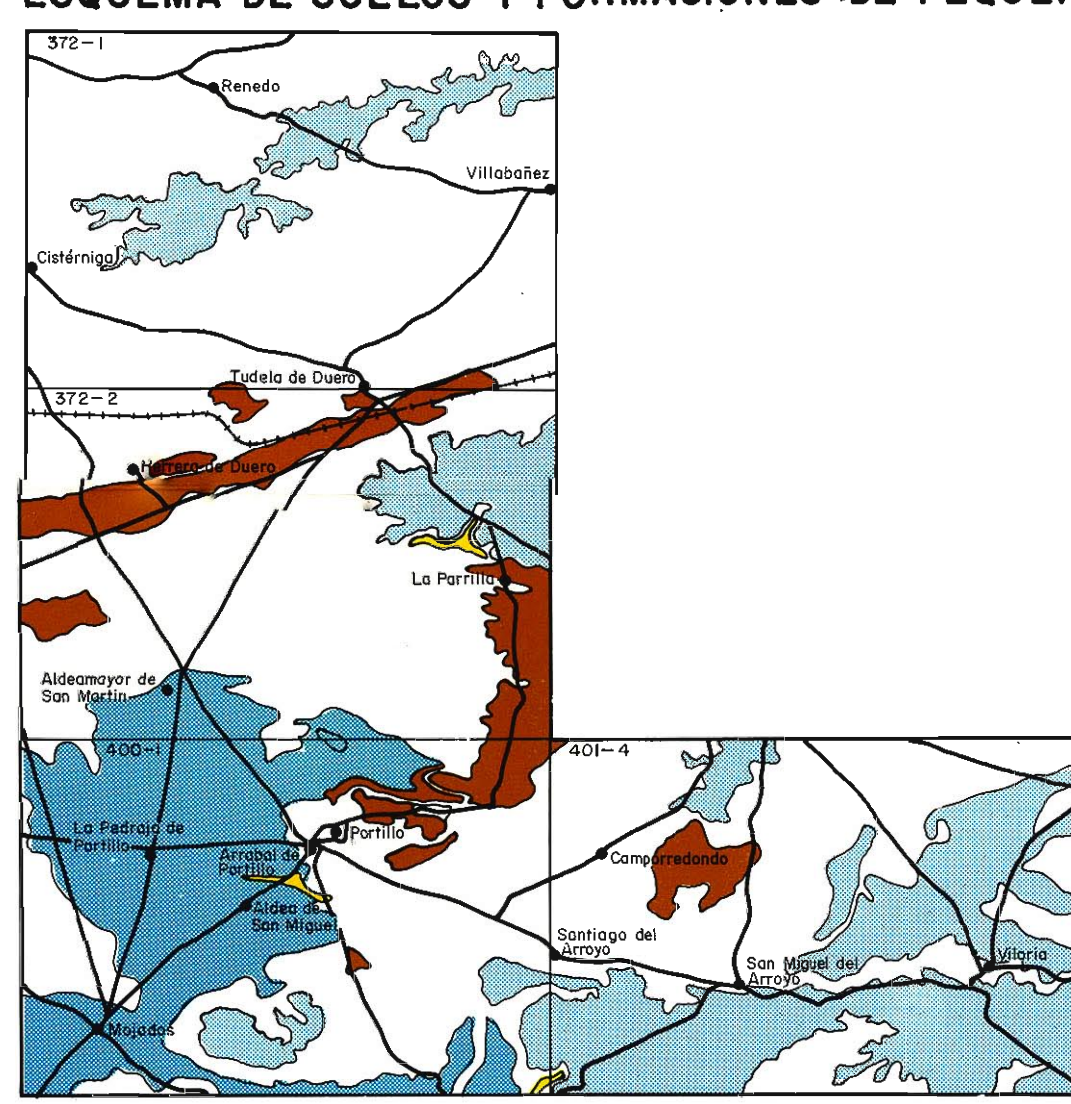
- CONTACTO OBSERVADO
- - - CONTACTO SUPUESTO
- + BUZAMIENTO HORIZONTAL
- ⊗ DESLIZAMIENTOS OBSERVADOS
- ⊙ DESPRENDIMIENTO OBSERVADO
- ✱ CANTERA EN EXPLOTACION

ESQUEMA GEOLOGICO ESCALA 1:200.000



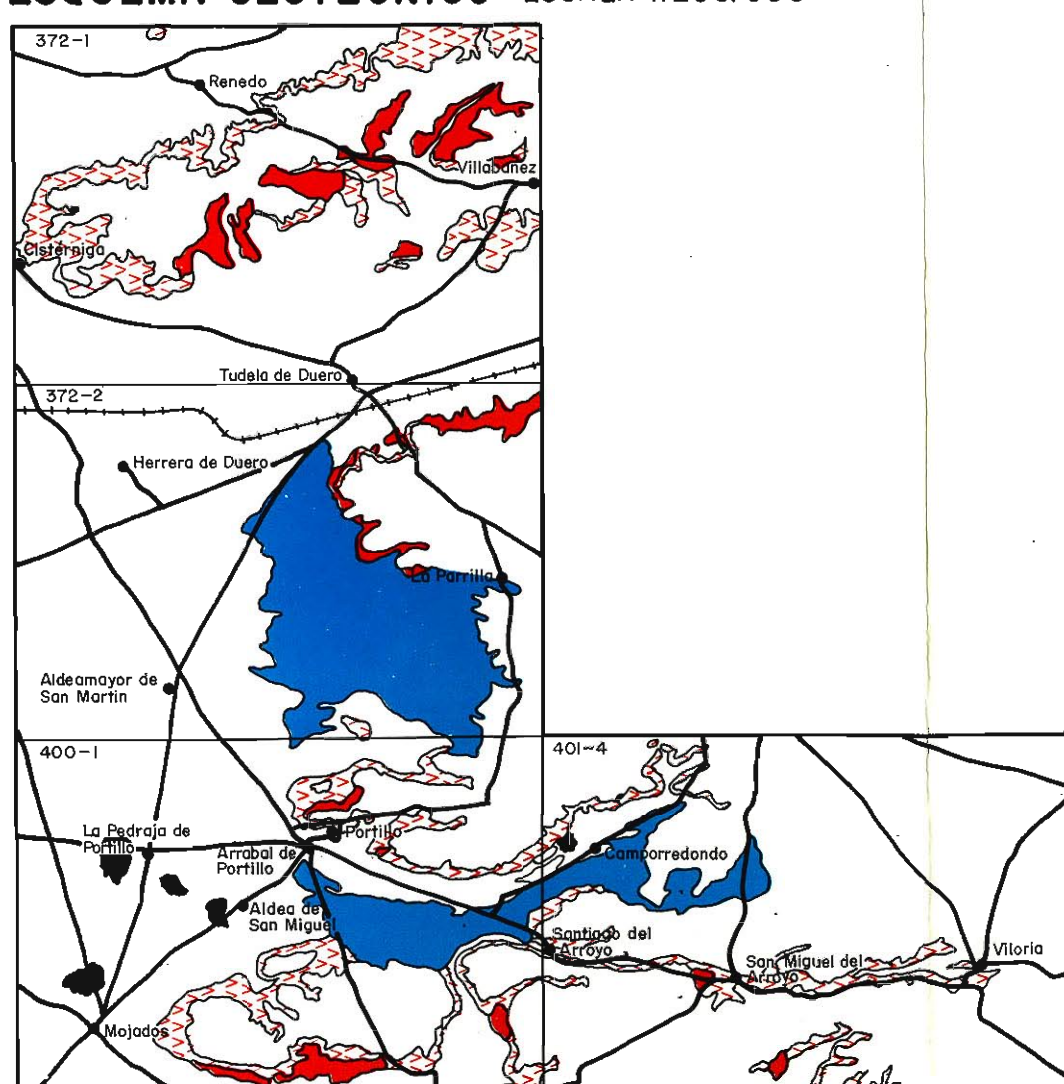
- CUATERNARIO
- MIOCENO SUPERIOR
- MIOCENO MEDIO

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



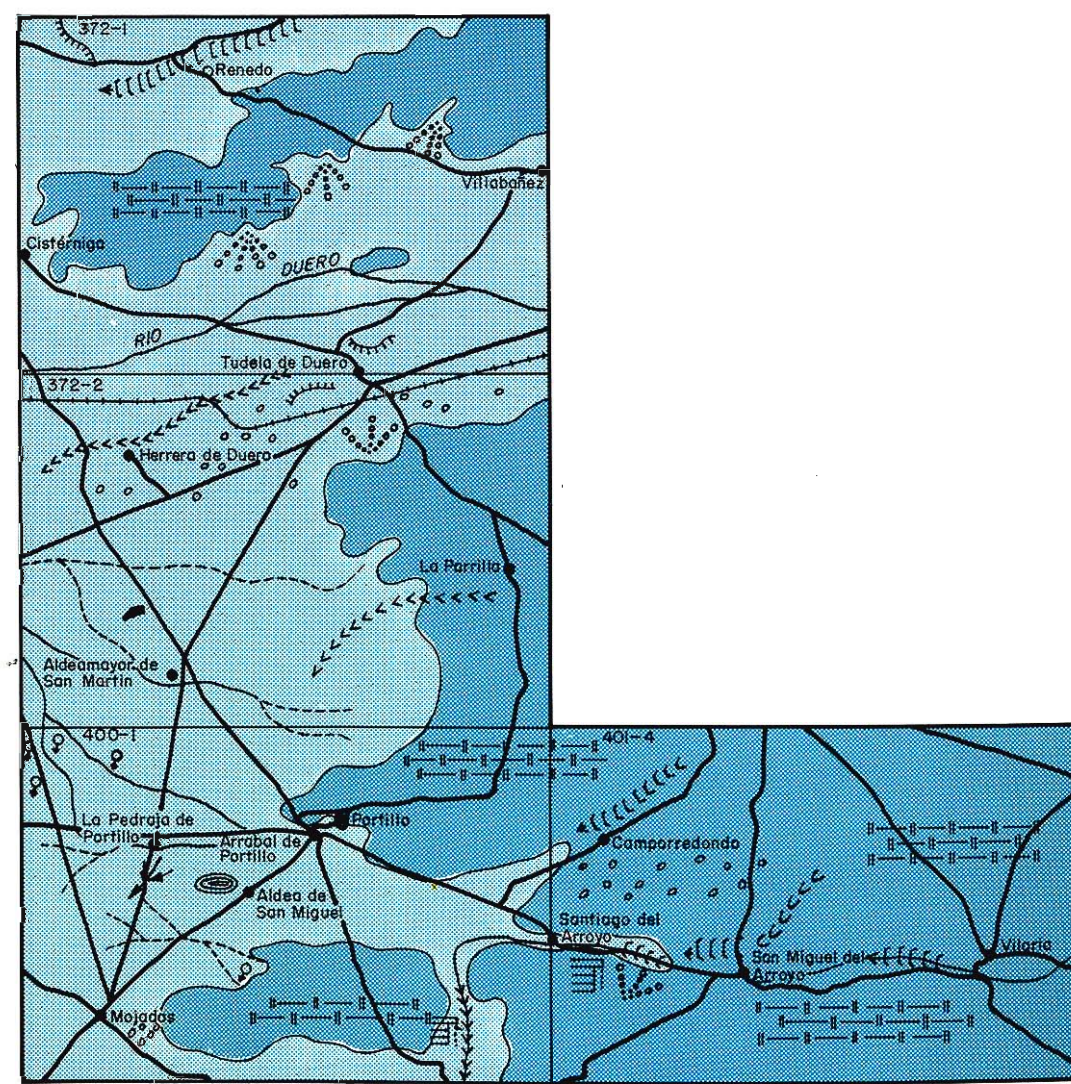
- Arenas blancas, de grano medio a fino, flojas, no cementadas y permeabilidad alta, bien seleccionadas.
- Eluvial arcillosa procedente de la alteración de la caliza del Péramo, de color pardo rojizo, con abundantes cantos de caliza muy angulosos, no consolidada, de plasticidad baja y consistencia muy blanda con potencia variable de 0,5-1 m.
- Eluvial limo-arenoso, flojo, no cementado con permeabilidad media, procedente de la alteración de las arcillas arenas y margas que forman el grupo 321 d.
- Aluvial arenoso, densidad media, no cementado, permeabilidad media. La relación matriz/cantos = 1.

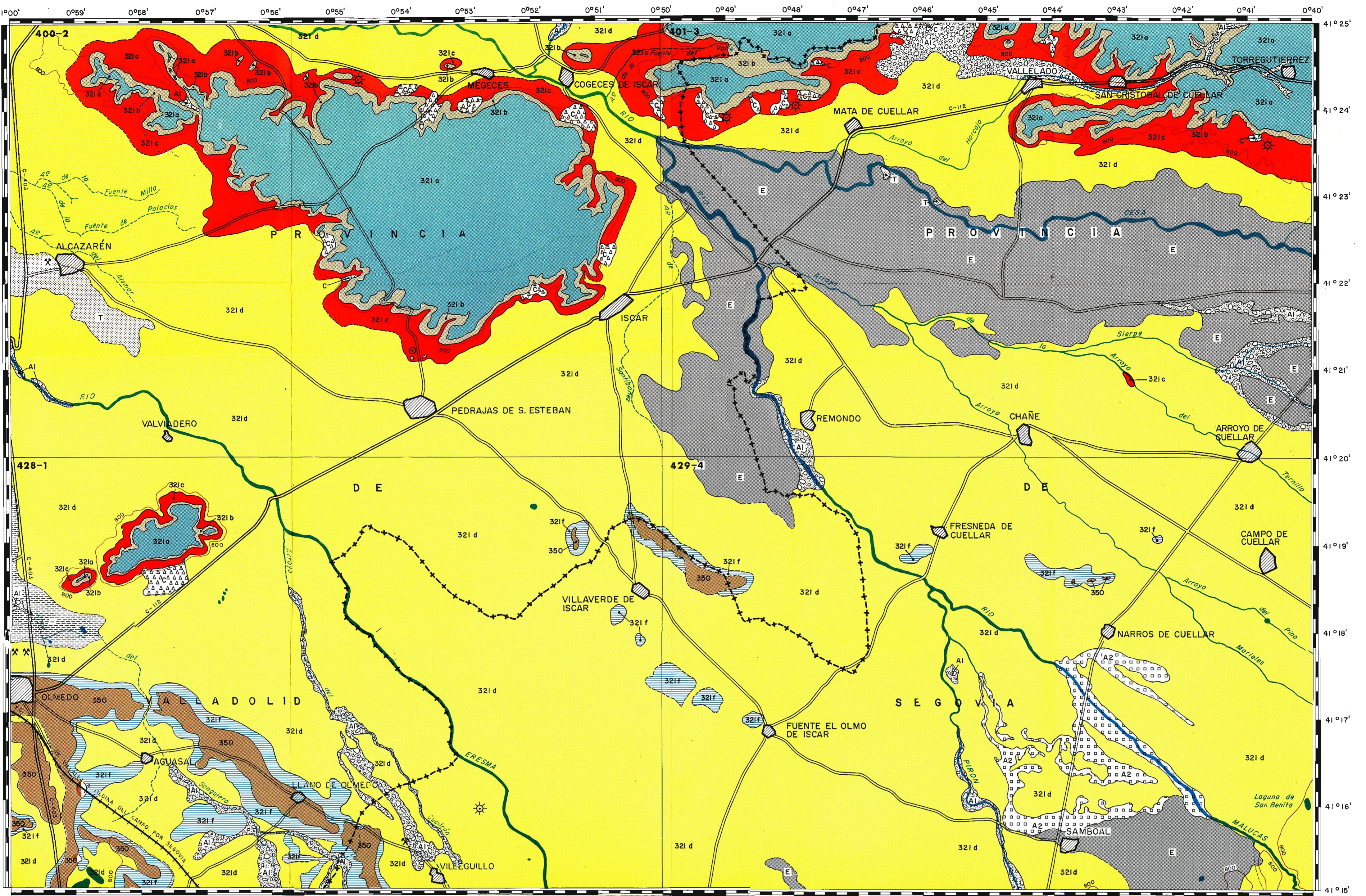
ESQUEMA GEOTECNICO ESCALA 1:200.000



- Coluvial poco consolidado e inestable.
- Margas yesíferas peligrosas por sus problemas de erosionabilidad, solubilidad y agresividad.
- Arenas cólicas mal graduadas, de mediana compacidad, con posibles problemas de atarramientos cuando no están fijados por la vegetación.
- Zona de mal drenaje con posible encharcamiento.

ESQUEMA GEOMORFOLOGICO ESCALA 1:200.000





DEPOSITOS RECIENTES

- A1** Aluvial constituido por cantos redondeados de cuarcita de longitud variable entre 1-10 cm. y algunos de caliza, angulosos, con abundante matriz arenosa de grano grueso y redondeado, teniendo una relación matriz/canto = 1, de color ocre y con estratificación cruzada en puntos muy locales. Permeable, con buen drenaje superficial dando lugar a acuíferos subyacentes; tabulares artificiales B 30° instalados con desprendimientos en algunos puntos; ripables, se explotan como gravera y se pueden utilizar tanto en hormigones hidráulicos como en la capa de rodadura y la base de "sema" asfáltico. (Cuaternario, P. a. = 2-10 m.)
- A2** Aluvial constituido por cantos redondeados de cuarcitas, principalmente, de 1-15 cm. de longitud y esporádicamente algunos cantos pequeños de grés y cuarzo, con matriz arenosa muy abundante, teniendo una relación matriz/cantos = 1. Ripables, erosionables, permeables, no aliterables, y con drenaje superficial bueno. (Cuaternario, P. a. = 2-5 m.)
- E** Arenas cuarzosas, blancas, de grano fino a medio, redondeadas y mal graduadas, sin matriz o cemento, deleznales, con numerosos cantos cólicos (dóriculos), cubren cualquier formación con potencia variable. Presentan estratificación cruzada. Erosionables, con problemas de asentamientos debido a su movilidad, a pesar de estar ricas en vegetación, permeables y drenaje superficial bueno; tabulares artificiales B 30° instalados; ripables, en algunos puntos, pueden explotarse para morteros y bases de pavimentos, existen aprovechamientos en los lugares donde presenta potencias mayores. (Cuaternario, P. a. = 0,30-20 m.)
- C** Coluvial constituido por cantos angulosos de caliza del Páramo de 2-8 cm. de longitud englobados en una matriz margo-arcillosa de color blanco grisáceo. Erosionables, poco permeables debido a la matriz margo-arcillosa, drenaje malo, taludes naturales y artificiales B 30° ligeramente instalados pudiendo dar asentamientos. (Cuaternario, P. a. = 4-5 m.)
- T** Terraza constituida por gravas de cuarcita bien redondeadas, de tamaño entre 1 y 10 cm., con matriz limo-arenosa roja, ocasionalmente con lentones más arenosos, localmente cementadas por carbonatos. Disposición horizontal formando lentones imbricados típicos de la deposición fluvial. Erosionables, permeables, buen drenaje, taludes naturales estables B 30°, ripables, posible utilización para áridos en hormigones hidráulicos y bituminosos y bases de pavimentos, algunas en explotación. (Cuaternario, P. a. = 2-10 m.)
- L** Suelo margo-arcilloso, de color blanco o grisáceo, con materia orgánica y algunos cantos de 2-10 cm. de longitud, producido por evaporación de lagunas arreicas. Erosionable, poco permeable, con drenaje superficial deficiente debido a las pendientes pequeñas, originando encharcamientos. (Cuaternario, P. a. = 2-5 m.)

GRUPO CALCAREO

321 a Calizas criptocrystalinas, muy duras, de color blanco grisáceo y blanco si están meteorizadas, dispuestas en lechos de 0,30-0,50 m. de potencia, fosilíferas, muy oqueras, cartificación incipiente. Subhorizontales a horizontales e intensamente fracturadas. Poco alterables y erosionables, permeables por fracturación, drenaje superficial dificultado por la arcilla de descalcificación, existe riesgo de desprendimientos locales, taludes naturales y artificiales estables B 70°, no ripables, pequeñas canteras para áridos de obras de fábrica. (Mioceno Superior, P. a. = 3-5 m.)

GRUPO MARGO-CALCAREO

321 b Alteración irregular de calizas tabulares microcrystalinas, duras, de color blanco, tanto si están frescas como meteorizadas, dispuestas en lechos de 20-50 cm., y margas blancas y grises, deleznales o de dureza media, formando capas de espesor variable. Subhorizontales u horizontales, con pliegues locales de pequeño radio. Las margas son plásticas localmente susceptibles de hinchamiento; coqueles algo erosionables, impermeables pero con drenaje facilitado por las pendientes topográficas que presentan; taludes artificiales estables B 70°, con desprendimientos localizados por la escasa potencia de los niveles calcáreos. (Mioceno Superior, P. a. = 2-10 m.)

GRUPO MARGO-YESIFERO

321 c Formación constituida por margas yesíferas grises claras, dispuestas en lechos de 0,50 m. de espesor; al yeso aparece disperso, principalmente en forma de macrocrystalos esferulicos en puntos de fractura (GK) y menos frecuente como yeso sacroado y fibroso; margas blancas en capas problemáticas de agresividad, hinchamiento y alterabilidad muy pronunciada y alterabilidad, poco permeables; con drenaje superficial por escorrentía debido a las pendientes topográficas que presentan, dan surgencias en la base, taludes naturales A e I 40° con desprendimientos fósiles que afectan a la caliza; coqueles; tabulares artificiales B y M 60° con desprendimientos localizados y asentamientos de canchas, ripables, canteras de yeso abundantes y en explotación. (Mioceno Superior, P. a. = 30-50 m.)

GRUPO MARGO-DETritico

321 f Margas de color blanco o rojo, si están meteorizadas, blandas, con intercalaciones ocasionales de lentones de arenitas de grano grueso y color rojo. Horizontales, erosionables, impermeables, poco permeables, drenaje superficial facilitado por las pendientes que presentan, con posibilidad de encharcamientos en algunos puntos, tabules, naturales estables B 30°, ripables. (Mioceno Superior, P. a. = 10-20 m.)

GRUPOS DETriticos

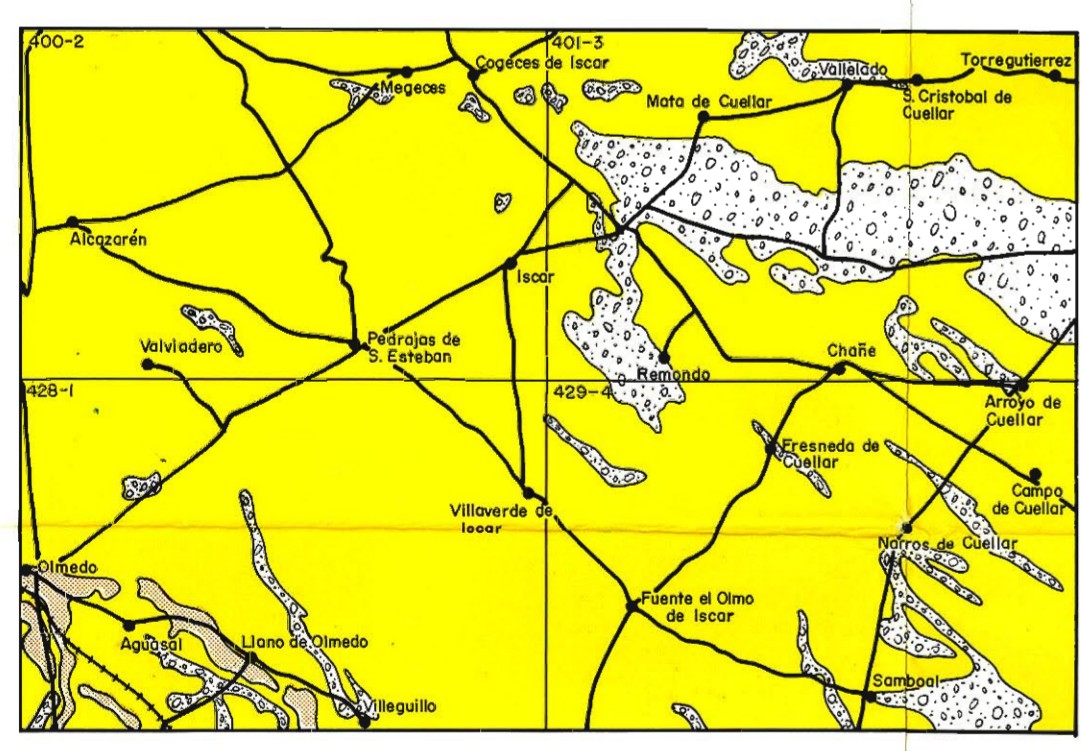
321 d Arcillas de color rojo a ocre tanto si están frescas como meteorizadas, blandas, masivas, con coqueles calderas en puntos muy locales, con numerosos cambios de facies en horizontal y en vertical, con intercalaciones de margas gris-verdosas dispuestas en lechos de 30-50 cm. 2 de lentones de arenitas de grano fino a medio, matriz arcillosa, poco duras, de color rojo o ocre, tanto si están frescas como meteorizadas, con cambios laterales de facies horizontales y verticales. Horizontales y subhorizontales, arcillas plásticas localmente susceptibles de hinchamiento, muy erosionables y dando fuentas en el hecho de la formación, drenaje superficial deficiente en las zonas de pendientes pequeñas, canteras de arcillas en explotación. (Mioceno Superior, P. a. = 2-50 m.)

350 Basa con cantos subangulosos de cuarcita de 2-10 cm. de longitud, más abundantes en superficie, con matriz aren-arcillosa, de color rojo. Fosilíferos los arenosos subyacentes. Erosionable pero no muy acudamiento, baja permeabilidad, el drenaje depende de las pendientes topográficas, taludes naturales B 40° algo inestables, ripables, explotación para terraplenes y arcillas metálicas en los puntos donde se presenta con mayor potencia. (Pliocuatnario, P. a. = 3-10 m.)

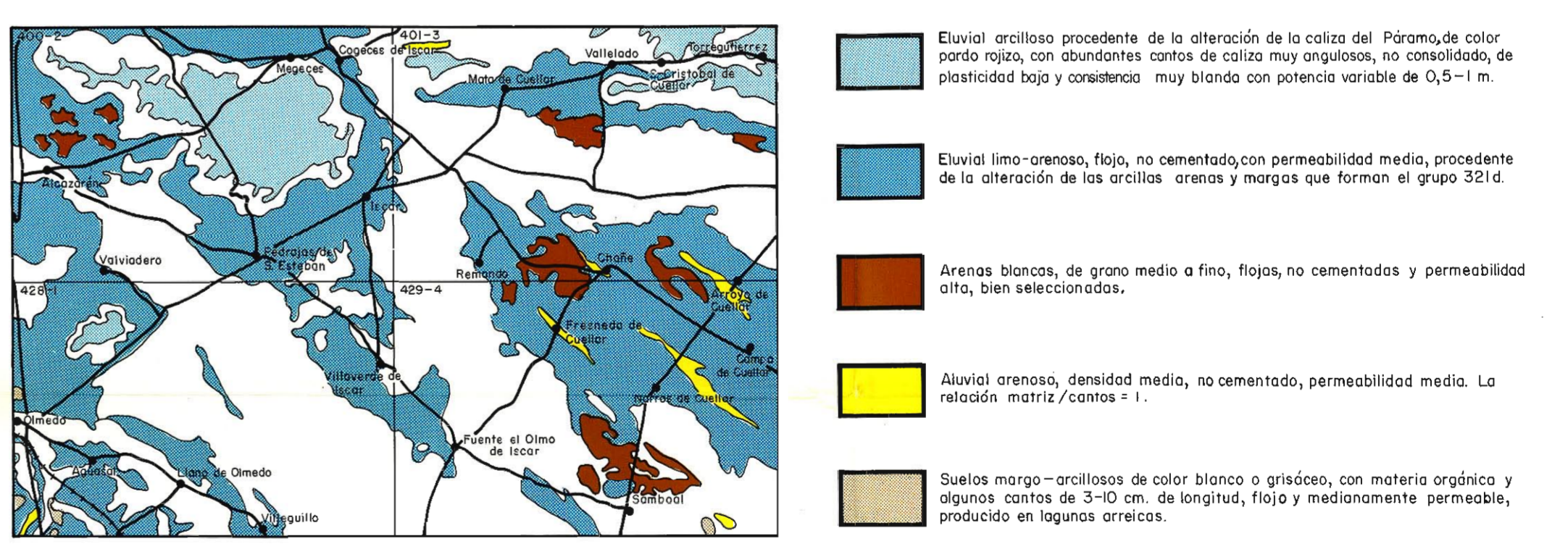
SIMBOLOGIA

- CONTACTO OBSERVADO
- - - CONTACTO SUPUESTO
- ☉ DESLIZAMIENTOS OBSERVADOS
- DESPRENDIMIENTO OBSERVADO
- ✕ CANTERA EN EXPLORACION

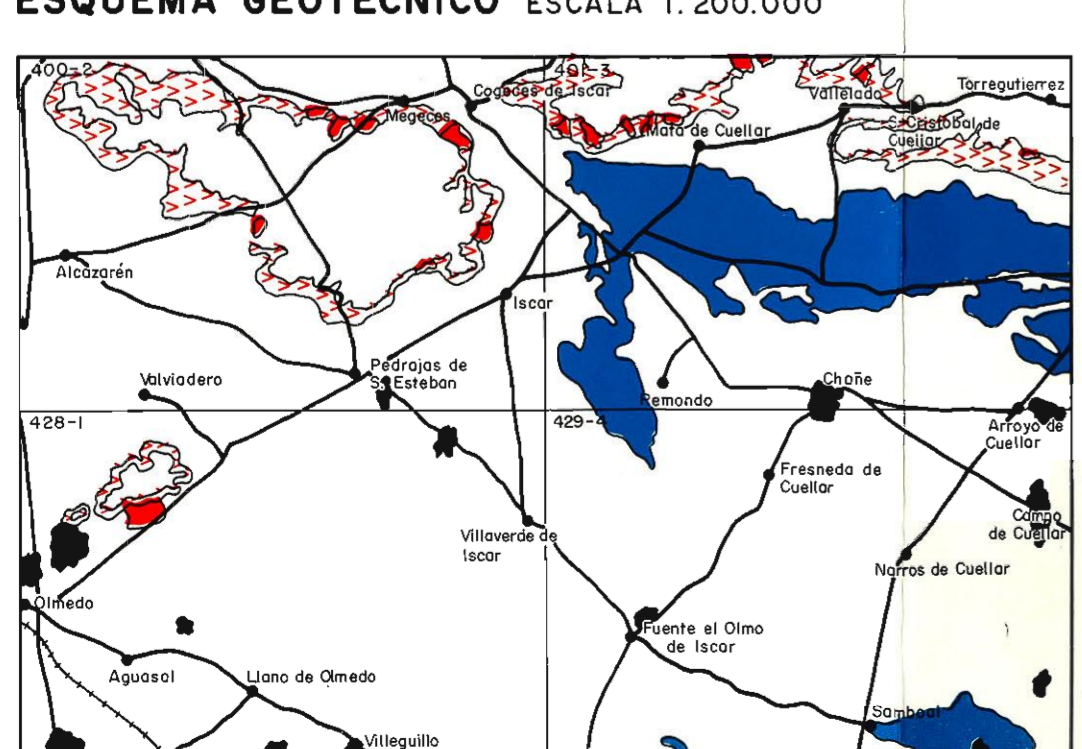
ESQUEMA GEOLOGICO ESCALA 1:200.000



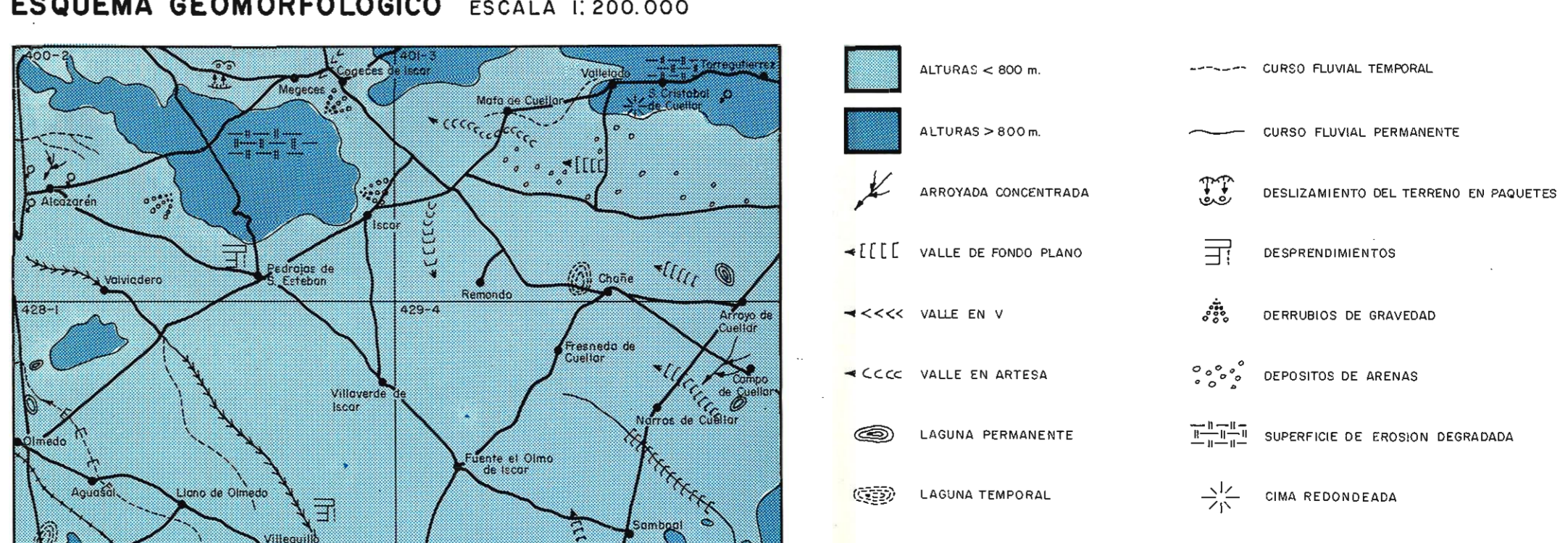
ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR ESCALA 1:200.000



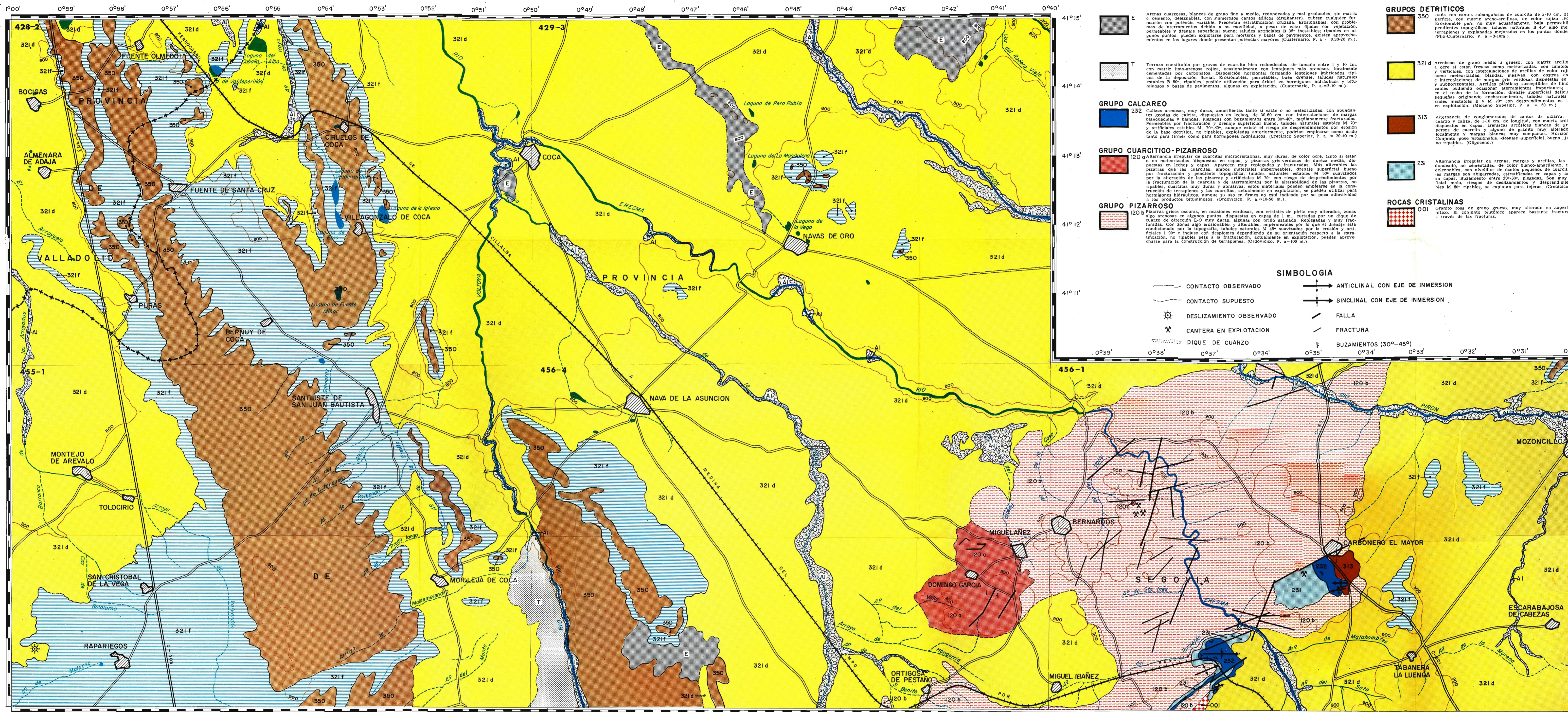
ESQUEMA GEOTECNICO ESCALA 1:200.000



ESQUEMA GEOMORFOLOGICO ESCALA 1:200.000



MAPA LITOLOGICO-ESTRUCTURAL ESCALA 1:50.000



DEPOSITOS RECIENTES

- AI** Aluvial constituido por cantos redondeados de cuarcita de longitud variable entre 1-10 cm. y algunos de caliza, angulosos, con abundante matriz arenosa de grano grueso y redondeado, teniendo una relación matriz/cantos=1, de color ocre y con estratificación cruzada en puntos muy locales. Permeable, con buen drenaje superficial dando lugar a cuarcitas vivahoyas, taludes artificiales M 50° inestables con deslizamientos en algunos puntos; ripables, se explotan como gravas y se pueden utilizar tanto en hormigones hidráulicos como en la capa de rodadura y la base de firme asfáltico (Cuaternario, P. a. = 3-15 m.).
- E** Arenas cuarzosas, blancas de grano fino a medio, redondeadas y mal graduadas, sin matriz o cemento, desmenuzables, con numerosos cantos solitos (drenantes), cubren cualquier formación con matriz limo-arenosa ripable. Presentan estratificación cruzada. Erosión vertical, con problemas de asentamientos debido a su movilidad, a pesar de estar fijadas con vegetación, terraplenes y drenaje superficial bueno; labores artificiales B 30° inestables, ripables en algunos puntos, pueden explotarse para morteros y bases de pavimento, existen aprovechamientos en los lugares donde presentan potencias mayores (Cuaternario, P. a. = 0-20 m.).
- T** Terrazas constituidas por gravas de cuarcita bien redondeadas de tamaño entre 1 y 10 cm. con matriz limo-arenosa roja, ocasionalmente con testigos más arenosos localmente cementados por carbonatos. Disposición horizontal formada por secciones subvertidas tipo de la deposición, con estratificación cruzada, buen drenaje, taludes naturales estables B 50°, ripables, posible utilización para áridos en hormigones hidráulicos y bituminosos y bases de pavimentos, algunas en explotación. (Cuaternario, P. a. = 2-10 m.).

GRUPO CALCAREO

- 232** Calizas arenosas, muy duras, amarillentas tanto si están o no meteorizadas, con abundantes pedruzcos de caliza dispuestos en techos de 30-60 cm con intercalaciones de margas blancas y blandas. Pizarras con buzamientos entre 30-40° inclinatamente fracturadas. Permeables por fracturación y drenaje superficial bueno, taludes naturales M 70° y artificiales estables M 70-80° aunque existe el riesgo de deslizamientos por erosión de la base déctica, no ripables, explotadas anteriormente, podrían emplearse como árido tanto para firmes como para hormigones hidráulicos. (Cretácico Superior, P. a. = 20-40 m.).

GRUPO CUARCITICO-PIZARROSO

- 120 a** Alternancia irregular de cuarcitas microcristalinas, muy duras, de color ocre, tanto si están o no meteorizadas, dispuestas en capas y pizarras gris-verdosas de grano medio, dispuestas en techos y capas. Aparecen muy repagadas y fracturadas. Más alteradas las cuarcitas que las pizarras, ambas materiales impermeables, drenaje superficial bueno por fracturación y pendiente topográfica, taludes naturales estables M 50° suavizados por la alteración de las pizarras y artificiales M 50° con riesgo de deslizamientos por la fracturación de la cuarcita y de asentamientos por la alteración de las pizarras, no ripables, cuarcitas muy duras y abrajadas, estos materiales pueden emplearse en la construcción de terraplenes y las cuarcitas, actualmente en explotación, se pueden utilizar para hormigones hidráulicos, aunque su uso en firmes no está indicado por su poca subaridez (Cretácico Superior, P. a. = 10-30 m.).

GRUPO PIZARROSO

- 120 b** Pizarras grises oscuras, en ocasiones verositas, con cristales de pirita muy alterados, zonas algo arenosas en algunos puntos, dispuestas en capas de 1 m., cortadas por un dique de cuarzo de dirección E-O muy duras, algunas con brillo satinado. Repagadas y muy fracturadas. Con zonas algo explotables y alteradas, impermeables por lo que el drenaje está condicionado por la topografía, taludes naturales M 45° suavizados por la erosión y artificiales 1 80° e incluso con depósitos dependiendo de su orientación respecto a la estratificación, no ripables pese a la fracturación, actualmente en explotación, pueden aprovecharse para la construcción de terraplenes. (Ordovícico, P. a. = 10-18 m.).

GRUPO MARGO-DETRITICO

- 321f** Margas de color blanco o rojizo, si están meteorizadas, blandas, con intercalaciones ocasionales de testigos de arenitas de grano grueso y color rojizo. Horizontales. Broyables, maderables, poco permeables, drenaje superficial facilitado por los accidentes que presentan, con posibilidad de embarramientos en algunos puntos, taludes naturales estables B 30°, ripables (Mioceno Superior, P. a. = 10-20 m.).

GRUPOS DETRITICOS

- 350** Arenas de grano grueso a grueso, con matriz arcillosa, poco duras, de color rojizo y vertical, con intercalaciones de arcillas de color rojizo a ocre. Taludes muy locales o intercalaciones de margas gris verdosas impermeables en capas de 2-5 cm. Horizontales. Arcillas plásticas sucesivas de finchar muy erosionables y abrajadas, pueden ocasionar asentamientos importantes por permeables, dando lugar en el techo de la formación, drenaje superficial deficiente en las zonas de pendientes sueltas originando embarramientos, taludes naturales M 20° y taludes artificiales (tales inestables B y M 20° con deslizamientos en las ripables, canteras de arcilla en explotación. (Mioceno Superior, P. a. = 3-10 m.).
- 321 d** Arenas de grano medio a grueso, con matriz arcillosa, poco duras, de color rojizo y vertical, con intercalaciones de arcillas de color rojizo a ocre. Taludes muy locales o intercalaciones de margas gris verdosas impermeables en capas de 2-5 cm. Horizontales. Arcillas plásticas sucesivas de finchar muy erosionables y abrajadas, pueden ocasionar asentamientos importantes por permeables, dando lugar en el techo de la formación, drenaje superficial deficiente en las zonas de pendientes sueltas originando embarramientos, taludes naturales M 20° y taludes artificiales (tales inestables B y M 20° con deslizamientos en las ripables, canteras de arcilla en explotación. (Mioceno Superior, P. a. = 3-10 m.).
- 313** Alternancia de conglomerados de cantos de pizarra, fundamentalmente, y algunos de arenita, no cementados, de color blanco-amarillento, tanto si están o no meteorizadas, dispuestos en capas, arcillas arcillosas blandas de grano muy grueso con cantos de pizarra y algunos de granito muy alterado, arcillas rojizas, algo arenosas, impermeables por fracturación y drenaje superficial bueno. Horizontales, medianamente fracturadas. Consta de pozos venosables, drenaje superficial bueno, taludes artificiales estables M 40° no ripables. (Oligoceno).
- 231** Alternancia irregular de arenas, margas y arcillas, las arenas son de grano grueso, redondeado, no cementadas, de color blanco-amarillento, tanto si están o no meteorizadas, dispuestas en capas, arcillas arcillosas blandas de grano muy grueso con cantos de pizarra y algunos de granito muy alterado, arcillas rojizas, algo arenosas, impermeables por fracturación y drenaje superficial bueno. Horizontales, medianamente fracturadas. Consta de pozos venosables, drenaje superficial bueno, taludes artificiales estables M 40° no ripables. (Oligoceno).

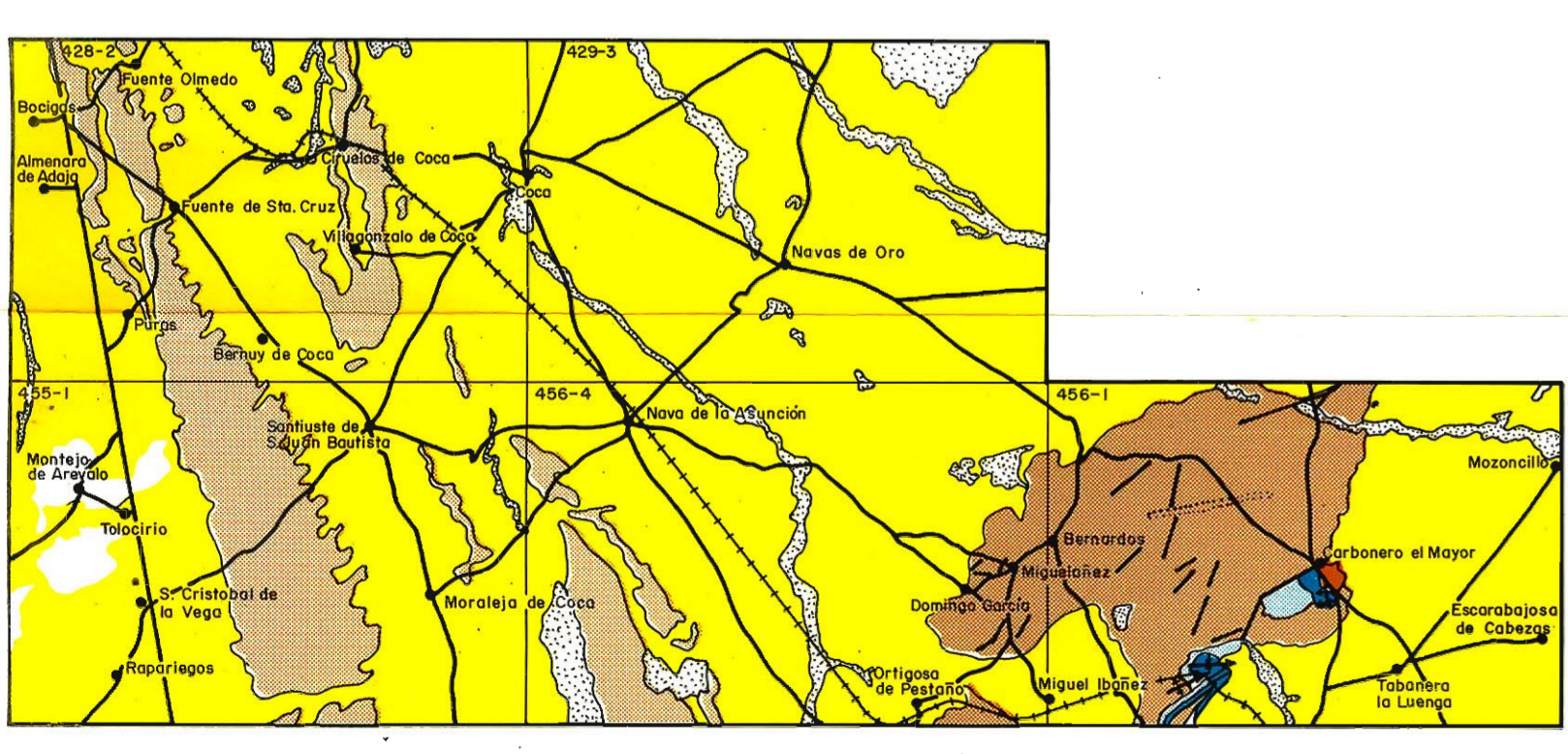
ROCAS CRISTALINAS

- 001** Granito rosa de grano grueso, muy alterado en superficie dando lugar a un terrapleno. El conjunto plutónico aparece bastante fracturado y con inyecciones de sílice a través de las fracturas.

SIMBOLOGIA

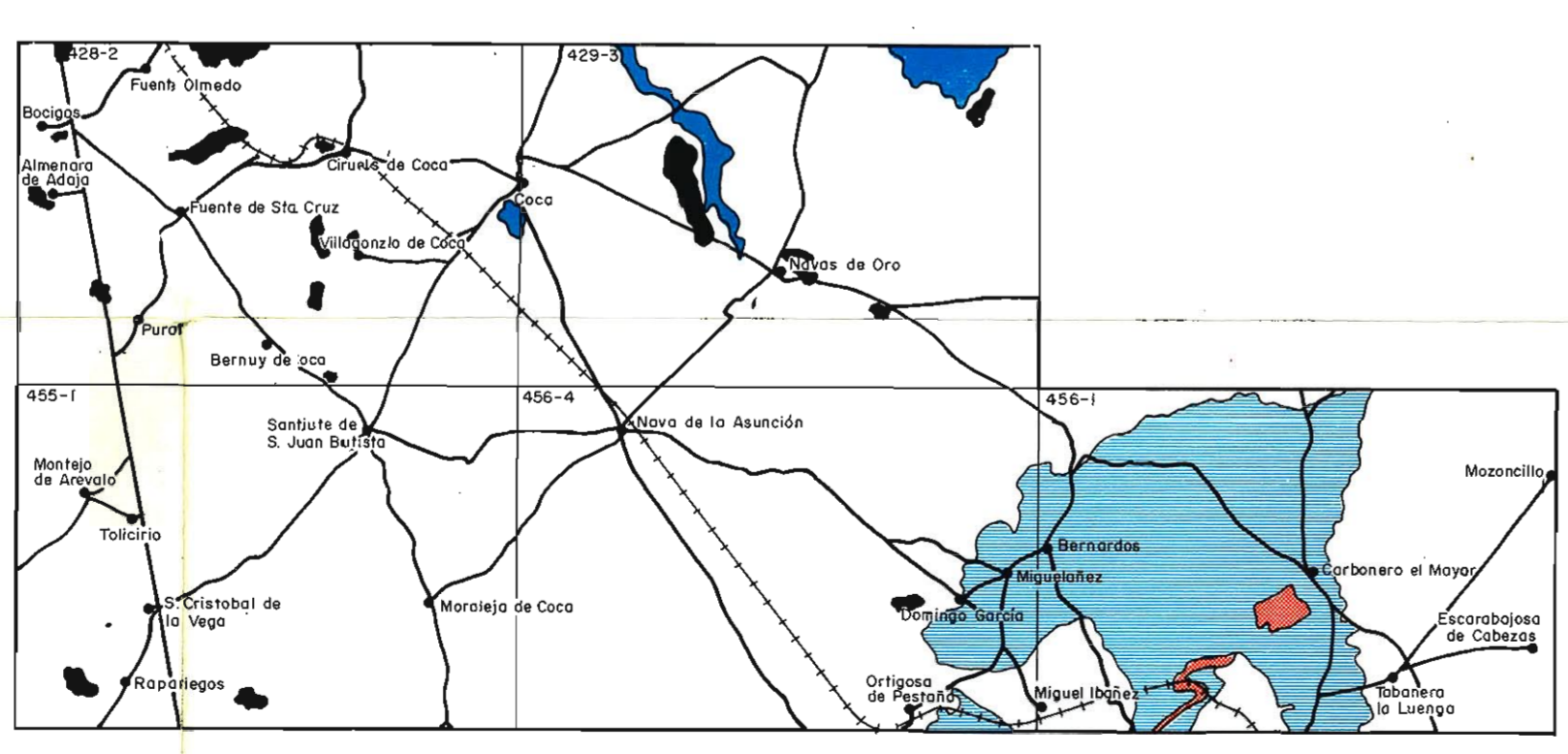
- CONTACTO OBSERVADO
- CONTACTO SUPUESTO
- DESPLAZAMIENTO OBSERVADO
- CANTERA EN EXPLORACION
- DIQUE DE CUARZO
- ANTICLINAL CON EJE DE INMERSION
- SINCLINAL CON EJE DE INMERSION
- FALLA
- FRACTURA
- BUZAMIENTOS (30°-45°)

ESQUEMA GEOLOGICO ESCALA 1:200.000



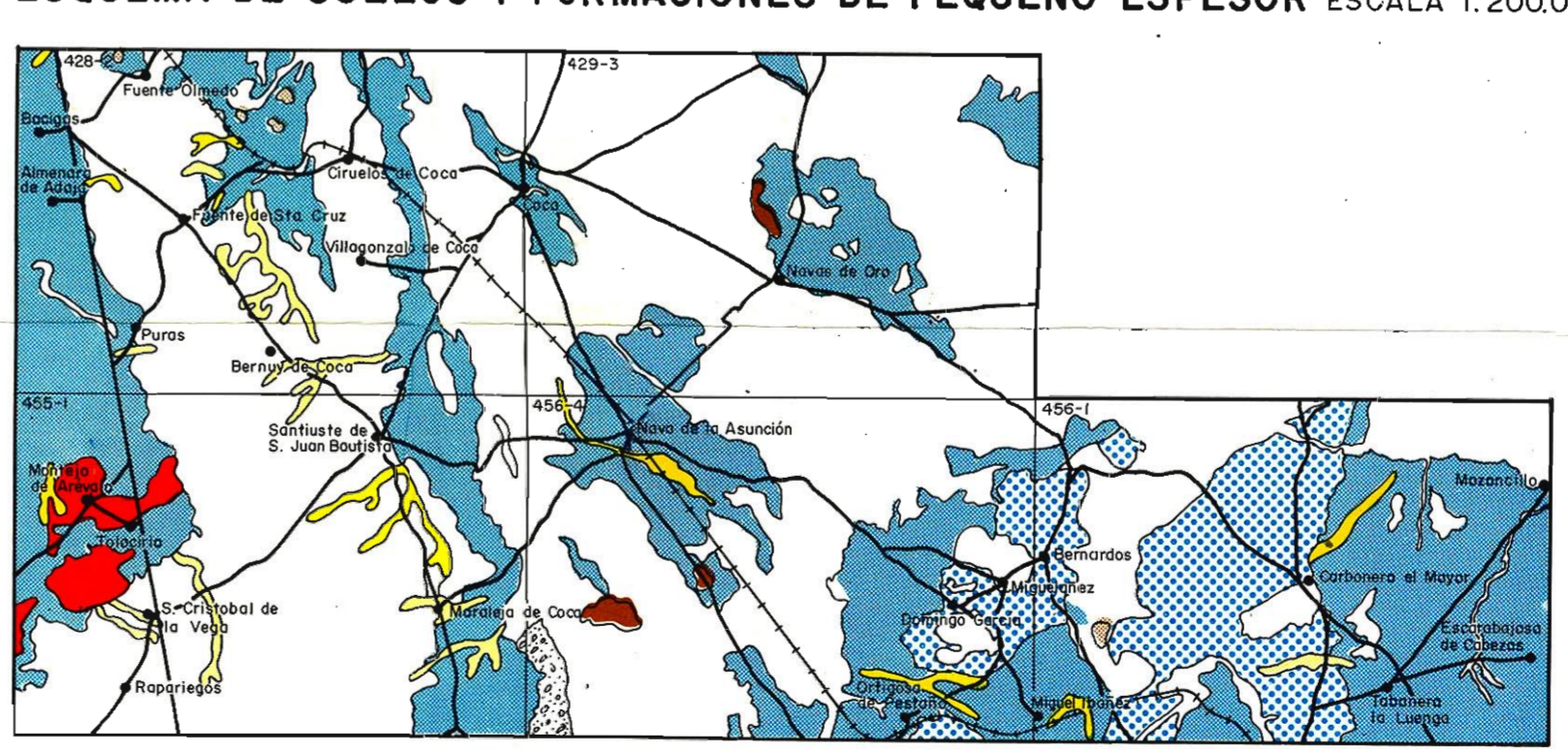
- CUATERNARIO
- CRETACICO INFERIOR
- PLIO-CUATERNARIO
- ORDOVICICO
- MIOCENO MEDIO
- ROCAS CRISTALINAS
- OLIGOCENO
- FALLAS
- ANTICLINAL CON EJE DE INMERSION
- SINCLINAL CON EJE DE INMERSION
- CRETACICO SUPERIOR

ESQUEMA GEOTECNICO ESCALA 1:200.000



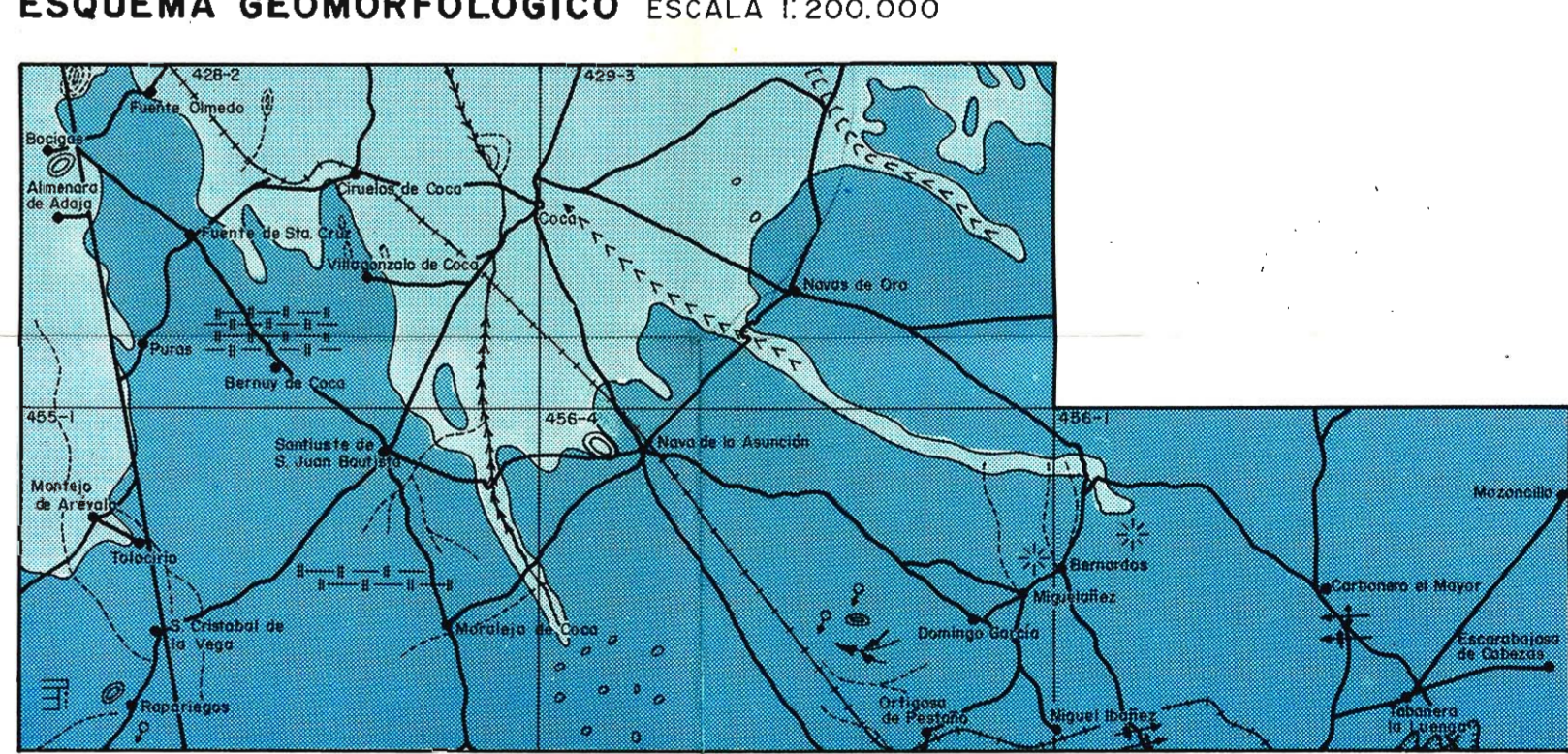
- Zona muy tectonizada/ fracturada
- Arenas solitas mal graduadas, de mediana compacidad, con posibles problemas de asentamientos cuando no están fijadas por la vegetación.
- Arcillas margas y arenas muy erosionables y aborrancales, con drenaje muy deficiente.
- Zona de mal drenaje con posible encharcamiento.

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



- Aluvial arenosa, densidad media, no cementado, permeabilidad media. La relación matriz/cantos = 1.
- Aluvial arenosa de densidad media, sin cemento, con permeabilidad alta. La relación matriz/cantos = 1.
- Suelos marga-arcillosos de color blanco o griseo, con márga orgánica y algunos cantos de 3-10 cm, densidad fijas.
- Eluvial limo-arenosa, flojo, no cementado con permeabilidad media, procedente de la alteración de las arcillas azules y margas que forman el grupo 321 d.
- Arenas blancas, de grano medio a fino, flojas, no cementadas y permeabilidad alta, bien seleccionadas.
- Eluvial limo-arcilloso con cantos de cuarcitas principalmente, pizarras y cuarzo, medianamente consolidado, plasticidad alta y resistencia blanda, proceso de la alteración de las cuarcitas y pizarras del Ordovícico.
- Aluvial limo-arenoso, con algunos cantos de cuarcita dispersos, poco compactado.
- Terrazas con cantos de cuarcita bien redondeados y matriz limo-arenosa roja, densidad media y con permeabilidad alta.

ESQUEMA GEOMORFOLOGICO ESCALA 1:200.000



- ALTURAS < 800 m.
- ALTURAS > 800 m.
- CURSO FLUVIAL TEMPORAL
- CURSO FLUVIAL PERMANENTE
- MEANDRO ABANDONADO
- LAGUNA PERMANENTE
- LAGUNA TEMPORAL
- VALLE EN V
- VALLE DE FONDO PLANO
- VALLE EN ARTESA
- ARROYO CONCENTRADO
- MANANTIAL O FUENTE
- CIMA REDONDEADA
- BADLAND, INCIPIENTE
- DEPOSITOS DE ARENA
- SUPERFICIE DE EROSION DEGRADADA
- DESPLAZAMIENTOS
- ANTICLINAL CON EJE DE INMERSION
- SINCLINAL CON EJE DE INMERSION

