



estudio previo de terrenos



Enlace preferente Zaragoza - Pirineos

TRAMO: HUESCA - BINIES

MOP

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

74-01

**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

ENLACE PREFERENTE ZARAGOZA – PIRINEOS

TRAMO HUESCA – BINIES

CUADRANTES:

176-3 y 4	JACA
209-1,2,3 y 4	AGÜERO
247-1,2 y 4	AYERBE
248-3	APIES
286-4	HUESCA

ESTUDIO 74-1

FECHA DE EJECUCION: DICIEMBRE 1.974

INDICE

	Pág.
1. INTRODUCCION	1
2. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO	3
2.1 GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA	3
2.1.1 GEOMORFOLOGIA	3
2.1.2 TECTONICA	4
2.2 ESTRATIGRAFIA GENERAL DEL TRAMO	8
2.2.1 TRIASICO	8
2.2.2 CRETACICO	8
2.2.3 PALEOCENO	8
2.2.4 EOCENO	9
2.2.5 OLIGOCENO	11
2.2.6 MIOCENO	11
2.2.7 CUATERNARIO	12
2.3 SISMICIDAD	12
3. ESTUDIO DE ZONAS	15
3.0 ZONAS DE ESTUDIO	15
3.1 ZONA 1: EL FLYSCH EOCENO	19
3.1.1 GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA	19
3.1.2 COLUMNA ESTRATIGRAFICA	22
3.1.3 GRUPOS GEOTECNICOS	23
3.1.4 RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS QUE PRESENTA LA ZONA	26
3.2 ZONA 2: LA CANAL DE BERDUN	29
3.2.1 GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA	29
3.2.2 COLUMNA ESTRATIGRAFICA	30
3.2.3 GRUPOS GEOTECNICOS	31
3.2.4 RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS QUE PRESENTA LA ZONA	37
3.3 ZONA 3: SIERRAS DE LA PEÑA	39
3.3.1 GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA	39
3.3.2 COLUMNA ESTRATIGRAFICA	41
3.3.3 GRUPOS GEOTECNICOS	42
3.3.4 RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS QUE PRESENTA LA ZONA	51
3.4 ZONA 4: LAS SIERRAS EXTERIORES	53
3.4.1 GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA	53
3.4.2 COLUMNA ESTRATIGRAFICA	55
3.4.3 GRUPOS GEOTECNICOS	56
3.4.4 RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS QUE PRESENTA LA ZONA	64

	Pág.
3.5 ZONA 5: EL SOMONTANO	67
3.5.1 GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA	67
3.5.2 COLUMNA ESTRATIGRAFICA	69
3.5.3 GRUPOS GEOTECNICOS	70
3.5.4 RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS QUE PRESENTA LA ZONA	74
4. CONCLUSIONES GEOTECNICAS	75
4.1 RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS	75
4.2 CORREDORES SUGERIDOS	76
5. YACIMIENTOS	79
5.1 CANTERAS	79
5.2 GRAVERAS	79
5.3 PRETAMOS	80
6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	83

1. INTRODUCCION

El presente informe de estudios previos de carreteras, corresponde al tramo Huesca–Biniés y pertenece al Enlace Preferente Zaragoza–Pirineos.

El tramo comprende los cuadrantes 176–3 y 176–4 de la hoja de Jaca, 209–1, 209–2, 209–3 y 209–4 de la hoja de Agüero, 247–1, 247–2 y 247–4 de la hoja de Ayerbe, 248–3 de la hoja de Apiés y 286–4 de la hoja de Huesca.

El informe, en su conjunto, está compuesto por la presente memoria con cortes geológicos, esquemas, bloques–diagramas, columnas estratigráficas y fotografías y adjunto a ella, tres planos conteniendo cada uno de ellos un mapa litológico–estructural, a escala 1:50.000, con su leyenda y cuatro esquemas a escala 1:200.000, en donde se sintetizan los caracteres geológicos, geotécnicos, morfológicos, los suelos y formaciones de pequeño espesor, con sus leyendas respectivas.

Han intervenido en la supervisión y realización de este estudio:

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

D. A. Alcaide Pérez	–	Dr. Ing. de Caminos, Canales y Puertos
D. R. del Prado Palomeque	–	Ing. de Caminos, Canales y Puertos
D. J. Martín Contreras	–	Licenciado en Ciencias Geológicas

INTECSA
SECCION DE GEOTECNIA

D. M. Romana Ruiz	–	Dr. Ing. de Caminos, Canales y Puertos
D. A. Fdez–Aller Ruiz	–	Ing. de Caminos, Canales y Puertos
D. A. Lendínez González	–	Licenciado en Ciencias Geológicas

2. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO

2.1 GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA

2.1.1 Geomorfología

De todas las cordilleras terciarias españolas, el Pirineo es la única que en casi su totalidad ofrece paisajes vigorosos, con crestas y cimas de considerable altura y profundos y escarpados valles; todo un tipo de paisaje atacado intensamente por la erosión.

La originalidad de esta cordillera radica en la relación entre las formas escarpadas del modelado glaciario y las formas aplanadas de la erosión periglaciaria, esta última más intensa en la zona que ha sido objeto de estudio.

Estas características y otras más, del relieve pirenaico, tienen importancia a la hora de trazar vías de comunicación. El Pirineo Central, y más concretamente la región septentrional de la zona estudiada, es prácticamente inabordable a las comunicaciones modernas, mientras que al Este o al Oeste del Pirineo Central, las comunicaciones son más viables.

Al sur de esta gran masa rocosa, se extienden varias bandas de terrenos, principalmente terciarios y secundarios, distribuidos con regularidad desde un extremo a otro de la cordillera. Estas bandas constituyen el llamado "Prepirineo", cuyas cumbres rebasan frecuentemente los 2.000 m y se escalonan gradualmente hacia el Sur, hasta las tierras llanas de la "Depresión del Ebro".

Otro rasgo morfológico de la cordillera es la ausencia de grandes valles longitudinales. En el Pirineo y Prepirineo casi todos los valles son transversales y con cursos rápidos e impetuosos. El único valle longitudinal bien desarrollado es el del río Aragón a su paso por la Canal de Berdún. Es un valle de unos 100 Km de recorrido que va desde Huesca a Navarra y atraviesa de E a O la zona objeto de estudio en su parte septentrional.

A través de este valle se establecen fáciles comunicaciones entre Navarra y el Alto Aragón.

Un análisis más detallado del mapa topográfico revela ciertos rasgos indicadores de una estructura en bandas paralelas a la dirección de la cadena montañosa y normal, por consiguiente, al trazado de los valles. Son efectivamente numerosas las alineaciones topográficas que recorren el Pirineo de Este a Oeste (Sierra de la Peña, Sierras de Leyre, Loarre, Santo Domingo, etc.). La explicación de estos fenómenos morfológicos, se encuentra con solo observar el mapa geológico de la zona, en el que, aparecen de una forma regular, terrenos distribuidos paralelamente de Este a Oeste.

Estos caracteres morfológicos se deben en gran parte a la disposición de la estructura de plegamiento, que consta de una serie de anticlinales y sinclinales, alineados de Este a Oeste.

Esto indica que en el Prepirineo, y Pirineo en general, a pesar de la influencia de la estructura en el trazado de los rasgos del relieve, la erosión ha jugado un papel importante, ya que se trata de una cordillera altamente devastada, hasta el punto de que los ríos han vencido el relieve estructural.

Si se combina la estructura con la litología, la distribución de las zonas y formas topográficas es más perceptible y exagerada, pues si a los pliegues apretados que existen en la región sumamos las alternancias frecuentes de rocas duras y blandas, tenemos un modelado en el que han jugado estos dos factores. Los niveles blandos forman valles longitudinales, más o menos anchos según el espesor de margas y arcillas y los niveles duros se encuentran en zonas más inaccesibles a cauces longitudinales. Gracias a este dispositivo, además de los grandes valles de erosión que cortan transversalmente a la estructura de la cordillera, se puede distinguir una serie de valles secundarios, de tipo subsecuente, determinados por la estructura y desarrollados sobre materiales más blandos. (La Canal de Berdún).

Como última zona y por sus características totalmente distintas a las descritas anteriormente, nos encontramos en el borde meridional del estudio, con la Depresión del Ebro. En realidad, esta denominación no cuadra enteramente con su topografía puesto que, si bien es cierto que aparece como zona deprimida, entre el Pirineo y la Cordillera Ibérica, no lo es menos por la existencia de incontables relieves, algunos de cierta importancia, que se elevan tanto en los bordes de la depresión como más hacia el interior. Por esto, al hablar de la Cuenca del Ebro, es necesario distinguir aquí dos términos esencialmente definidos dentro de la "Depresión": a) Cuenca Morfológica en un sentido estrictamente topográfico y b) Cuenca Estructural en un sentido meramente geológico.

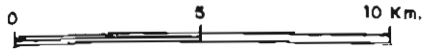
2.1.2 Tectónica

Desde el punto de vista tectónico, esta zona se caracteriza por una gran heterogeneidad. Se pueden distinguir varias regiones, presentando a cada una hechos particulares, dependiendo en gran parte de la forma del área paleogeográfica sobre la cual se localiza.

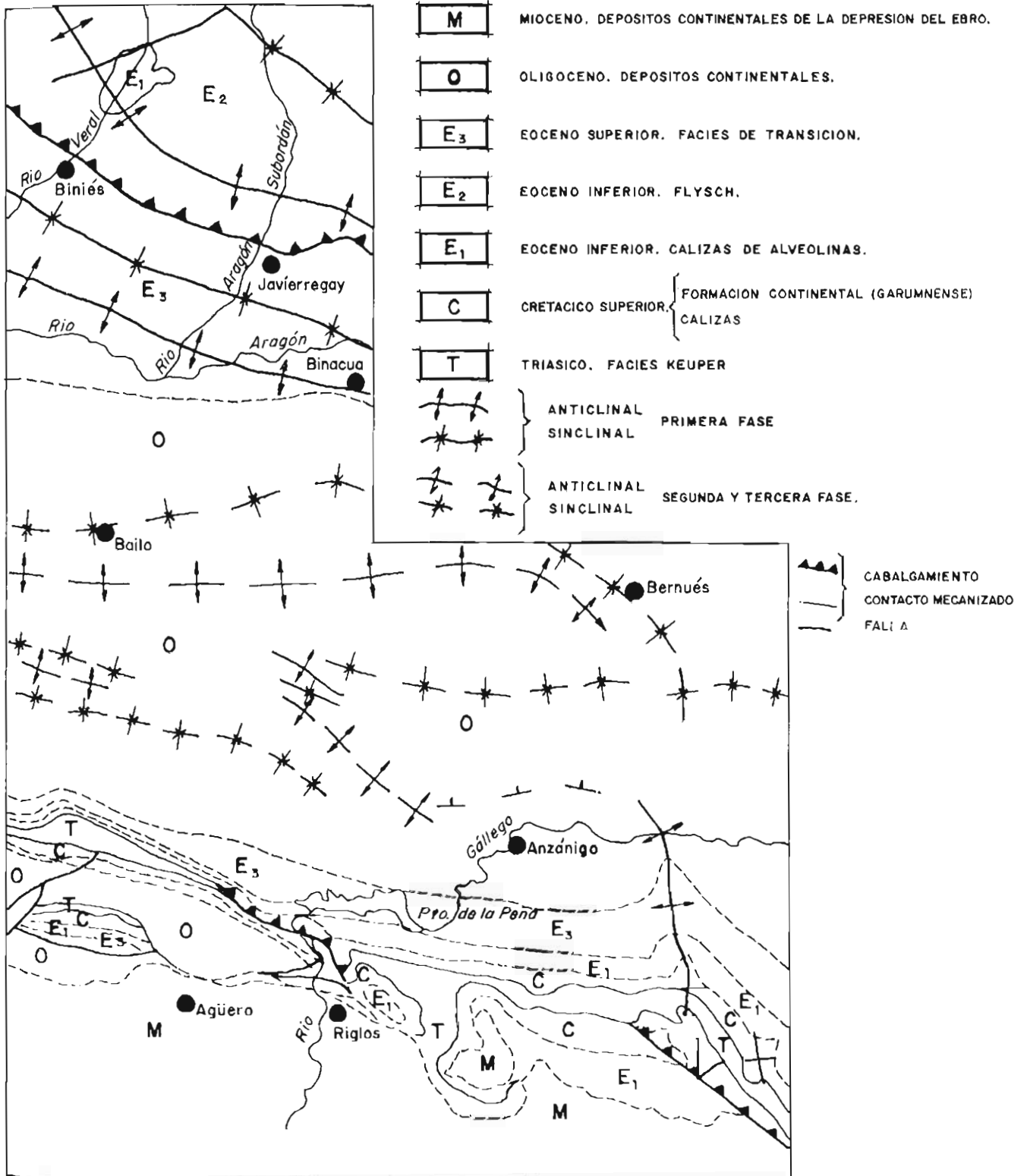
En esta región puede diferenciarse un mínimo de tres fases tectónicas. Cada una de ellas según las zonas y materiales da lugar a fenómenos distintos. La clave de esta separación reside en la existencia de una esquistosidad en la parte norte de la zona estudiada que permite datar movimientos anteriores, contemporáneos y posteriores a dicha esquistosidad.

Primera fase.— Al norte de los valles de Hecho y Ansó, y dentro de las Sierras Interiores, existe una serie de escamas cabalgantes y pliegues de vergencia Sur, originados probablemente por fenómenos gravitatorios.

ESQUEMA TECTONICO REGIONAL



LEYENDA



En los flancos Norte de las Sierras Interiores, los materiales cabalgados son casi siempre series cretácicas, mientras que en los flancos Sur, lo es la caliza paleocena.

Ya en los valles de Hecho y Ansó, el flysch, por su plasticidad, ha sido empujado delante y nunca se encuentra atrapado debajo de las escamas. En esta serie se presentan pliegues de la primera fase, es decir de vergencia Sur, que se pueden separar de los de las fases siguientes, dando anticlinales y sinclinales en formas aberrantes que pueden llegar a la inversión total.

La serie de paso marino—continental (Eocena—Oligocena) amortigua en parte el relieve creado por dichos pliegues.

En resumen esta primera fase, localizada en la zona, se caracteriza por pliegues arrumbados con direcciones. N—S (Anticlinal de Rasal) y ONO—ESE (Anticlinal de La Foz de Biniés). La edad de estas fases está situada, según datos de M. Soler y C. Puigdefábregas, dentro del Eoceno Superior, probablemente en el Biarritziense.

Segunda fase.— Las escamas y pliegues antes descritos están deformados por pliegues de vergencia Sur, contemporáneos de una esquistosidad, cuyo frente Sur se extiende hasta La Foz de Biniés.

Esta esquistosidad corta a las superficies cabalgantes de la primera fase y a los pliegues de gravedad.

En la zona Flysch, los pliegues más numerosos son de esta fase. Se trata de pliegues muy apretados volcados al S—SO, con abundantes despegues internos, lo que dificulta extraordinariamente el estudio estratigráfico. A su vez los anticlinales de la fase primera, antes descritos, están torcidos y se han originado en su flanco sur cabalgamientos hacia el S—SO. (Cabalgamiento de Somanes, Javierregay—Biniés), sobre las margas azules de la Canal de Berdún.

Los pliegues existentes en la cubeta Eoceno Sup—Oligoceno son atribuibles, al menos en parte, a esta fase, ya que la siguiente ha consistido principalmente en una acentuación de los mismos.

Probablemente, los conglomerados de Canciás, Oroel y más directamente San Juan de la Peña, presentan fuertes discordancias progresivas pertenecientes, también, a movimientos de esta fase. La falta de dataciones precisas, en estas capas, únicamente permite decir que estos movimientos han tenido lugar entre el Eoceno alto y el Oligoceno.

Tercera fase.— De menos importancia que las anteriores, ha existido al menos una tercera fase, ya que se observan deformaciones en el cabalgamiento de Javierregay apareciendo zonas de dicho cabalgamiento, muy plegadas.

Donde es más clara la existencia de esta fase es en las sierras meridionales subpirenaicas. La superficie cabalgante de la estructura que el río Gállego deja al descubierto, a su paso por dichas sierras, está claramente plegada en anticlinal (Anticlinal de Santo Domingo) y es contemporáneo al hundimiento de la fosa del Ebro, rellenada por el Aquitaniense, con toda clase de discordancias angulares, progresivas, etc. Algunos pliegues dentro del propio Aquitaniense y próximos a las sierras, ponen de manifiesto estos movimientos.

COLUMNA ESTRATIGRAFICA GENERAL DEL TRAMO

ESCALA	COLUMNA LITOLOGICA	DESCRIPCION	ESTRUCTURA	REFERENCIA	FORMACION	CRONO-ESTRATIG.	
<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="margin-bottom: 5px;">m</div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 10px; border-left: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="font-size: 8px; white-space: nowrap;">6.000 5.800 5.600 5.400 5.200 5.000 4.800 4.600 4.400 4.200 4.000 3.800 3.600 3.400 3.200 3.000 2.800 2.600 2.400 2.200 2.000 1.800 1.600 1.400 1.200 1.000 800 600 400 200 0</div> </div> </div>	Terrazas, Glacia, Aluviales	Horizontal	VC A1 A2 A3 A4 CIT TI T2 T3 350a			CUATERNARIO PLIOCENO	
	Alternancia de margas acres y areniscas en paleoconales.	Horizontal a suavemente plegada.	3 2 l	FORMACION UNCASTILLO		ACQUITANIENSE BURDIGALIENSE	MIOCENO
	Conglomerados poligénicos, de cemento silíceo, calcáreos a veces con matriz arcillosa.	Plegados suavemente. Dioclosados.	3 2 l a 3 1 3 f				
	DISCORDANCIA						
	Conjunta formada por alternancias de conglomerados poligénicos, areniscas, margas, calcarenitas y colizas lacustres subordinadas.		3 1 3 e 3 1 3 d	FORMACION BERNUES		CHATTIENSE	OLIGOCENO MEDIO - SUPERIOR
	Alternancia de margas con areniscas en bancos gruesas y presentando estratificación cruzada. Aparecen yesos blancos fibrosos	2ª y 3ª fase de plegamiento. Pliegues con flancos a veces forzados. Frecuentes cambios laterales.	3 1 3 c 3 1 3 b			STAMPIENSE	
	Alternancia de bancos gruesos de areniscas de grano medio, y margas acres.		3 1 3 a	FORMACION ANZANIGO		SANDUSIENSE	OLIGOCENO INFERIOR
	Calcarenitas muy fosilíferas.			FACIES DE TRANSICION			
	Margas azules con intercalaciones de areniscas grises de grano fino.		3 1 2 c	FORMACION DE ARGÜIS		BIARRITZIENSE - BARTONIENSE	E O C E N O
	Alternancia regular de margas calcáreas y areniscas de grano fino. Intercalaciones de gruesos bancos de colizas margosas duras.	1ª fase de plegamiento. Plegamiento intenso y fracturación acusada. Cabalgamientos del Flysch sobre las margas azules.	3 1 2 b	FLYSCH		CUISENIENSE - LUTECIENSE	
	Calizas margosas, masivas a veces banqueadas, gris azuladas.		3 1 2 a	CALIZA DE ALVEOLINAS		PRESENO	
	Alternancia de margas, arcillas, areniscas y conglomerados.		3 1 1	FACIES GARUMNENSE			PALEOCENO
	Calizas grises masivas.	Fracturadas.	2 3 2			CAMPANO - MAESTRICH. CRETACICO SUPERIOR	SECUNDARIO
	Margas, arcillas y yesos.	Muy plegadas y fracturadas	2 1 3			EUPER MIOC.	
	Calizas, dolomías y concholas finamente banqueadas		2 1 2				

2.2 ESTRATIGRAFIA GENERAL DEL TRAMO

2.2.1 Triásico

En las Sierras Oscenses (Sierras Exteriores, Zona 4) los afloramientos triásicos están situados dentro de un gran eje anticlinal y con una clara vergencia hacia el Sur, presentando, al mismo tiempo, un marcado carácter diapírico. Debido a estos fenómenos tectónicos es prácticamente imposible realizar una estratigrafía de este sistema. Los materiales aflorantes son siempre arcillas y margas evaporíticas con yesos y sales, típicas de las **Facies Keuper**, que engloban, de un modo desordenado, importantes masas o "barras" calcáreas y calco dolomíticas atribuibles al **Muschelkalk**.

Muschelkalk

Conjunto eminentemente calizo constituido por calizas en gruesos bancos, generalmente azoicas y calizas dolomíticas, de color gris oscuro, fétidas. Sobre este conjunto, parece ser, descansa otra serie de calizas tableadas, de color gris claro o amarillento, alternando con dolomías y a veces carniolas oquerosas. Es corriente el observar niveles con fauna de gasterópodos y lamelibranquios.

Facies Keuper

Conjunto litológico, constituido por arcillas y margas irisadas con yesos y sales, de aspecto típicamente lacustre. Estos afloramientos recorren de O a E todas las Sierras Oscenses, ocupando su parte central, como núcleo de un gran anticlinal volcado, cuyos flancos están extraordinariamente tectonizados.

2.2.2 Cretácico

El Cretácico se presenta bastante incompleto en casi toda la zona objeto de este estudio: solamente aflora en las Sierras Oscenses (Sierras Exteriores) y de una manera muy somera. El Cretácico Inferior falta por completo y del Superior solo está representado el Campano—Maestrichtiense, apareciendo sus niveles uniformes y constantes.

En estas sierras, el Cretácico Superior está directamente transgresivo sobre el Trías y aparentemente concordante con él.

Campano – Maestrichtiense

En las Sierras de Loarre y Santo Domingo el Campano—Maestrichtiense, se presenta muy adelgazado, quedando un solo banco calcáreo masivo, de unos 50 m de espesor, compuesto por calizas detríticas con fauna de "Lacacinas y Briozoarios". Hacia el techo y en sucesión normal, estas calizas pasan a facies de tipo lacustre (Facies Garumnense), de las cuales se piensa que engloban parte del Maestrichtiense, en su base.

2.2.3 Paleoceno

En contacto normal con la serie del Cretácico Superior calcáreo de las sierras de Loarre y Santo Domingo, aparece un paquete detrítico de origen lacustre—continental constituido por bancos de calizas, areniscas silíceas, conglomerados silíceos y margas rojas y verdes con yesos

atribuibles al Paleoceno y que presenta el típico aspecto de las Facies Garumnense del Cretácico terminal o el Terciario inicial.

Es probable que la base de este conjunto detrítico pertenezca todavía al Cretácico más alto, siendo el resto de la serie un conjunto perteneciente al Paleoceno.

2.2.4 Eoceno

Dentro del tramo en estudio, este sistema se encuentra extraordinariamente extendido. Desde los valles de Hecho y Ansó, hasta las Sierras de Loarre y Santo Domingo, ocupa la base de un amplio sinclinorio, rellenado por sedimentos continentales del Oligoceno. (Sierras de la Peña).

Para su mejor explicación se ha dividido en dos zonas:

a) ZONA NORTE. Valles de Hecho, Ansó y la Canal de Berdún

Flysch

Al sur de las Sierras Interiores se desarrolla una masa muy grande de facies flysch de edad Cuisiense–Luteciense. Presenta potencias estimadas del orden de 3.500 a 4.000 m. pero hacia el Sur el flysch pasa a margas con una notable reducción de espesor (1.500 m de margas) en todo el borde norte de La Canal de Berdún. Según M. Soler y C. Puigdefábregas, este cambio lateral se ha demostrado mediante la existencia de niveles guía formados por "barras calcáreas" que son en realidad megarritmos de gran potencia (50–120 m) (Calizas de la Foz de Biniés).

Margas de La Canal de Berdún

Formación constituida por margas calcáreas azules, de aspecto flyschoides, presentando gran riqueza en fósiles, aunque en esta zona de La Canal de Berdún, no presentan esa continuidad y riqueza paleontológica y sí en la zona Arguis y la Peña. La potencia estimada de esta formación en La Canal es de unos 1.500 m apareciendo en ella intercalaciones de areniscas calcáreas de unos 3–5 m.

b) ZONA SUR. Las Sierras Oscenses

Caliza de Alveolinas

Se utiliza esta denominación para la formación de calizas duras, gris azuladas con miliolidos, alveolinas y nummulites del **Herdense–Luteciense**, presentando gran potencia en las Sierras de Guara y Balies, al Este de la zona de estudio, y adelgazándose, en las sierras de Santo Domingo y Loarre, a menos de 100 m de espesor. Son frecuentes las intercalaciones detríticas, especialmente en la base de la formación.

Margas de la Peña–Arguis

Formación idéntica a la de la Canal de Berdún. Son margas calcáreas azules, de aspecto flyschoides presentando niveles muy fosilíferos (zona de Rasal) y parece ser que descansan directamente sobre la caliza de "alveolinas" de las sierras anteriormente citadas. (Fig. 1).

Hacia el techo estas margas netamente marinas pasan a unas facies de transición, constituidas

ESQUEMA DE LAS RELACIONES SEDIMENTARIAS DEL TERCIARIO CONTINENTAL

SEGUN M. SOLER Y C. PUIG DE FABREGAS

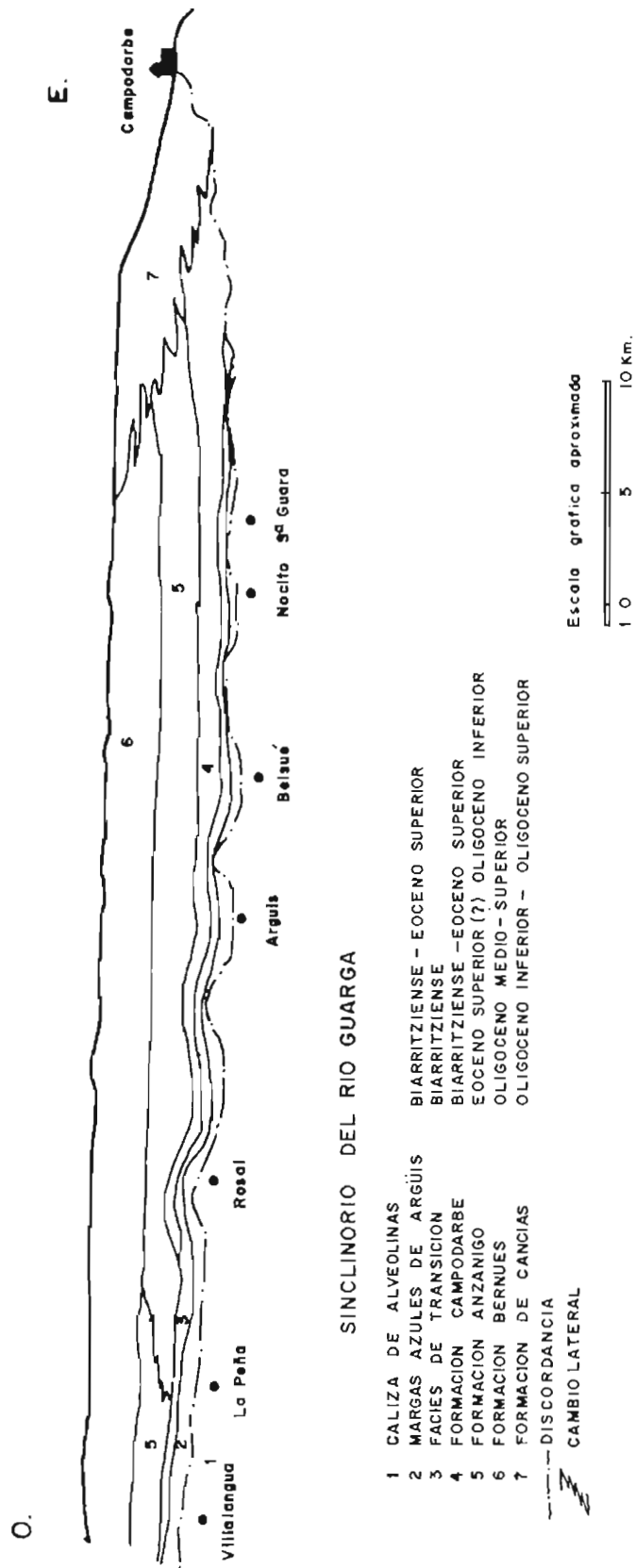


FIG. 1

por unas capas de calcarenitas muy fosilíferas presentando un espesor aproximado de unos 10 m (0 de Binacua).

2.2.5 Oligoceno

Se considera como Oligoceno, toda la serie continental que descansa sobre la formación de Argüis y sus facies de transición.

Constituye el núcleo del sinclinorio del río Guarga (Fig. 1).

La sedimentación es de tipo fluvial, con áreas de régimen deltaico, como ocurre en San Juan de la Peña, y hacia el Oeste pasa gradualmente a facies de tipo lacustre.

La serie, debido a la carencia de fósiles, está por datar y se ha llegado a pensar que probablemente, sus niveles inferiores, estén englobados dentro del Eoceno Superior.

Se pueden distinguir dos formaciones fundamentales:

Formación de Anzanigo

Es una formación de tipo fluvial, cuya área más detrítica está al Este de la zona de estudio (Canciás). Posiblemente esta formación, constituida por unos 1,500 m de alternancias de areniscas y margas, esté situada cronoestratigráficamente en el intervalo **Eoceno Superior—Oligoceno Inferior**. Esta formación pasa lateralmente, hacia el Oeste, a facies mucho más someras de tipo lacustre, (aparecen zonas con yesos blancos).

Formación de Bernues

Esta formación queda comprendida entre dos discordancias progresivas, una, la situada en San Juan de la Peña, quedando por encima la masa gigantesca de los conglomerados de esta sierra y la otra la de Biel—Gallipienzo.

Esta formación es similar, litológicamente, a la anterior pero se observa, en general, una vigorización del régimen fluvial, por la presencia de intercalaciones de bancos de conglomerados, entre los niveles detríticos finos.

Por último, los conglomerados de San Juan de la Peña, pertenecen al techo de la formación anteriormente descrita. Constituyen un fuerte escarpe de unos 300 m de espesor, y litológicamente son conglomerados poligénicos, de cemento silíceo y calco—arcilloso muy duros y diagenizados.

En resumen, el espesor considerado para este sistema, es aproximadamente de unos 4.000 m.

2.2.6 Mioceno

Solo es de señalar este terreno en la zona correspondiente a la depresión del río Ebro, y se extiende a todo lo largo de las Sierras Marginales Oscenses, en su vertiente Sur.

La serie presenta como muro, la discordancia Biel—Gallipienzo y está constituida por los conglomerados del borde Sur de las Sierras de Santo Domingo y Loarre. Estos conglomerados de edad **Aquitaniense**, pasan lateralmente hacia el Sur a otra serie mucho más fina constituida por

arcillas, margas y areniscas, estratificadas en bancos gruesos y alternantes y datada con vertebrados, (Crusafont, Riba y Villena 1969), estando incluida dentro del Aquitaniense y probablemente parte del Burdigaliense, sobre todo sus capas superiores.

En general, el Mioceno que acabamos de indicar se encuentra discordante en el borde Norte de la depresión del Ebro, tanto en la zona objeto de estudio como en las limítrofes a ella.

2.2.7 Cuaternario

Se puede considerar al Cuaternario como un conjunto litológico constituido por gravas, limos y arcillas en mayor o menor proporción, todo ello de origen fluvial.

De Norte a Sur, el Cuaternario se presenta bajo los siguientes aspectos o formas:

a) Terrazas del río Aragón

El río Aragón presenta en su recorrido tres niveles de terrazas de las cuales, la última es la desarrollada en la zona de estudio, aproximadamente entre 5 y 7 metros sobre el cauce actual del río, fosilizando al mismo tiempo un paleorrelieve fluvial margoso (Puente la Reina).

Estas terrazas están constituídas litológicamente por gravas fundamentalmente calcáreas, y cubiertas por un suelo arcilloso rojizo. Su espesor es variable aunque oscila entre 1 y 4 m.

b) Terrazas del río Gállego.

Aguas abajo del río Gállego, en las sierras meridionales y al salir a la depresión del Ebro, el río Gállego presenta una serie de terrazas a lo largo de su curso, terrazas que adquieren la morfología de terrazas-glacis, es decir, terrazas formadas por desplazamientos laterales del río durante su fase de estabilidad.

Las terrazas del río Gállego presentan una peculiaridad, y es la presencia de cantos de granito, hecho litológico que no ha sido observado en las terrazas del río Aragón.

En esta cuenca se han llegado a encontrar cinco niveles de terrazas (Bomer 1.957).

c) Glacis de erosión

En la zona Norte y sobre los afloramientos de margas azules del Eoceno, y debido a la escasa dureza de estos materiales, se desarrollan formas típicas de erosión, con modelado típicamente de glacis recubierto por una delgada capa de materiales coluviales que enlazan lateralmente con las terrazas del río Aragón.

En la zona del Somontano de Huesca, se desarrolla un extenso "piedemonte" a favor de los materiales blandos del Terciario. Está formado por varios niveles de derrubios escalonados a varias alturas, e inclinados hacia el centro de la Depresión del Ebro y coronan la llanura formando plataformas interfluviales.

2.3 SISMICIDAD

La norma Sismorresistente, P.G.S.-1 (1968) y la O.C. 244/69 P. del M.O.P. clasifican el



MAPA DE ZONAS SISMICAS

Según P.G.S - 1 (1988)

ZONA	INTENSIDAD : G (Escala MSK)
A	< VI (baja)
B	VI a VIII (media)
C	> VIII (acusada)
	o Capital de provincia
	• Observatorio Sismológico

FIG.2

territorio nacional en varias zonas sísmicas. La región estudiada queda comprendida, casi toda ella, en la zona C (de sismicidad acusada) como puede verse en el esquema adjunto. (Fig. 2). Las citadas disposiciones oficiales exigen la consideración de las acciones sísmicas en toda carretera de interés que se construya en esta zona C.

La intensidad sísmica está comprendida entre los grados VIII y IX de la escala oficial macrosísmica. Para estas intensidades, los valores característicos del movimiento sísmico de periodo $T = 0,5$ seg., son:

– Desplazamiento	0,96 – 1,91 cm
– Velocidad	12,0 – 24,0 cm/seg.
– Aceleración	150,7 – 301,4 cm/seg ²

El coeficiente sísmico básico correspondiente C , está comprendido entre 0,15 y 0,30 y el factor de intensidad para el riesgo sísmico en cincuenta años es 0,135 a 0,219.

Siguiendo los criterios de la P.G.S.–1, la clasificación de los terrenos para la obtención de los factores de fundación puede hacerse en la siguiente forma:

Terrazas en las proximidades de los ríos, mantos eluvio–coluviales con nivel freático cerca de la superficie.	CLASE 1
Terrazas en general, aluvial, glaci.	CLASE 2
Margas y arcillas con yesos del Keuper, margas y areniscas terciarias.	CLASE 3
Alternancia de margas, areniscas y conglomerados, conglomerados oligo–miocenos, calizas.	CLASE 4

En el trazado se evitará cruzar con estructuras, fallas o fracturas importantes.

Se deberá comprobar la estabilidad de los terraplenes importantes para lo que se podrá realizar un cálculo pseudoestático con los valores del factor de intensidad anteriormente indicado y con los de los factores de fundación y de terreno, que se deducen de la clasificación realizada.

Asimismo deberá estudiarse la protección superficial de los taludes en roca, pues la velocidad máxima de las partículas de suelo puede acercarse a 25 cm/seg. (valor crítico indicado por Bauer y Calder (1.971) para la caída de bloques de roca, deducido de la experiencia en daños producidos por vibraciones debidas a voladuras).

Puede ser necesario revestir los túneles que se proyecten para evitar la caída de bloques durante el sismo. Según criterio de Langeforde (1.963), la velocidad máxima de las partículas críticas es:

$$v = 10^{-4} c$$

donde c es la celeridad de las ondas sísmicas de compresión en el suelo. Para el terreno de clase 4, según la P.G.S.–1, la celeridad de las ondas es 2.000 a 4.000 m/seg., con lo que la velocidad máxima de las partículas crítica es:

$$v = 20 – 40 \text{ cm/seg.}$$

velocidad que puede ser alcanzada en estas zonas.

3. ESTUDIO DE ZONAS

3.0 ZONAS DE ESTUDIO

Cinco son las zonas que se han diferenciado en el presente estudio.

- ZONA 1. EL FLYSCH EOCENO
- ZONA 2. LA CANAL DE BERDUN
- ZONA 3. SIERRAS DE LA PEÑA
- ZONA 4. LAS SIERRAS EXTERIORES
- ZONA 5. EL SOMONTANO (Zona septentrional de la Depresión del Ebro).

ZONA 1: EL FLYSCH EOCENO

Tradicionalmente, al flysch, se le ha considerado como una unidad peligrosa, señalada como tal en el Pliego de Condiciones de los Estudios Previos de Carreteras. Esta ha sido una de las razones que han motivado la separación como zona independiente del resto del tramo.

Otra de las razones por la cual ha sido diferenciada del resto, han sido sus características geomorfológicas, ya que se presentan muy acentuadas en esta zona, con regiones donde existe un importante desarrollo de barras calcáreas.

ZONA 2: LA CANAL DE BERDUN

Se trata de una depresión alargada en dirección E—O, constituida principalmente por margas, quedando limitada al Norte por el flysch y al Sur por los terrenos continentales del Oligoceno. La característica más notable de estos terrenos margosos es el importante desarrollo que adquieren los recubrimientos cuaternarios en forma de terrazas y glaciares, debido a la poca dureza de los materiales y a la uniformidad litológica.

ZONA 3: SIERRAS DE LA PEÑA

Constituida por materiales de origen continental, en general bastante plegados, de modo que el relieve está a la vez condicionado por la litología y por la estructura. Así: a mayor proporción de materiales coherentes (areniscas y conglomerados) y a mayores buzamientos corresponden los relieves más fuertes. (Caso de zonas escarpadas son los relieves de San Juan de la Peña).

ZONA 4. LAS SIERRAS EXTERIORES

En esta zona se conjugan tres factores esenciales y que guardan una relación muy estrecha entre ellos. Estos factores son la litología, la morfología y la geotecnia.

Litológicamente la zona presenta una gran heterogeneidad en sus materiales (calizas, margas, arcillas, yesos, sales, conglomerados, areniscas, etc.).

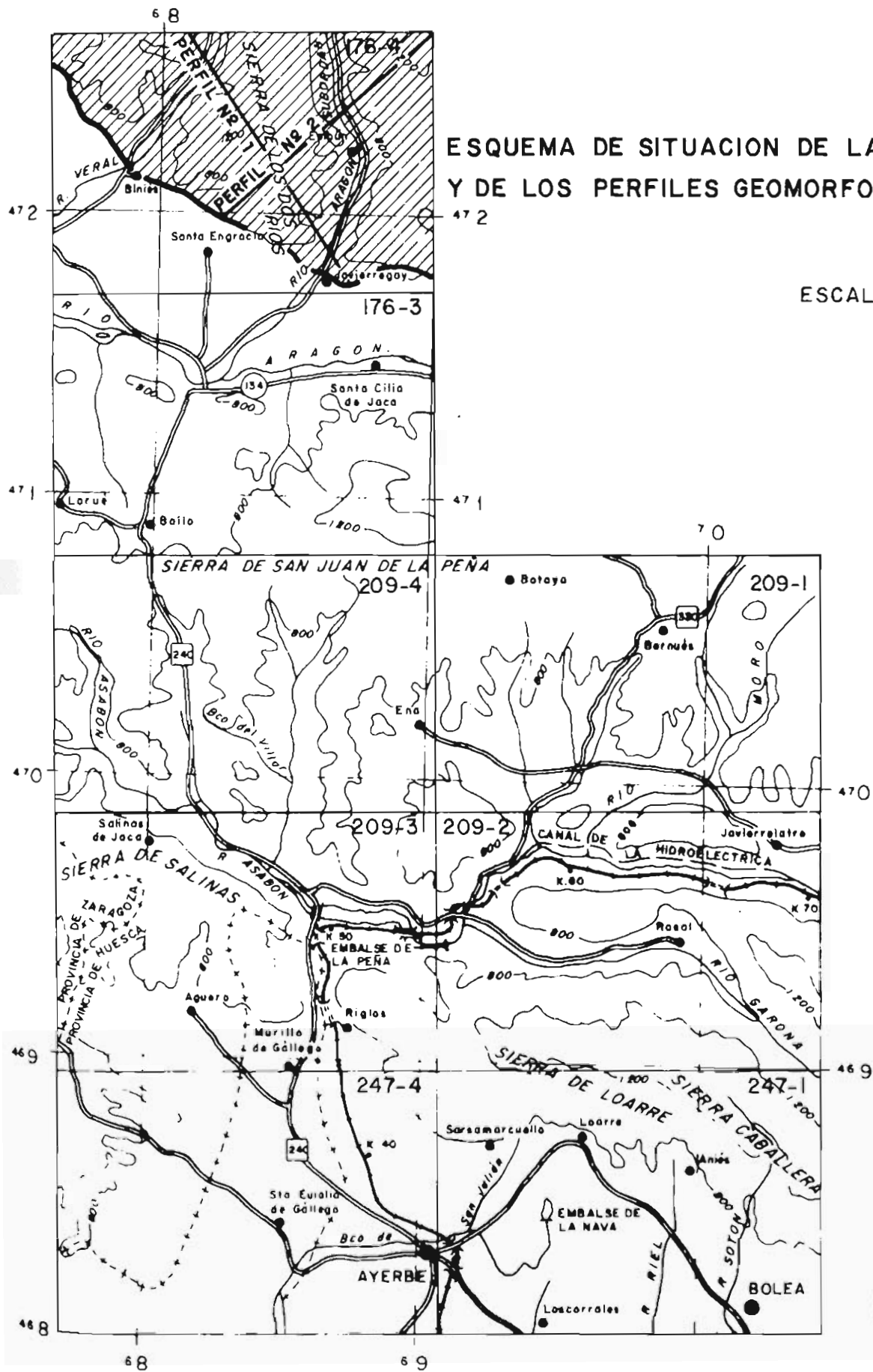
Morfológicamente las Sierras Exteriores guardan una relación muy estrecha con su litología, produciéndose, allí donde el material es más duro y resistente (calizas, conglomerados), zonas más elevadas y menos accesibles a las comunicaciones.

Geotécnicamente las Sierras Exteriores constituyen una barrera natural al paso de las comunicaciones, lo cual las hace prácticamente inaccesibles, quedando relegadas solamente a pasos naturales (Río Gállego).

ZONA 5. EL SOMONTANO

La característica más destacada que ha motivado la diferenciación de esta zona del resto ha sido su morfología.

El Somontano se presenta bajo un conjunto de mesas y gradas características de las zonas que se encuentran adosadas a cadenas montañosas y que ha servido de cubeta deposicional de los materiales de erosión de las zonas más septentrionales.



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

ESCALA 1:200.000

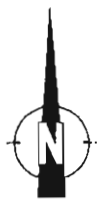
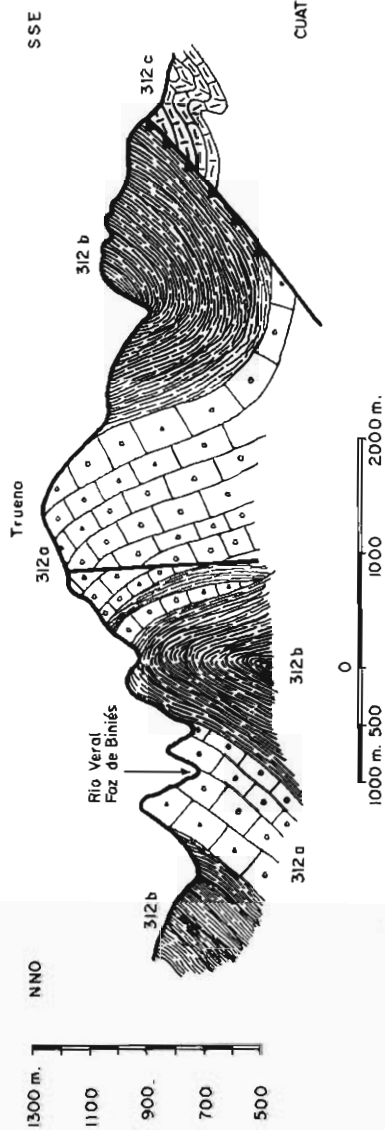


FIG. 3

PERFILES GEOMORFOLÓGICOS DE LA ZONA 1

H = 1:50000
 ESCALAS V = 1:20000

PERFIL Nº 1



LEYENDA



CUATERNARIO

Aluviales de grovas calcáreas



EOCENO

Calizas "alveolinas"



Flysch de margas y areniscos



Margas calcáreas azules

Falla.



Cabalgamiento.

PERFIL Nº 2

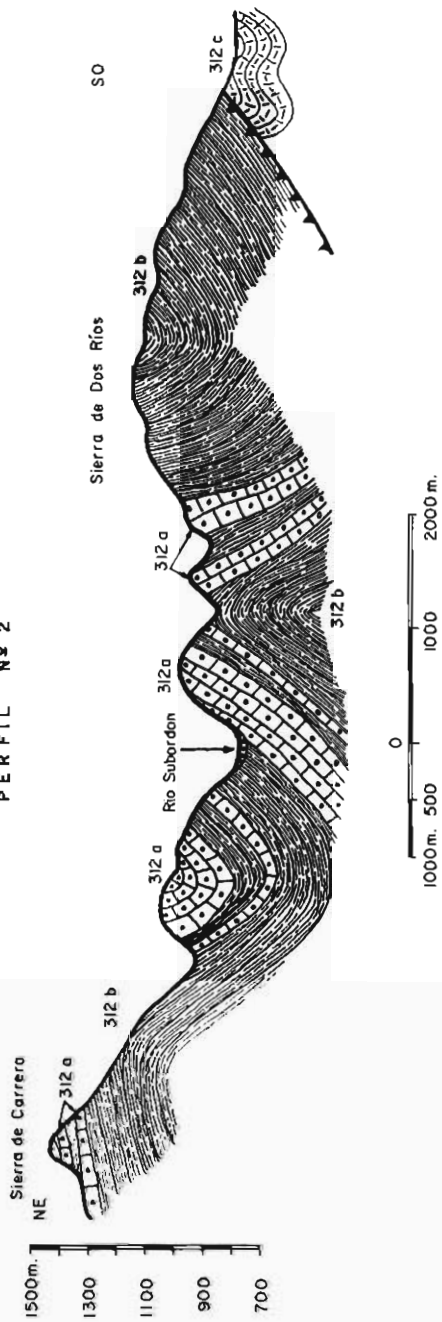


FIG. 4

3.1 ZONA 1: EL FLYSCH EOCENO

3.1.1 Geomorfología y Tectónica

Morfológicamente, esta zona se encuentra situada en el borde Norte de la Depresión Media, y pertenece a la región más meridional de las Sierras Interiores Subpirenaicas. (Fig. 3).

Tanto la litología como la estructura geológica son los factores primordiales de la morfología de esta zona, como se dijo en el apartado de Geomorfología General. De estos dos factores es quizá la estructura la que guarda mayor relación con el modelado de esta zona, pudiéndose observar que tanto los anticlinales como los sinclinales guardan un estrecho paralelismo con las alineaciones topográficas. Si a todo esto sumamos el factor litológico, se podrá observar que en determinados puntos, donde la litología es fundamentalmente calcárea, descuellan las zonas escarpadas y barrancos muy encajados (Foz de Biniés).

Sin embargo, esto no es todo. Es de destacar que casi la totalidad de la red hidrográfica se mantiene casi siempre perpendicular a las alineaciones topográficas (Río Veral, Río Aragón Subordán, etc.) y por tanto corta casi normalmente a las estructuras tectónicas (Fig. 5).

Otra parte de la red hidrográfica no se ha desarrollado normalmente a las estructuras. Por el contrario, esta red es de tipo subsecuente y paralela a la estructura, mucho más reciente que la anterior; quizás en este tipo de red haya influido, de una forma directa, la dureza del terreno.

La tectónica que se observa, dentro de la mencionada Zona 1, es típicamente pirenaica, con direcciones de pliegues que corresponden al plegamiento alpino. Direcciones que llevan el rumbo SE—NO, aunque existen desviaciones en estos rumbos, debido a las sucesivas fases de plegamientos y fracturación que se han producido en esta zona.

Como ya se ha destacado en el capítulo general de Tectónica, el flysch, debido a su plasticidad y a la disposición de sus capas (alternancias de capas duras y blandas), actúa, frente a los empujes orogénicos, de una forma extremadamente plástica, dando lugar a un plegamiento muy intenso y no observándose fracturación importante salvo en su parte meridional.

Dentro de la serie flysch, en la Zona 1, se presentan pliegues de la primera fase: son pliegues con clara vergencia Sur, dando lugar a anticlinales y sinclinales en posiciones aberrantes, llegando a veces a su inversión total, aunque la tónica general que se observa es que los pliegues anticlinales, presentan su flanco Sur mucho más forzado que su flanco Norte, mientras que a los pliegues sinclinales les ocurre lo contrario, presentan su flanco Norte mucho más forzado que su flanco Sur.

Las direcciones de esfuerzos que se manifiestan en esta zona, presentan una dirección NE—SO paralela a las direcciones de desplazamiento de los mantos pirenaicos.

Ejemplo de estructuras tectónicas acusadas, dentro de esta Zona, son las situadas en la Foz de Biniés y la línea de contacto del flysch con la formación de Argüis (Margas calcáreas azules).

La zona presenta una serie de anticlinales y sinclinales, todos ellos escalonados y muy deformados, llegando a veces a la rotura total por su eje. Este conjunto de pliegues, presenta su centro en la Foz de Biniés, claramente visible y desarrollado sobre las calizas de "Alveolinas" del Eoceno Inferior, (Fig. 6). Este gran anticlinal presenta su flanco Sur muy forzado, con buzamientos entre 70° y 90° y su flanco Norte mucho más laxo, aunque bastante más fracturado.

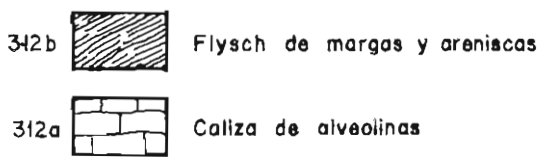
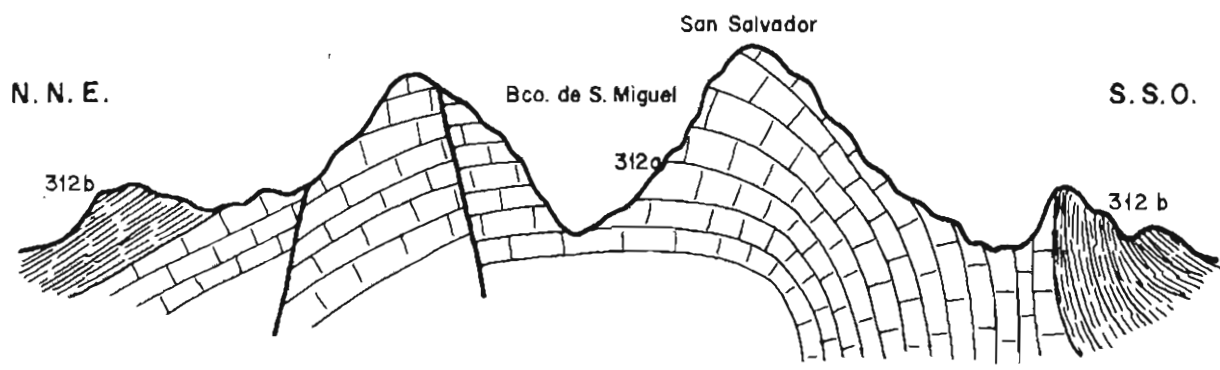


FIG. 6 ESQUEMA LONGITUDINAL DEL ANTICLINAL DE LA FOZ DE BINIES

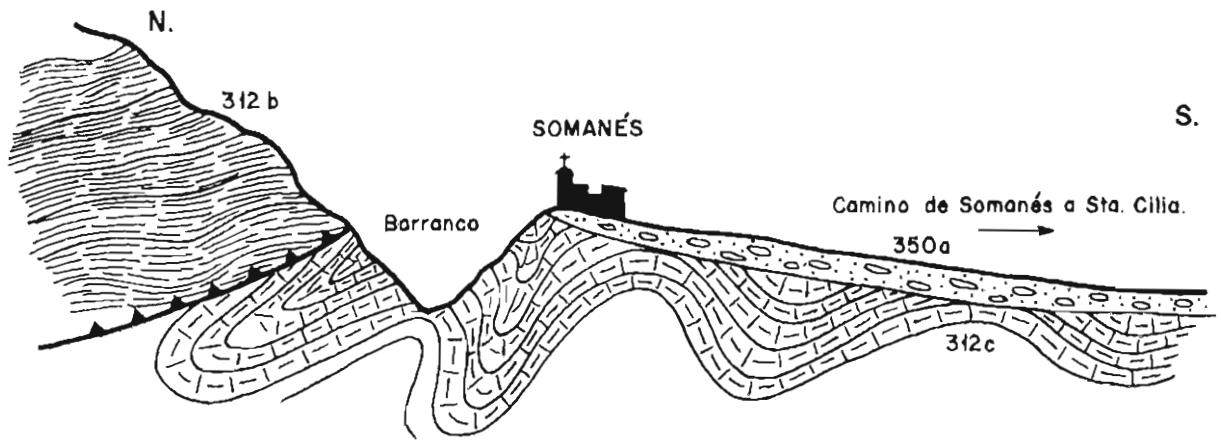


FIG. 7 ESQUEMA LONGITUDINAL DEL CABALGAMIENTO DEL FLYSCH EOCENO SOBRE LAS MARGAS DE LA CANAL EN SOMANÉS.

BLOQUE DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA ZONA 1

EL FLYSCH EOCENO

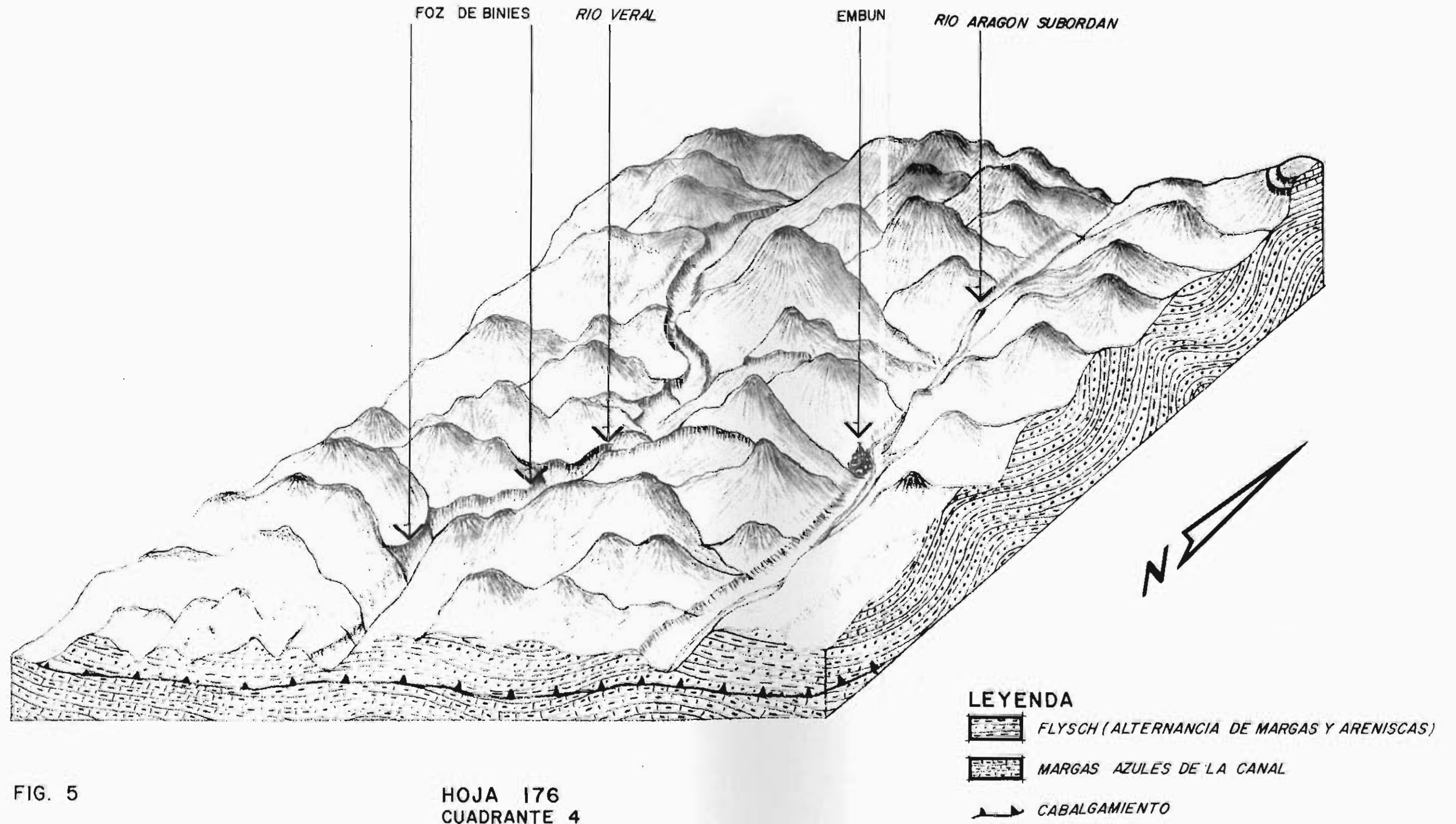


FIG. 5

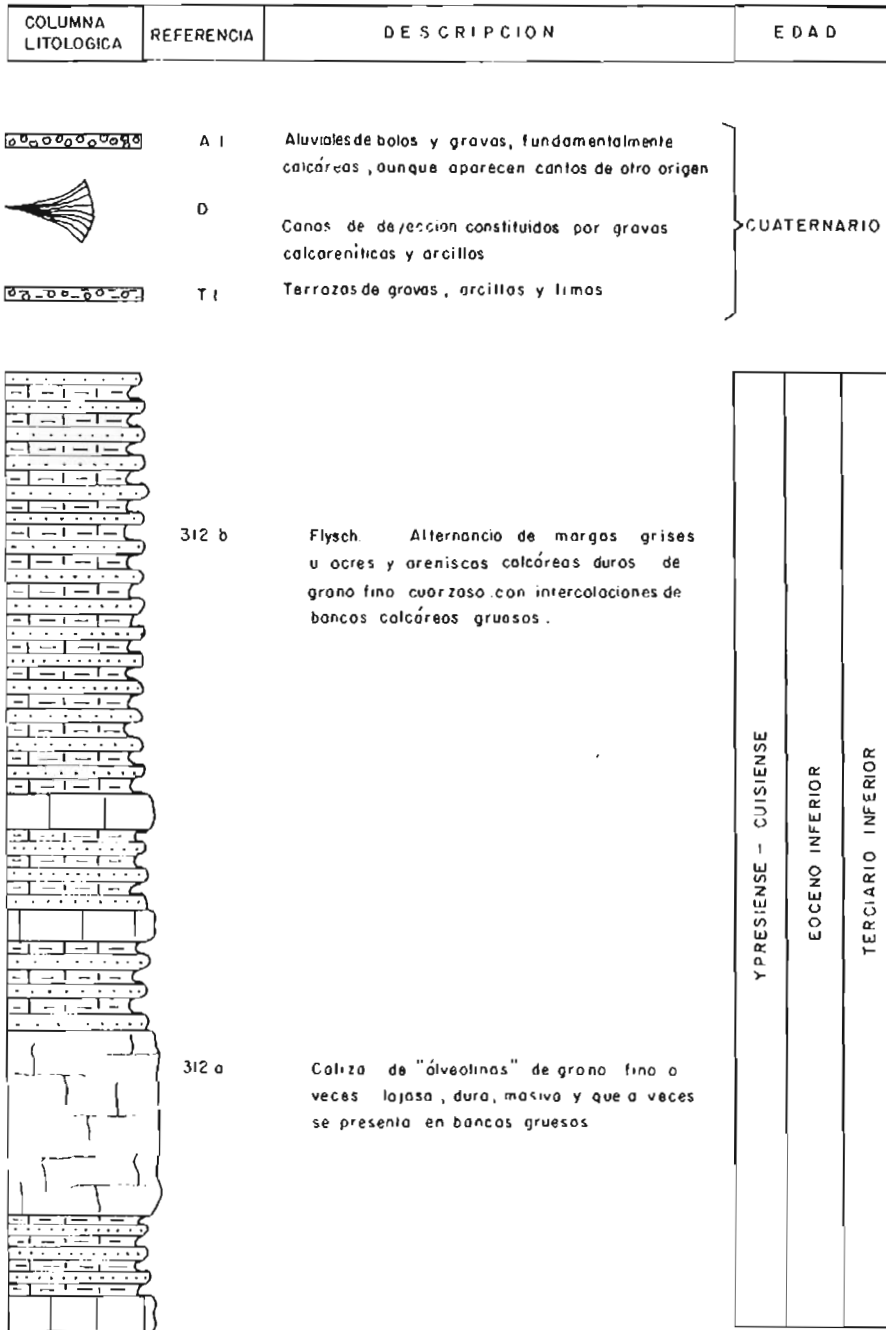
HOJA 176
CUADRANTE 4

Otro accidente tectónico destacable es el cabalgamiento del Flysch Eoceno sobre las margas azules de la Canal de Berdún. Este accidente tectónico es consecuencia de la translación del Flysch producido por los empujes de los mantos pirenaicos (Manto de Gavarnie).

Toda la zona limítrofe a este cabalgamiento se encuentra altamente replegada, produciéndose despegues y pequeñas escamas.

A veces se puede considerar como una falla inversa de plano tendido que oscila entre los 45° máximo y los 10° mínimo. La dirección de este cabalgamiento es ONO–ESE y es paralelo a las direcciones de plegamiento, correspondiente a la 1ª fase, descrita en el capítulo general. Desde Somanes hasta Biniés es prácticamente continuo y visible (Fig. 7).

3.1.2 Columna Estratigráfica



ESCALA APROXIMADA 1 cm ~ 100 m

3.1.3 Grupos Geotécnicos

Se han diferenciado cinco grupos geotécnicos:

ALUVIALES DE CAUCES (A1)

Litología.— Están constituidas por gravas y bolos, redondeados y heterométricos fundamentalmente calcáreos aunque aparecen cantos dispersos de otra naturaleza.

Estructura.— Se trata de un conjunto masivo y poco potente que se encuentra rellenando fondos de valle.

Geotecnia.— Este material se podrá excavar con facilidad, los taludes en las excavaciones pueden tener una pendiente 1:1, que es la que presentan los taludes de las excavaciones existentes en la actualidad. Se puede emplear este material en obras de tierra y como árido para hormigones. Su permeabilidad es alta aunque el drenaje será deficiente, por existir niveles freáticos altos. Es competente como cimiento de terraplenes y obras de fábrica, con tensiones admisibles altas (3–4 Kg/cm²) para cimentaciones superficiales; se debe prestar mucha atención a los posibles fenómenos de socavación, dado el fuerte poder erosivo de los ríos.

CONOS DE DEYECCION (D)

Litología.— Están constituidos por gravas calcareníticas imbricadas, heterométricas y arcillas limosas ocre; en mayor o menor proporción se encuentran gravas calcáreas.

Estructura.— Se trata de un conjunto masivo en disposición caótica que rellenan zonas de desembocadura en barrancos.

Geotecnia.— Este conjunto será fácilmente excavable. Los taludes naturales observados varían entre 1:2 y 1:3 (H/V) y los artificiales son del orden de 1:2 (H/V), que son los recomendables para los taludes de los desmontes. Se puede emplear como núcleo de terraplenes. Es poco permeable por lo que el drenaje profundo será deficiente. El drenaje superficial será bueno favorecido por el relieve. La capacidad portante para terraplenes y obras de fábrica será baja con tensiones admisibles menores de 2 Kg/cm², para cimentaciones superficiales. Existen riesgos de inestabilidad general.

TERRAZAS DE LOS RÍOS ARAGÓN SUBORDAN Y VERAL (T1)

Litología.— Están constituidos por gravas fundamentalmente calcáreas, redondeadas y heterométricas, arcillas rojizas y limos arenosos.

Estructura.— Se encuentran totalmente horizontales tanto su superficie como los escasos planos de estratificación visibles. (Foto 1).

Geotecnia.— Estos materiales serán fácilmente excavables. Los taludes naturales y artificiales observados son del orden de 1:1, por lo que se recomienda emplear este talud en los desmontes bajos. Si los desmontes tuviesen una altura superior a 5 m, se deben proyectar taludes 3/2 (H/V). Los materiales excavados son aptos para su empleo en obras de tierra. Su permeabilidad es alta aunque el drenaje superficial y el profundo serán deficientes por la horizontabilidad de este terreno y la poca permeabilidad del sustrato. La capacidad portante de este conjunto, para terraplenes y

obras de fábrica, oscilará entre media y alta, dependiendo del porcentaje de finos. Las tensiones admisibles, para cimentaciones superficiales, variarán entre 2 y 4 Kg/cm².



Foto 1.— Lechos aluviales del río Aragón Subordán depositados sobre el Flysch Eoceno.

EL FLYSCH DE LOS VALLES DE HECHO Y ANSO (312b)

Litología.— Está constituida por una alternancia regular de lechos medianos de areniscas calcáreas, de grano fino de naturaleza cuarcítica, muy ricas en mica y capas medianas de margas pizarrosas, gris ocre. Existen intercalaciones de gruesos bancos de calizas margosas gris—azuladas de grano fino y con abundante fauna de Alveolinas y Nummulites.

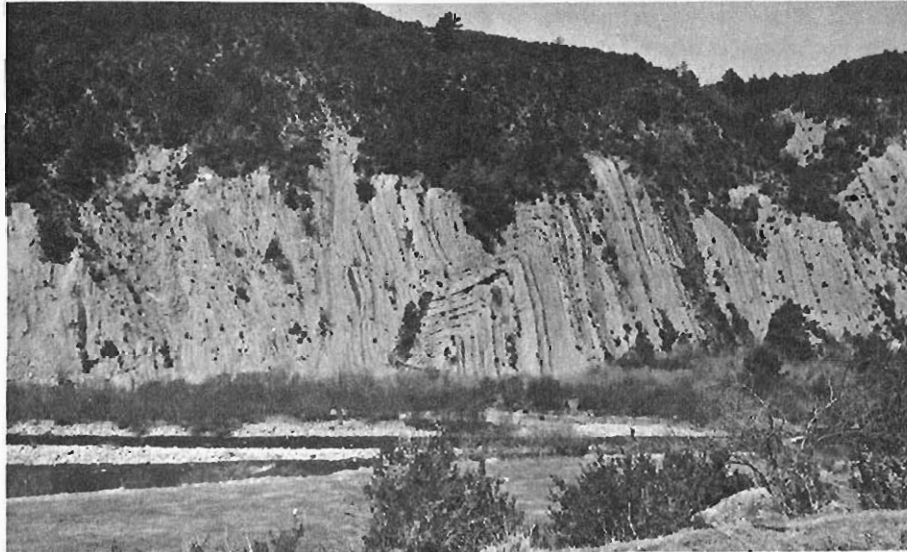


Foto 2.— Flysch del valle de Hecho: Alternancia de margas y areniscas muy plegadas. (312b)

Estructura.— Se encuentra muy plegado, con fuertes buzamientos que llegan a la inversión total. Existe fracturación acusada en la charnela de los pliegues (Foto 2).

Geotecnia.— Se trata de un material difícilmente ripable por la presencia de los bancos de arenisca. Aunque el flysch es una formación considerada tradicionalmente como peligrosa en cuanto a estabilidad, en este caso no parecen existir problemas de este tipo. Existen taludes naturales y artificiales de unos 10 m de altura con inclinación 1:3 (H/V) bien conservados, (Foto 3). No obstante, la estabilidad depende fundamentalmente de la orientación y buzamiento de los estratos en relación con la dirección de la excavación a realizar, por lo que no se pueden dar recomendaciones de carácter general. Pueden existir caídas de piedras por descalzamiento de los niveles duros por erosión diferencial. El material no es adecuado para su empleo en obras de tierras. Su drenaje profundo es deficiente. El drenaje superficial es bueno por la fuerte topografía. La capacidad portante como cimiento de terraplenes y obras de fábrica, es media, con tensiones admisibles para cimentaciones superficiales de 2 a 3 Kg/cm².

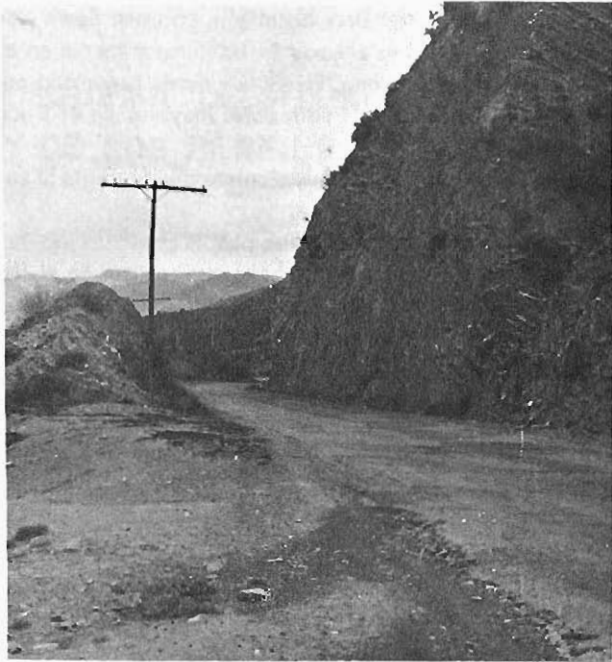


Foto 3.— Talud artificial en el Flysch Eoceno a la entrada del valle de Hecho y cortado al hilo de la estratificación. (312b)

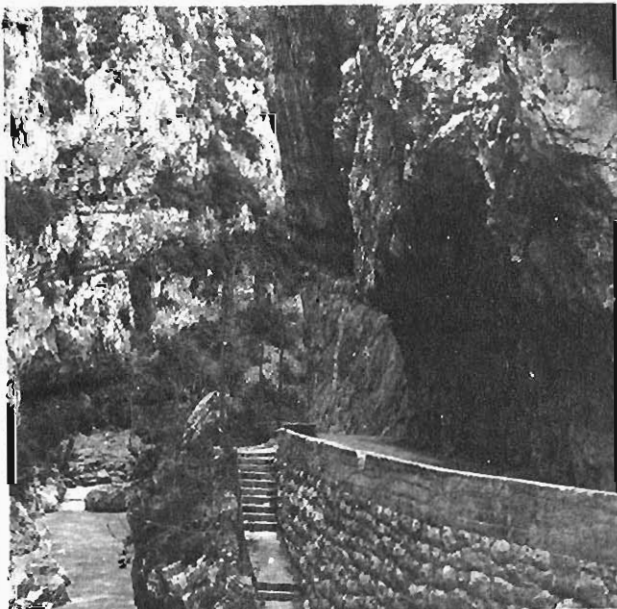


Foto 4.— Talud natural y artificial extraplomado en las calizas nummulíticas de la Foz de Binies (312a).

CALIZA DE LA FOZ DE BINIES (312a)

Litología.— Caliza margosa gris oscura de grano fino, dura y con frecuentes lechos margosos, muy fosilífera.

Estructura.— Se trata de un conjunto masivo, a veces banqueado hacia el muro de la serie. Se encuentra plegado en un anticlinal con fracturación acusada en el flanco Norte y fuertes buzamientos en el flanco Sur.

Geotecnia.— Este material no es ripable. Es muy estable en desmontes naturales y artificiales verticales y hasta en desplome (Foto 4). El producto de las excavaciones es utilizable en

draplens y como áridos para hormigón, con una ligera clasificación para evitar los bancos margosos. Su permeabilidad es elevada en fracturas y media en el conjunto. El drenaje tanto superficial como profundo, será bueno. Presenta elevada capacidad portante como cimiento de terraplenes y obras de fábrica, con cargas admisibles mayores de 4–5 Kg/cm² para cimentaciones superficiales.

3.1.4 Resumen de problemas geotécnicos que presenta la zona

Los problemas fundamentales para la construcción de vías de comunicación en esta Zona son los debidos a los desmontes que haya que realizar en el flysch y en las calizas de la Foz de Binies.

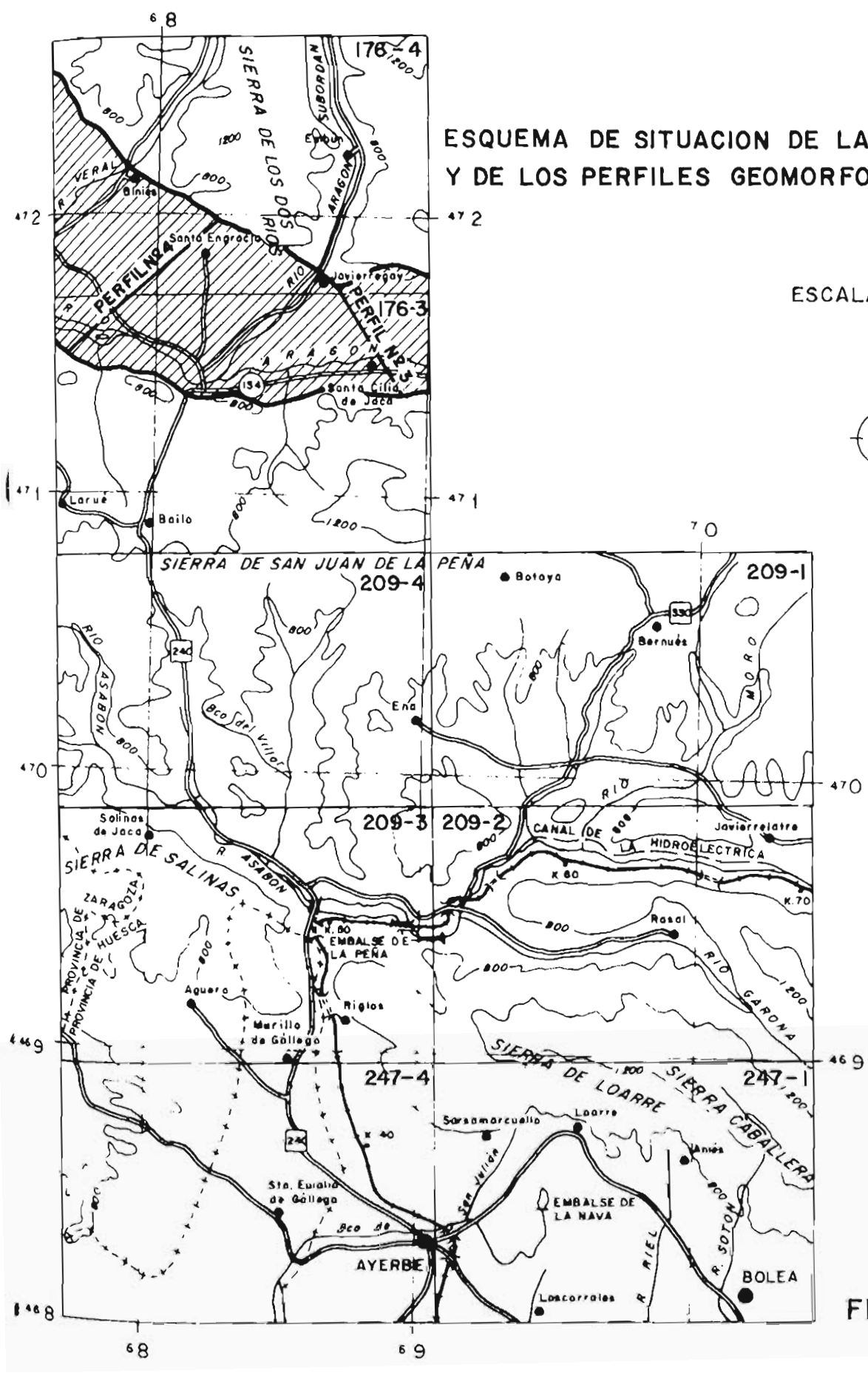
Los primeros, pueden dar lugar a deslizamientos si la estratificación y el buzamiento es desfavorable, aunque ya se ha señalado que en la actualidad no parecen existir problemas de este tipo. Se presentan problemas por desprendimiento de piedras y bloques.

Los desmontes en las calizas de la Foz de Biniés serán costosos por la dureza de la roca y el volumen que sería necesario mover, dada la accidentada topografía existente.

Pueden existir problemas de socavación en cimentaciones de obras de fábrica y terraplenes de acompañamiento.

También pueden aparecer problemas muy aislados de inestabilidad en desmonte en conos de deyección.

Existen buenos materiales para obras de tierra y áridos para hormigones, si bien en algunos casos las distancias de transporte pueden llegar a ser importantes.



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

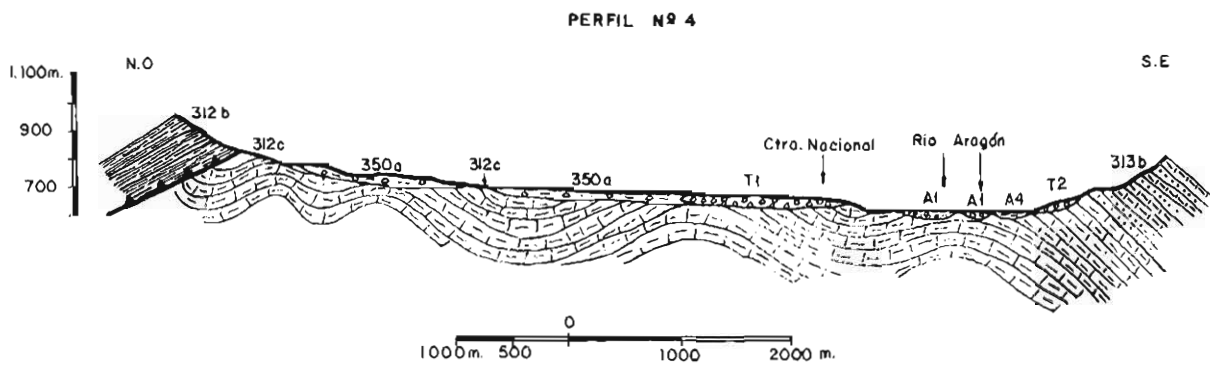
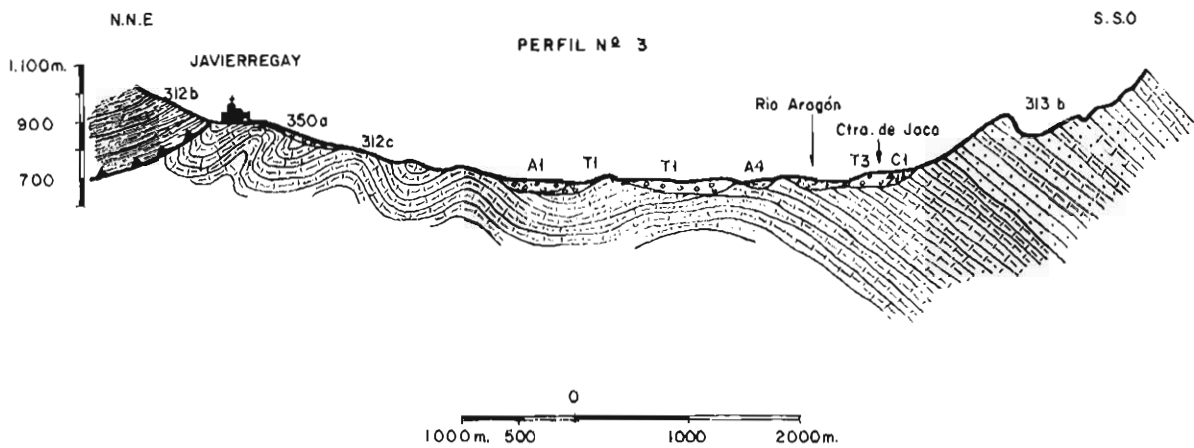
ESCALA 1:200.000



FIG. 8

PERFILES GEOMORFOLÓGICOS DE LA ZONA 2

ESCALAS H = 1:50.000
V = 1:20.000



LEYENDA

}		Glacis, gravas areniscosas y limos (350a)	}		Margas calcáreas azules (312c)	
		Terrazas, gravas y arcillas (T1, T2, T3)			Flysch de margas y areniscas (312b)	
		Aluviales, gravas y bolos (A1, A2)		}		Areniscas y margas (313b)
		Aluviales arcillosos con gravas (A4)				
		Coluviales de gravas y arcillas (C1)				

FIG. 9

3.2 ZONA 2: LA CANAL DE BERDUM

3.2.1 Geomorfología y Tectónica

Un rasgo morfológico de la totalidad de la Cordillera Pirenaica es la casi ausencia de valles longitudinales. En efecto, la mayoría, de los valles son transversales y con cursos de agua rápidos e impetuosos. Pero para este caso nos encontramos con una excepción. La Canal de Berdún es un gran valle longitudinal regado por el río Aragón con un recorrido aproximado de 100 kilómetros. El presente estudio cubre solamente la zona media—alta del valle, zona situada desde Santa Cilia de Jaca hasta el pueblo de Berdún.

Esta unidad morfo—estructural, corresponde a una ondulación del terreno, el cual se presenta bajo el dominio de un amplio sinclinorio de 8—12 Km de ancho, por término medio, y ocupado fundamentalmente por margas azules terciarias que forman la parte superior de la serie sedimentaria marina del Eoceno.

Podemos considerar, que morfológicamente nos encontramos entre dos grandes formaciones calcáreas: Las Sierras Interiores al Norte y las Sierras Exteriores al Sur.

Dentro de la depresión (Fig. 10) que en este apartado señalamos, es quizá el río Aragón el accidente morfológico más importante.

Los sucesivos levantamientos de la Cordillera Pirenaica y los fenómenos de socavación del río Aragón han motivado una serie de paleorrelieves todos ellos cubiertos por depósitos aluviales (Glacis, terrazas, etc.). De hecho se puede observar que encima del substrato aparece un conjunto de terrazas correspondientes a aluviones dejados por el río Aragón, las cuales marcan un factor morfológico importante para discernir cual ha sido la evolución de la región.

En la actualidad, y junto a la red fluvial antigua se ha desarrollado una red transversal a la estructura, que erosiona los propios depósitos que el río Aragón y sus afluentes han ido dejando en el transcurso de su evolución. Esta red posterior erosiona al mismo tiempo, los mantos de glacis que se han desarrollado al pie del flysch margo—arcilloso, dejando al descubierto el substrato margoso de la Canal de Berdún.

Como unidad morfoestructural, sería fácil diferenciar esta Zona del resto de las zonas que la circunda, pero como unidad tectónica es prácticamente imposible ya que pertenece al contexto de las Sierras Subpirenaicas y presenta los mismo caracteres estructurales que las demás.

En resumen la Canal de Berdún es un amplio sinclinorio, cuya charnela principal se desarrolla a lo largo del río Aragón.

El flanco Norte de este sinclinal se encuentra altamente plegado, adquiriendo los pliegues mayor vigor en las zonas próximas al flysch, debido al empuje que éste ha producido en su translación hacia el Sur.

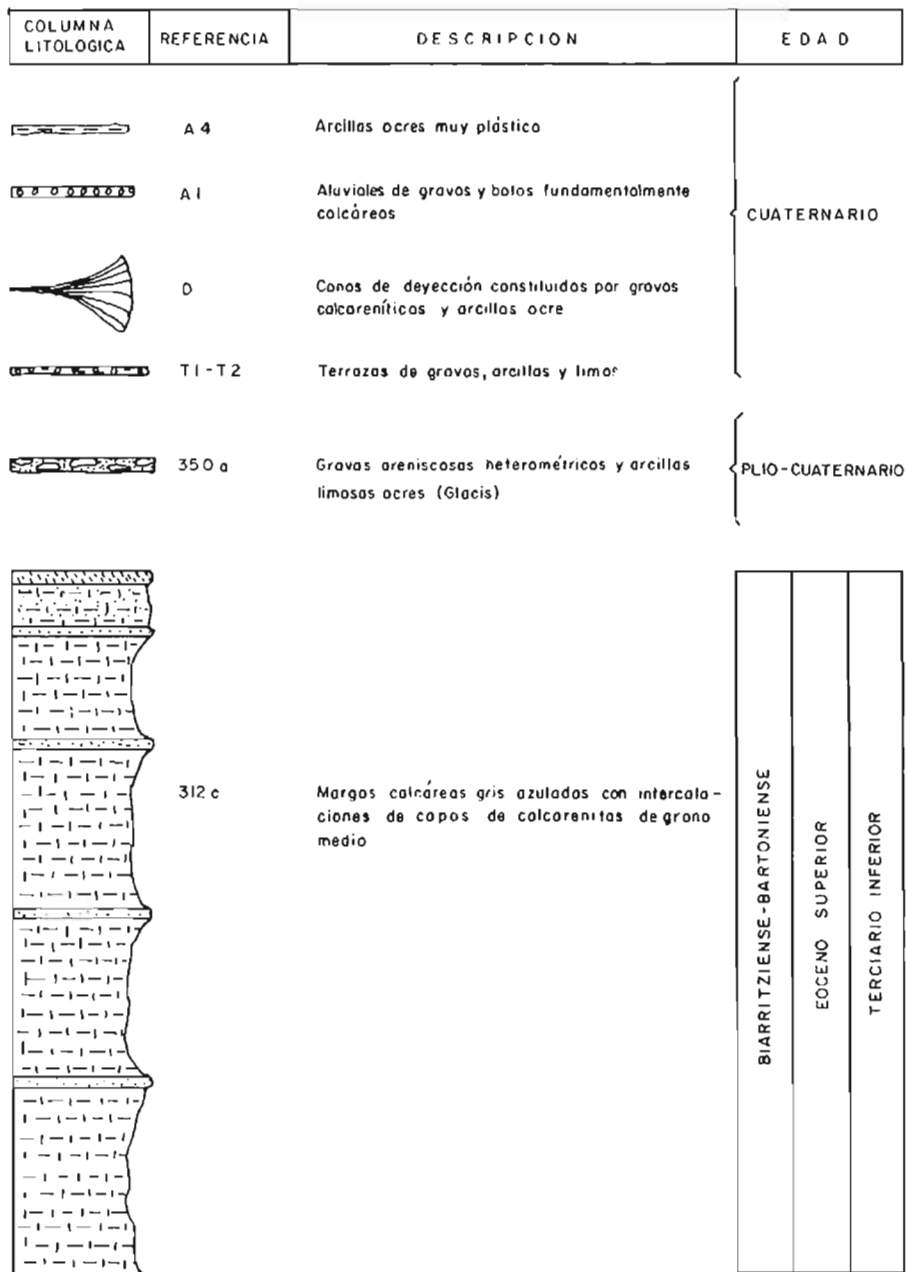
La litología ha jugado un papel importante en este tipo de plegamiento, ya que el conjunto margo—arcilloso que ocupa la Canal de Berdún favorece este plegamiento.

La fracturación es escasa o casi nula, ya que como se explica en el párrafo anterior, esta litología actúa de amortiguador, junto con el flysch, a los empujes orogénicos pirenaicos,

adaptándose perfectamente a dichos esfuerzos.

Las direcciones tectónicas siguen siendo las mismas que para las demás zonas, presentando un rumbo ONO-ESE.

3.2.2 Columna Estratigráfica



ESCALA APROXIMADA 1 cm ~ 100 m.

BLOQUE DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA ZONA 2
LA CANAL DE BERDUN

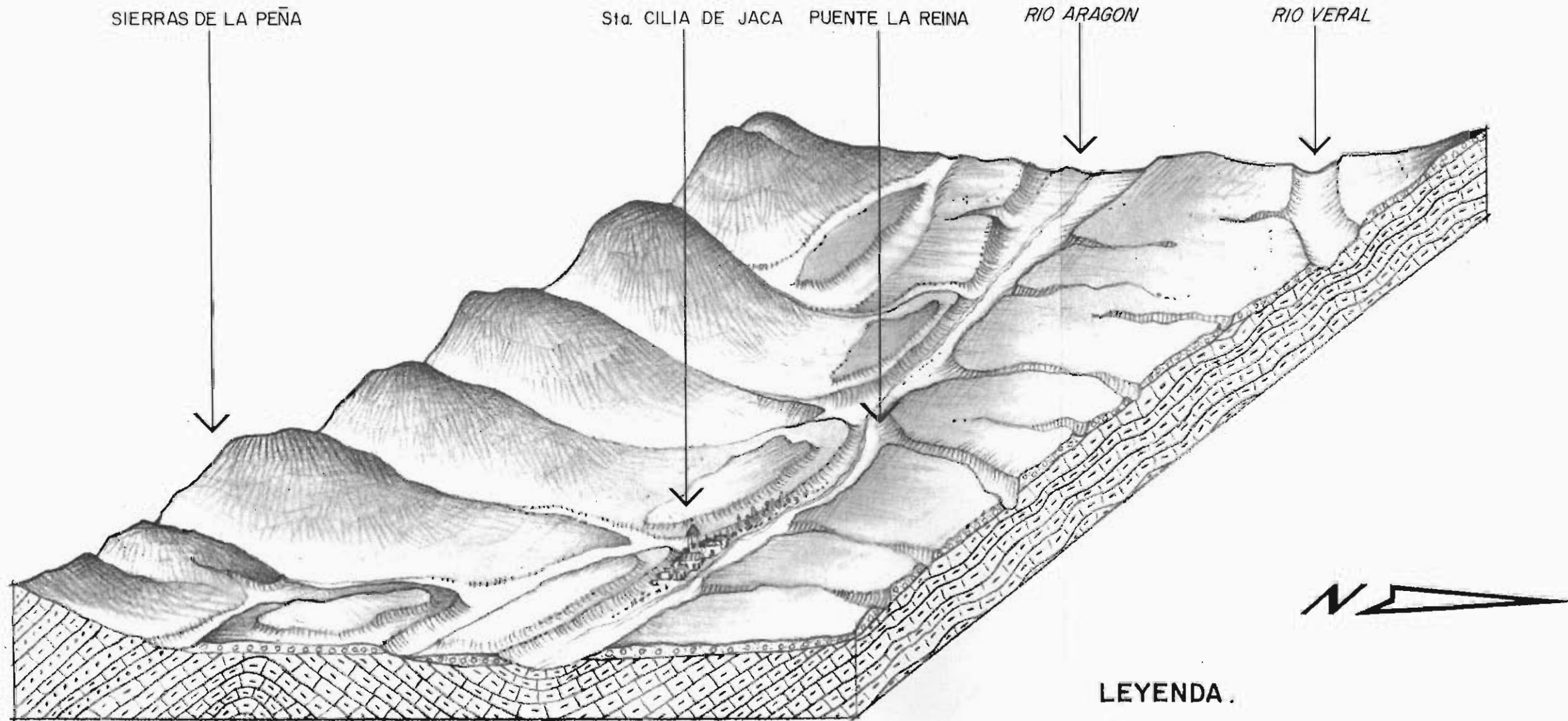





FIG. 10

HOJA 176
CUADRANTE 3

LEYENDA.

-  TERRAZAS Y GLACIS
-  MARGAS DE LA CANAL
-  ARENISCAS Y MARGAS

3.2.3 Grupos Geotécnicos

En esta Zona se han diferenciado seis grupos geotécnicos.

ALUVIALES ARCILLOSOS (A4)

Litología.— Aluviales arcillosos ocreos muy plásticos con bastante contenido en limos finos y alguna grava areniscosa dispersa.

Estructura.— No presenta ninguna estructura ocupando zonas abarrancadas poco profundas.

Geotecnia.— Estos materiales se pueden excavar con facilidad. No es aconsejable su utilización en obras de tierra. La permeabilidad es pequeña y el drenaje tanto superficial como profundo será muy deficiente. Se deben considerar como no competentes para cimiento de obras de fábrica. Darán lugar a asentamientos apreciables bajo los terraplenes. Por su pequeña extensión no plantean problemas geotécnicos serios, aunque deben estudiarse con atención al proyectar vías de comunicación por constituir puntos singulares.

ALUVIALES DE CAUCE (A1)

Litología.— Gravas y bolos redondeados y heterométricos, fundamentalmente calcáreos, aunque también existen cantos dispersos de otra naturaleza.



Foto 5.— Depósitos aluviales del río Aragón en Santa Cilla de Jaca.

Estructura.— Se trata de conjunto masivo y poco potente que rellena fondos de valle y llanuras aluviales. (Foto 5).

Geotecnia.— Ya se describió en el apartado 3.1.3 de la Zona 1.

CONOS DE DEYECCION (D)

Litología.— Gravas calcareníticas imbricadas, heterométricas y arcillas limosas ocreas con mayor o menor proporción de limos rojizos.

Estructura.— Constituyen un conjunto masivo en disposición caótica que rellena zonas de desembocadura de barrancos.

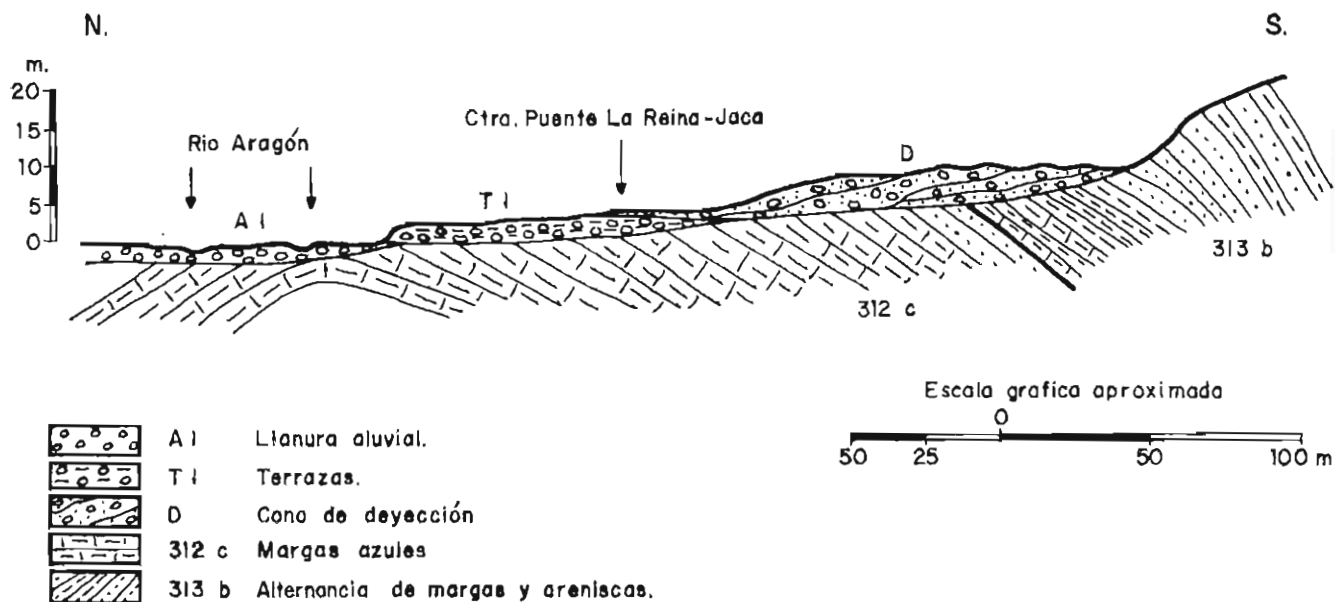


FIG. 11 ESQUEMA DE LA DESEMBOCADURA DEL BARRANCO DE ALASTUEY

Geotecnia.— Ya se describió en el apartado 3.1.3 de la Zona 1.

TERRAZAS DE LOS RIOS ARAGON, ARAGON SUBORDAN Y VERAL (T1, T2)

Litología.— Gravas, bolos y cantos fundamentalmente calcáreos, aunque aparecen cantos de otra naturaleza. En general heterométricos y subredondeados a redondeados. La materia que envuelve estas gravas es fundamentalmente arcillosa, aunque con una proporción variable de limos y arenas finas, dependiendo del lugar. En general todas las terrazas están cubiertas por una delgada película de arcillas marrón rojizas.

Estructura.— Se encuentran totalmente horizontales, tanto en superficie como en los escasos planos de estratificación que se insinúan. Se encuentran depositados discordantemente sobre las margas azules del Eoceno Superior. (Foto 6).

Geotecnia.— Ya se describió en el apartado 3.1.3 de la Zona 1 (Grupo T1) (Foto 7).



Foto 6.— Terrazas del río Veral en la carretera de Berdún a Ansó; debajo se encuentran las margas azules de la Canal.



Foto 7.— Aspecto de un talud excavado en las terrazas del río Veral.

GLACIS DE JAVIERREGAY — SOMANES (350a)

Litología.— Materiales coluviales formados por gravas areniscosas, heterométricas y angulosas y arcillas limosas ocreas encontrándose en general los cantos imbricados. Enlazan superficialmente con las terrazas superiores del río Aragón (Fotos 8 y 9).



Foto 8.— Aspecto superficial del glacis al sur del pueblo de Somanés.



Foto 9.— Gravas imbricadas y arcillas limosas ocras que constituyen el glacis de Javierregay—Somanés.

Estructura.— Se trata de una formación ligeramente inclinada que presenta una pendiente que oscila entre los 2° y 5°. Presenta disposición caótica y sin planos de estratificación visible. Se encuentra discordante sobre las margas azules del Eoceno Superior (Fig. 12).

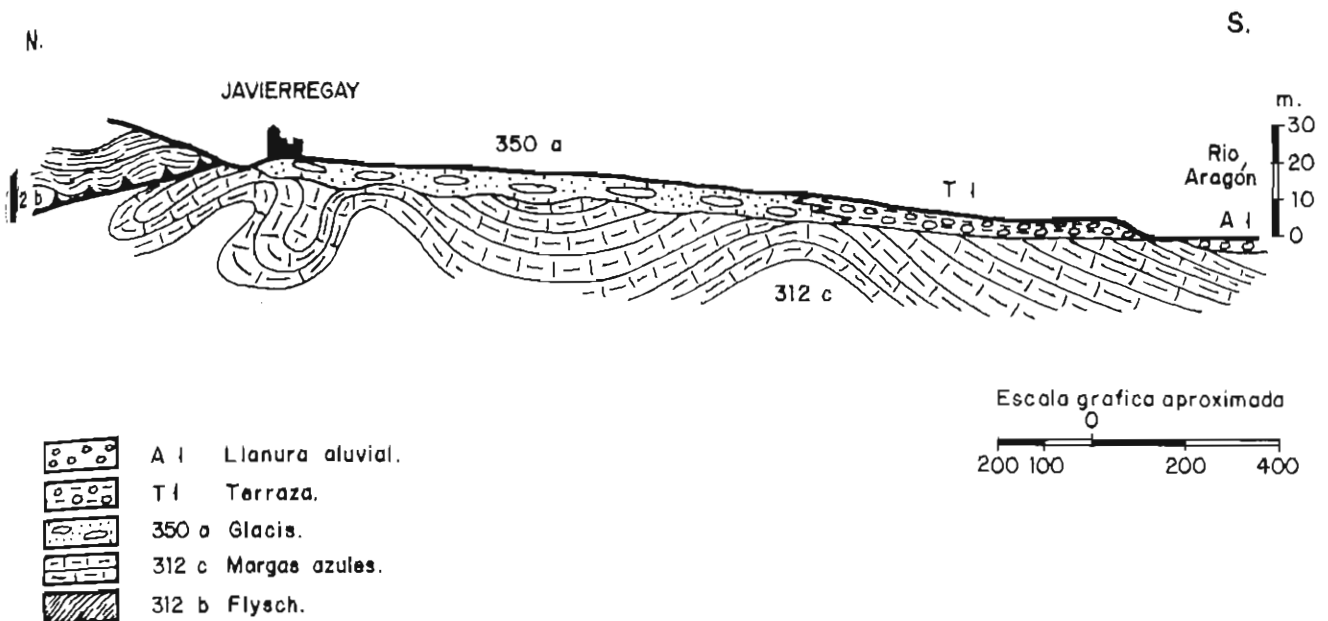


FIG.12 ESQUEMA DE LA MARGEN IZQUIERDA DEL RIO ARAGON SUBORDAN

Geotecnia.— Esta formación es ripable. Los taludes artificiales observados son del orden de 1:1, por lo que se recomienda emplear este talud en los desmontes bajos. Si los desmontes tuviesen una altura superior a 5 m, se deben proyectar taludes 3/2 (H/V). Los materiales excavados se pueden emplear en obras de tierra. Su permeabilidad es buena, pero el drenaje superficial será regular por la suave topografía existente. Constituye un buen cimiento para terraplenes y obras de fábrica, pudiéndose estimar las tensiones admisibles para cimentaciones superficiales en 2–3 Kg/cm².

MARGAS AZULES DE LA CANAL DE BERDUN (312c)

Litología.— Margas calcáreas gris azuladas, muy compactas, con intercalaciones de bancos calcareníticos hacia el techo, de grano fino cuarzoso y cemento calcáreo micrítico y abundantes niveles con fauna.

Estructura.— Se trata de una formación plegada, sobre todo en el contacto con el flysch, donde los pliegues presentan sus flancos invertidos. La intensidad del plegamiento disminuye hacia la zona central de la formación (Rio Aragón). La formación está poco fracturada y diaclasada, presenta numerosos bancos con textura pizarrosa y lajosa así como frecuentes acuñamientos de capas y bancos (Foto 10).

Geotecnia.— Estas margas son difícilmente ripables, excepto la capa superficial más alterada. Los taludes para excavaciones pequeñas pueden ser 1/2 (H/V) según se observa en las excavaciones existentes, para excavaciones medias y grandes se deben tender los taludes a 2/1 (H/V), que es aproximadamente el talud natural observado. (Foto 11). No se deben emplear como material para obras de tierra. Su permeabilidad es baja por lo que el drenaje profundo es deficiente, aunque el superficial puede ser bueno debido a la fuerte topografía.

Se puede considerar como competentes para cimientos de terraplenes y obras de fábrica con tensiones admisibles medias a altas (3-4 Kg/cm²). Darán lugar a asentamientos pequeños. Por ser fácilmente alterables en superficie, se producen abarrancamientos y aterramientos importantes.



Foto 10.— Taludes artificiales en la carretera nacional 240 de Huesca a Pamplona. Sobre las margas azules de la Canal, aparecen las terrazas del río Aragón.

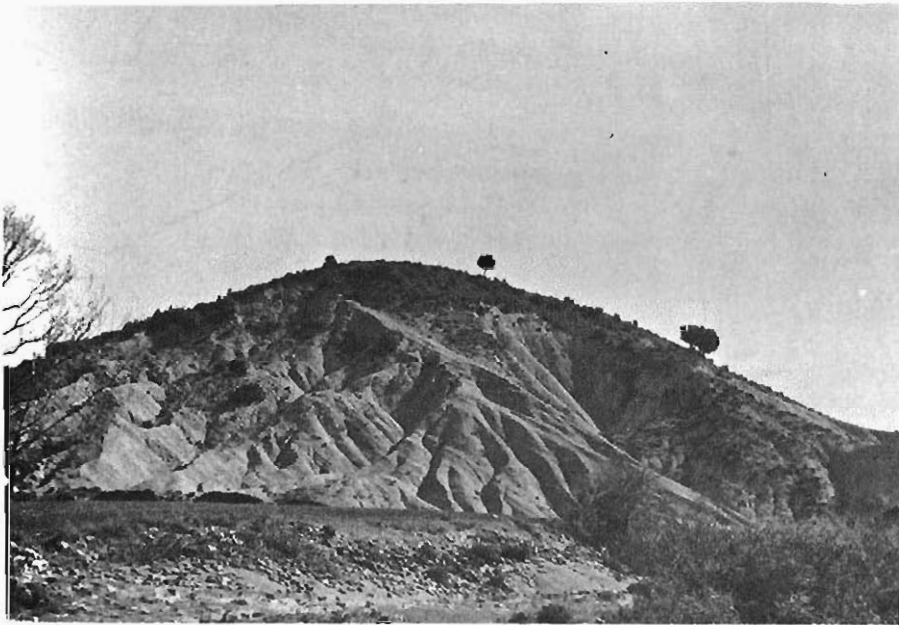


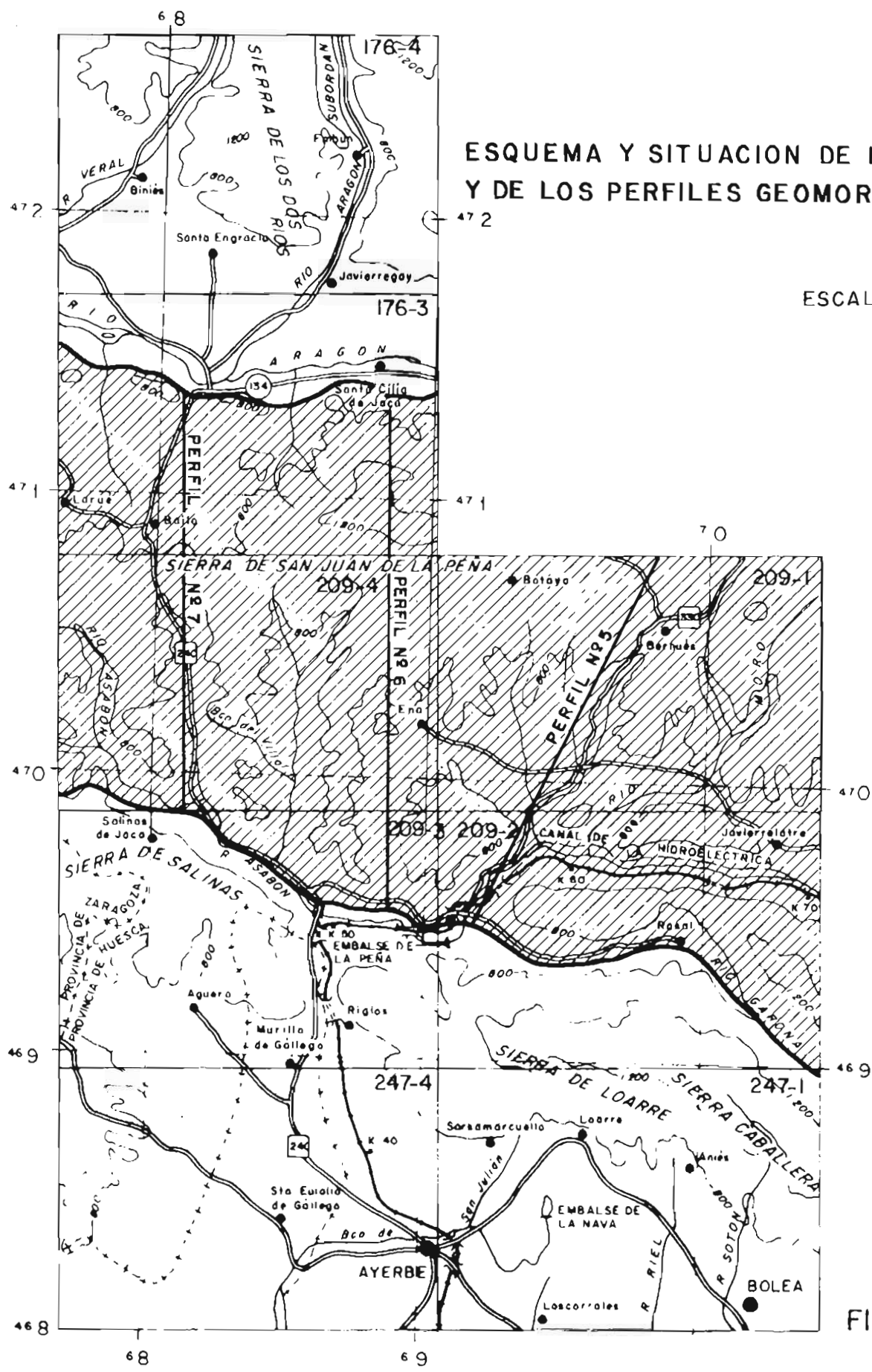
Foto 11.— Aspecto local de las margas azules de la Canal en la margen derecha del río Aragón (Flanco Norte del Sinclinorio de la Canal de Berdún).

3.2.4 Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona

Existen pocos problemas geotécnicos en esta zona. La difícil ripabilidad de las margas azules de la Canal de Berdún y sus frecuentes abarrancamientos encarecerán el movimiento de tierras.

Existirán problemas de socavación en cimentaciones de obras de fábrica y terraplenes de acompañamiento.

También pueden aparecer problemas muy localizados de inestabilidad en desmontes en conos de deyección y de algún suelo blando en fondos de barrancos.



ESQUEMA Y SITUACION DE LA ZONA 3
Y DE LOS PERFILES GEOMORFOLOGICOS

ESCALA 1:200.000



FIG.13

PERFILES GEOMORFOLOGICOS DE LA ZONA 3

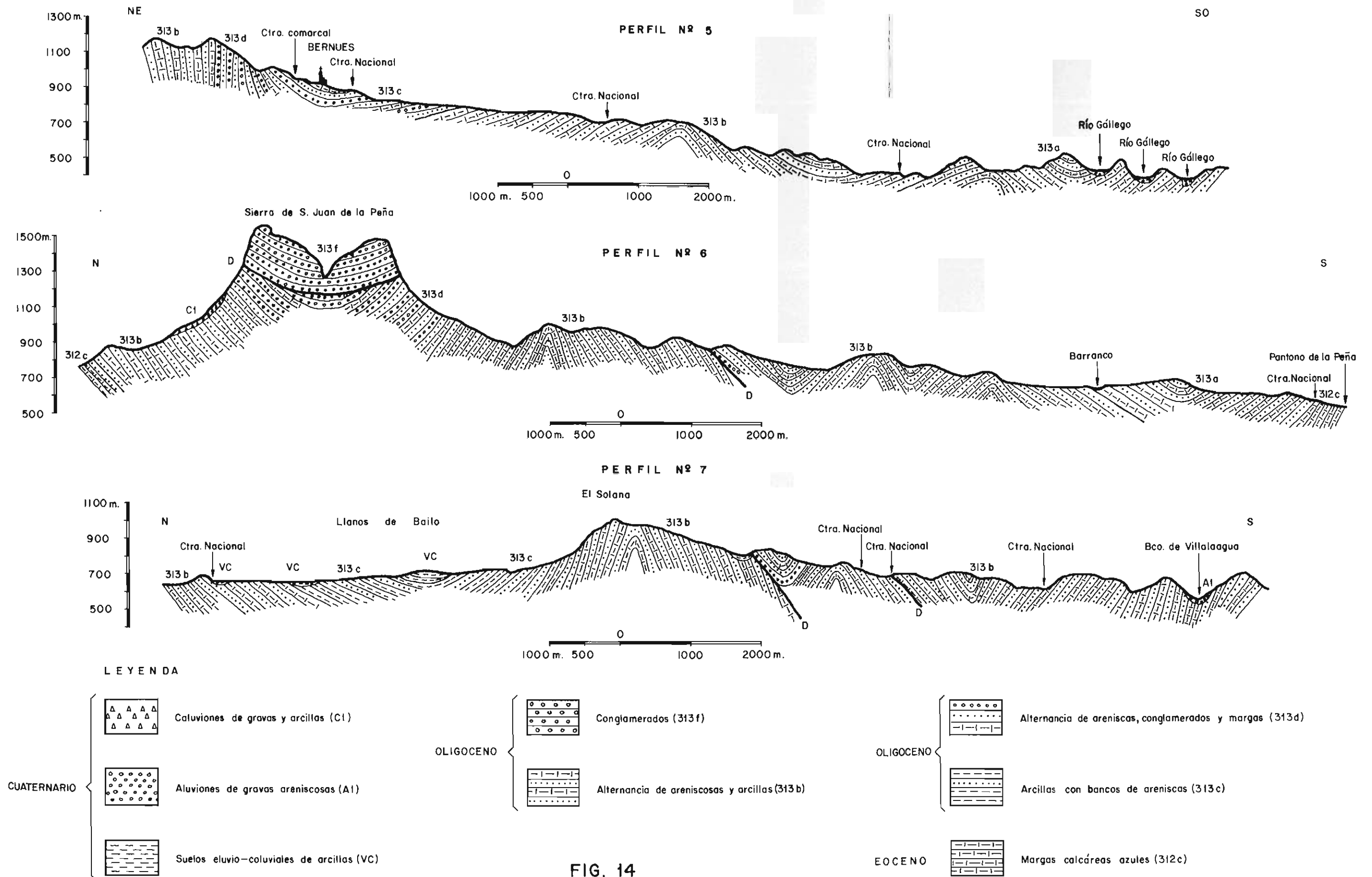


FIG. 14

3.3 ZONA 3: SIERRAS DE LA PEÑA

3.3.1 Geomorfología y Tectónica

Como se ha destacado en capítulos anteriores, la naturaleza del roquedo y la estructura geológica son los factores primordiales que influyen en todo este conjunto de sierras. Su papel importante se desprende del simple paralelismo entre las alineaciones topográficas y los ejes de plegamiento a todo lo largo de la zona.

Sin embargo, esto no es todo lo que acontece en esta zona. El trazado de la red hidrográfica principal se sigue manteniendo perpendicular a las direcciones estructurales, aunque aquí la naturaleza litológica no ofrece gran resistencia al poder erosivo de las aguas y éstas adquieren, a veces, cursos divagantes, siguiendo estratos y bancos de naturaleza más blanda. Al mismo tiempo se ha implantado una red subsecuente secundaria que se mantiene paralela a las direcciones estructurales y que se desarrolla fundamentalmente sobre los bancos de naturaleza blanda (arcillas y margas).

Dos son, pues, los factores que influyen en el modelado de esta zona a) litología y b) estructura.

a) Litológicamente la zona presenta casi en su totalidad una alternancia de capas duras y blandas (margas y areniscas o conglomerados) que le dan un aspecto ondulante produciéndose en muchas ocasiones pequeñas zonas con una intensa erosión diferencial, quedando los bancos duros al descubierto, formando típicos relieves de escarpe.

Un ejemplo de relieve netamente litológico es el formado por los conglomerados de San Juan de la Peña. Estos, debido a su consistencia y resistencia a los agentes erosivos, dan lugar a una serie de relieves que bordean toda la sierra, produciéndose escarpes de más de 150 m. Es precisamente la sierra de San Juan de la Peña la que presenta la topografía más elevada de la zona y de toda la región estudiada, junto con la Sierra de Loarre (1546 m sobre el nivel del mar).

Existen zonas como la de Bailo y los alrededores de Bernués que debido a su litología, preferentemente blanda, ocupan zonas topográficamente deprimidas, siendo mucho más fácil el ataque de los agentes erosivos externos.

b) Estructuralmente, el hecho más destacado son las alineaciones topográficas de las sierras, que guardan, como al principio se ha dicho, un estrecho paralelismo con la estructura. (Sierra de San Juan de la Peña, Sierra de Botaya, etc.).

Por otra parte se destaca en la zona un hecho que adquiere bastante importancia y es que los pliegues anticlinales se corresponden con las zonas topográficamente más elevadas y los sinclinales con las zonas topográficamente más deprimidas, todo ello sumado al conjunto litológico que presenta una gran homogeneidad en casi toda la zona. Cabe la excepción del sinclinal de la sierra de San Juan de la Peña, por ser este un relieve netamente litológico, como se dijo anteriormente. (Fig. 14 y 15).

Al Sur de las alineaciones eocenas que componen la zona meridional de las Sierras Interiores y también en contacto con la margen izquierda de la Canal de Berdún, se extiende una amplia cuenca sedimentaria oligocena, cubierta en su totalidad por depósitos, continentales. Estos tienen su límite en las sierras subpirenaicas exteriores (sierra de Santo Domingo y Loarre).

Esta amplia cuenca oligocena se extiende de E a O y recibe la denominación de Sinclinorio del río Guarga. Dicho sinclinorio lleva tras de sí un cortejo de pliegues anticlinales y sinclinales escalonados, que se mantienen casi paralelos a la dirección de la cuenca y que corresponden a la segunda fase orogénica pirenaica. Las distintas variaciones de los rumbos de los pliegues corresponden a acentuaciones posteriores de dicha fase orogénica que se han llegado a identificar como fase independiente (3ª fase).

En general, la zona presenta un plegamiento acusado con buzamientos que oscilan entre los 5° (zona de Bailo y Bernués) y los 90° (Anticlinal de la Sierra de Botaya).

Las sucesivas fases orogénicas han dejado huella, no sólo por el tipo de plegamiento sino por las disarmonías o discordancias que dentro de la cubeta oligocena aparecen. Se han llegado a detectar hasta tres discordancias intraoligocenas; de ellas la más clara es la situada en la base de los conglomerados de San Juan de la Peña.

BLOQUE DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA ZONA 3
LAS SIERRAS DE LA PEÑA

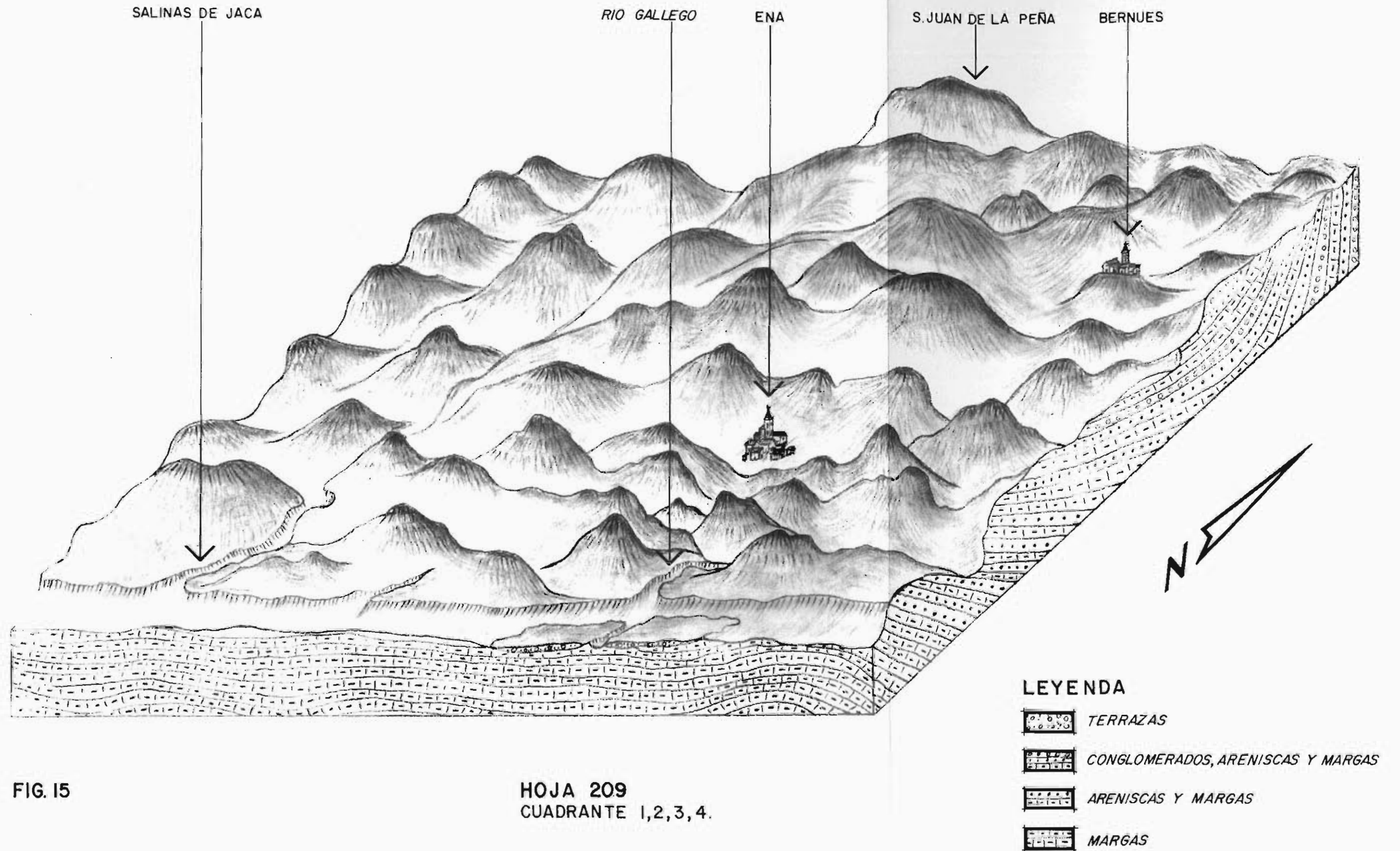
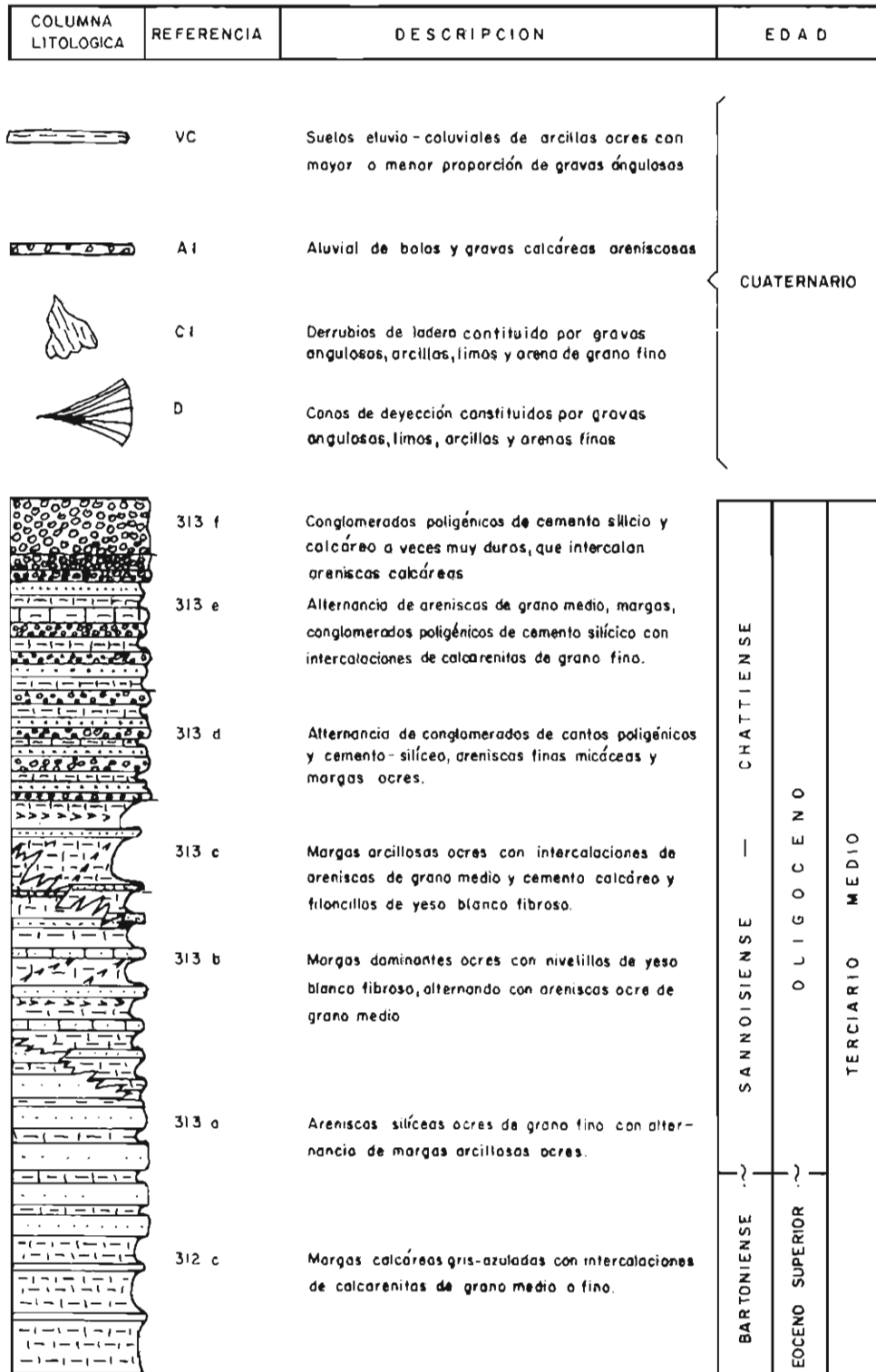


FIG. 15

HOJA 209
CUADRANTE 1,2,3,4.

3.3.2 Columna Estratigráfica



ESCALA APROXIMADA 1cm ~ 150m.

3.3.3 Grupos Geotécnicos

A continuación se describen los distintos grupos geotécnicos insertos en la columna lito—estratigráfica adjunta y que corresponde a la presente Zona. Las diferentes acuñaciones indican, aproximadamente, los distintos cambios laterales de facies. Las superposiciones y separación entre los distintos grupos litológicos del Cuaternario es, como puede observarse, puramente convencional y no guarda interrelación cronoestratigráfica alguna.

SUELOS (VC)

Litología.— Suelos eluvio—coluviales constituidos por arcillas ocres muy plásticas, con mayor o menor proporción de gravas angulosas y heterométricas de naturaleza calcarenítica.

Estructura.— No presentan ninguna estructura visible, salvo que ocupan zonas topográficamente deprimidas y llanas. En sí, su estructura es caótica sin estratificación visible aparente (Foto 12).



Foto 12.— Suelos arcillo—limosos de la zona de Bailo.

Geotecnia.— Estos suelos son fácilmente excavables. No se observan taludes naturales por ocupar zonas deprimidas y horizontales. Los escasos taludes artificiales son del orden de 2/1 (H/V), por lo que se recomienda este mismo talud para los desmontes a realizar. No se deben emplear estos suelos en obras de tierra. Su permeabilidad es baja con mal drenaje tanto profundo como superficial. Es un terreno poco competente para apoyo de terraplenes y dará lugar a asentamientos apreciables. Es incompetente para la cimentación de obras de fábrica, cuyas cargas habrán de ser referidas a niveles más profundos.

ALUVIALES DE CAUCE (A1)

Litología.— Gravas y bolos fundamentalmente calcareníticos, poco redondeados por carecer de transporte.

Estructura.— Se trata de un conjunto masivo y poco potente que rellena fondos de valle y llanuras aluviales.

Geotecnia.— Conjunto ripable. Los taludes naturales y artificiales observados son del orden de 1/1. Este es el talud recomendado para desmontes pequeños. Los materiales excavados pueden emplearse en obras de tierra y, una vez seleccionados, como áridos para hormigón. La permeabilidad es alta aunque el drenaje, tanto profundo como superficial, es regular por la existencia de niveles freáticos altos y por la horizontalidad del terreno. Es competente como cimiento de terraplenes y obras de fábrica, con tensiones admisibles medias a altas (3–4 Kg/cm²) para cimentaciones superficiales. Existen problemas importantes de socavación en las proximidades de los cauces de los ríos.

DERRUBIOS DE LADERAS (C1)

Litología.— Materiales coluviales constituidos por gravas angulosas, arcillas ocre y rojas, brechas de origen periglacial y en menor proporción limos y arenas silíceas de grano fino.

Estructura.— Se trata de un conjunto masivo con estructura caótica y poco estable, que se encuentra depositado en las zonas de laderas con pendientes bastante fuertes. (Fig. 16).

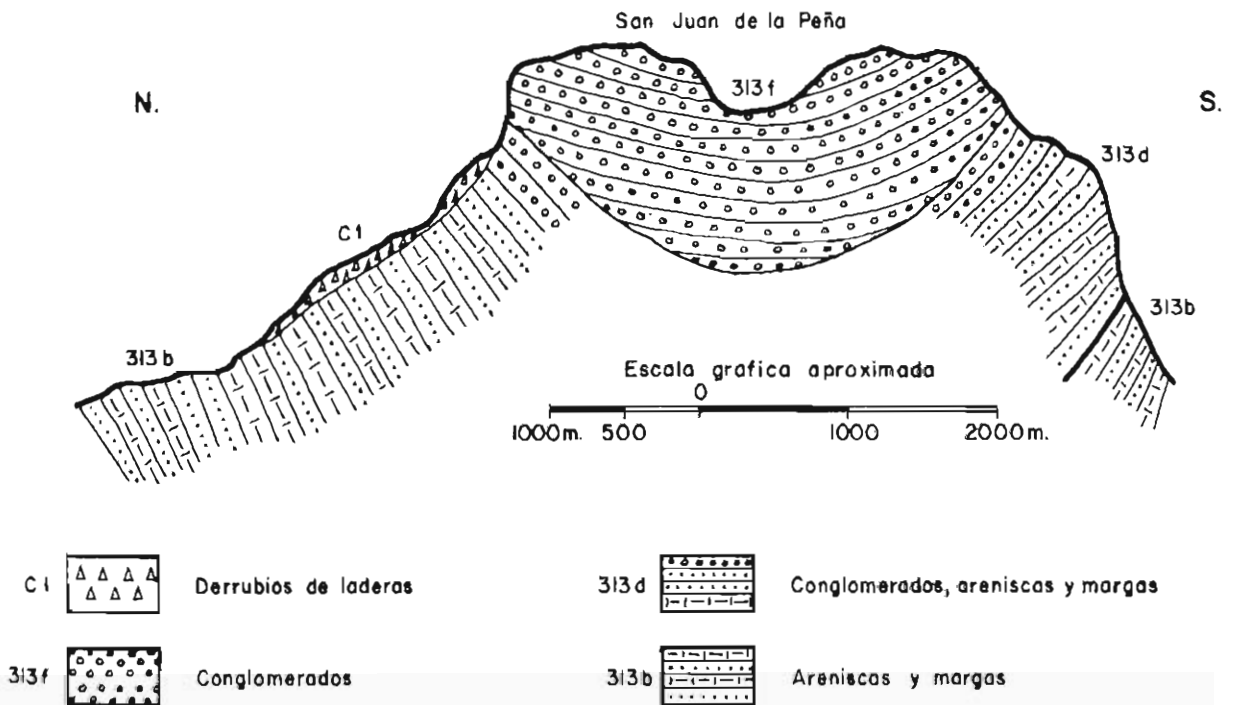


FIG.16 CORTE ESQUEMATICO TRANSVERSAL DE LA SIERRA DE SAN JUAN DE LA PEÑA

Geotecnia.— Este material se puede ripar con alguna dificultad. Es poco estable en desmontes aunque en puntos aislados se llegan a observar taludes naturales y artificiales bastante fuertes (entre 1/1 y 3/2, H/V). Para desmontes bajos se pueden tomar taludes 3/2 (H/V) y para desmontes mayores no se debe pasar de 2/1 (H/V). Su permeabilidad es pequeña. El drenaje profundo es deficiente y el superficial bueno debido a la topografía. Es un conjunto poco competente para

terraplenes, si éstos se disponen a media ladera. También es poco competente para cimentaciones de obra de fábrica con tensiones admisibles bajas ($> 2 \text{ Kg/cm}^2$) para cimentaciones superficiales y con riesgos de inestabilidad.

CONOS DE DEYECCION (D)

Litología.— Gravas calcáreas, heterométricas y angulosas, arcillas grises y ocreas con mayor o menor proporción de limos arenosos ocreas.

Estructura.— No presenta ninguna estructura visible, salvo que se manifiesta de una forma masiva y en disposición caótica.

Geotecnia.— Se describió en el apartado 3.1.3 de la Zona 1.

FORMACION DE SAN JUAN DE LA PEÑA (313f)

Litología.— Conglomerados duros de naturaleza poligénica y cemento calcáreo y silíceo. A veces aparecen pequeños lentejones de areniscas calcáreas de grano fino cuarzoso, duras. Se observan frecuentes cambios laterales de facies.

Estructura.— Se trata de un conjunto masivo con frecuentes zonas escarpadas. Se encuentran plegados suavemente en sinclinal y discordantes sobre la formación inferior (Foto 13, 14) (Fig. 16). Su fracturación y diaclasación es acusada. Las diaclasas se encuentran rellenas por bolos y material areno—arcilloso rojizo.

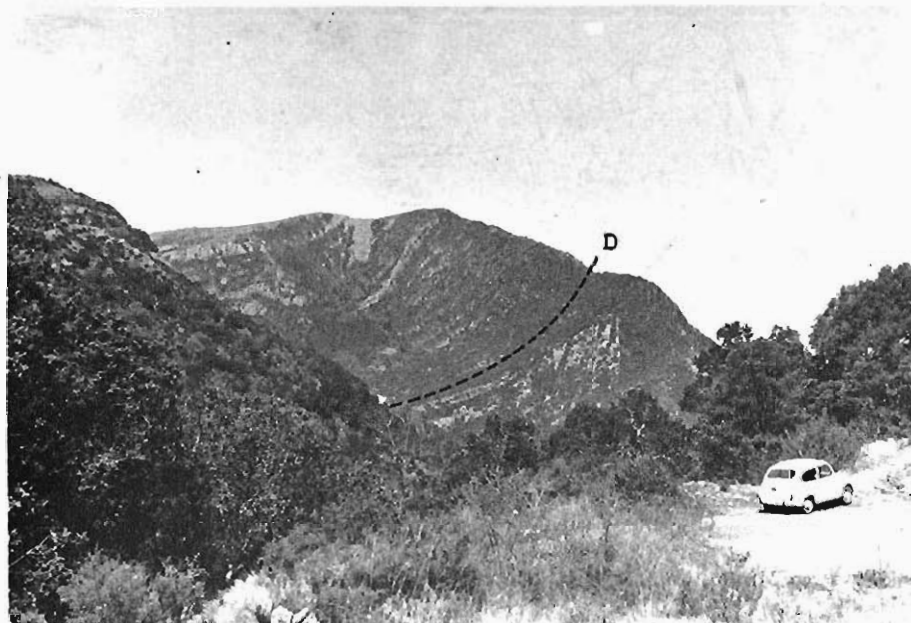


Foto 13.— Conglomerados de San Juan de la Peña; al fondo puede observarse la discordancia basal sobre la formación inferior oligocena.

Geotecnia.— Este conjunto no es ripable, siendo necesario el empleo de explosivos en las excavaciones; los taludes podrán ser muy fuertes, aunque en cada caso será necesario considerar la

diaclasación y fracturación. En la actualidad existen desmontes naturales y artificiales casi verticales e incluso extraplomados. Para proyecto se pueden adoptar taludes 1/10 (H/V). El producto de la excavación se puede emplear en la formación de terraplenes. La permeabilidad de este material es media y el drenaje profundo será deficiente aunque el superficial será bueno, favorecido por la topografía. Es un buen material para cimiento de terraplenes y obras de fábrica, con tensiones admisibles muy altas ($> 5 \text{ Kg/cm}^2$) para cimentaciones superficiales.

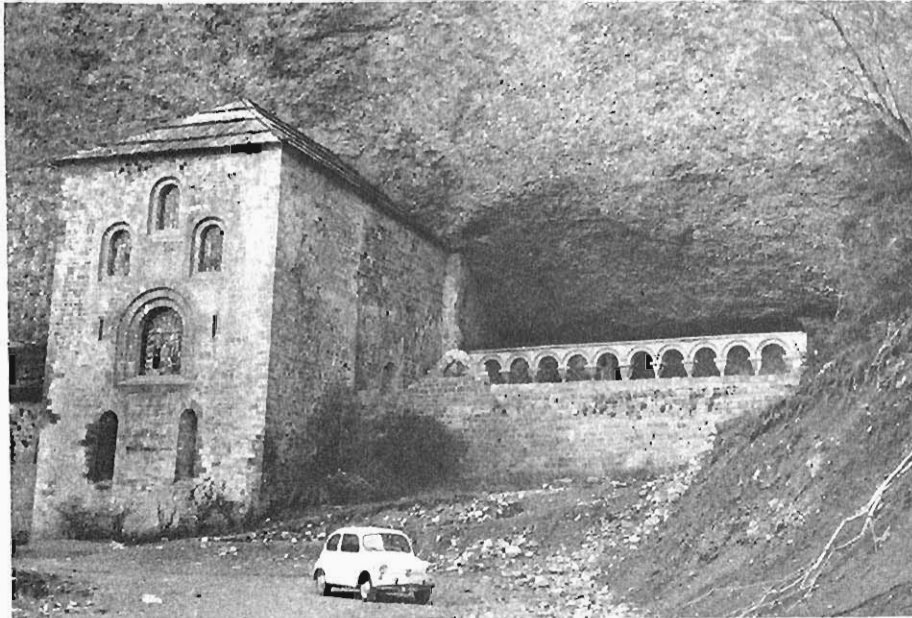


Foto 14.— Monasterio de San Juan de la Peña. Situado bajo conglomerados extraplomados del Oligoceno superior.

FORMACION SUPERIOR DE BERNUES (313e)

Litología.— Alternancia irregular de areniscas calcáreas, de grano cuarzoso, fino a medio con abundante mica blanca y frecuentes estructuras sedimentarias, margas arcillosas ocre y rosadas y conglomerados de cantos poligénicos y redondeados, muy duros, con cemento calco-arcilloso, a veces síliceo. Aparecen intercalaciones de bancos de mediano espesor de calizas lacustres rosadas de textura nodulosa y calcarenitas de grano fino.

Estructura.— Conjunto estratificado en bancos gruesos y medianos muy plegado, con buzamientos que oscilan entre los 5° y los 80° (Fig. 17). Se encuentran dentro del núcleo del sinclinal de San Juan de la Peña. Esta formación presenta frecuentes acuñaciones y desaparece hacia el sur de Bernués mediante un cambio lateral de facies.

Geotecnia.— Este material no es ripable y precisará de explosivos para su excavación. Los taludes observados tanto naturales como artificiales, son bastante fuertes del orden de 1/1, aunque la dirección y buzamiento de los estratos juega un papel fundamental en la estabilidad, por lo que no es posible dar indicaciones de carácter general sobre taludes a adoptar. El producto de las excavaciones podría emplearse en la formación de pedraplenes, aunque la presencia de niveles margosos lo hace desaconsejable. La permeabilidad de este conjunto es baja por lo que el drenaje profundo es deficiente. El drenaje superficial es bueno, favorecido por la movida topografía. La

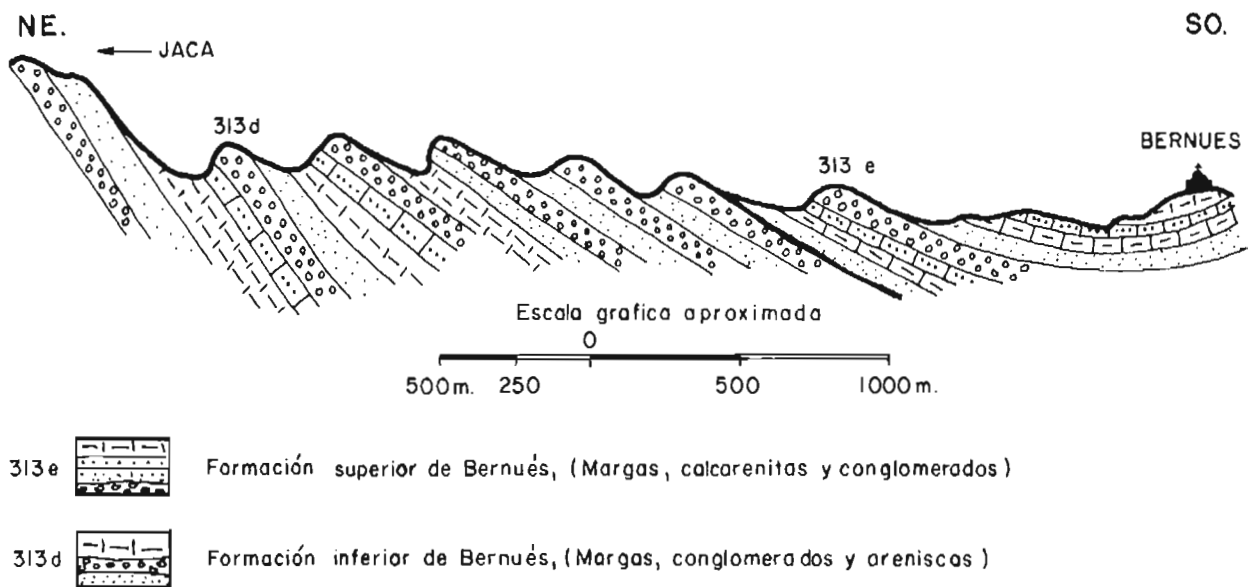


FIG. 17 ESQUEMA LONGITUDINAL A LO LARGO DE LA CARRETERA BERNUES - JACA

cimentación de estructuras puede presentar algún problema por la alternancia de bancos duros y blandos y el fuerte buzamiento de los estratos. En general, es competente para cimentación de terraplenes y obras de fábrica con tensiones admisibles medias a altas ($3-4 \text{ Kg/cm}^2$) en cimentaciones superficiales.

FORMACION INFERIOR DE BERNUES (313d)

Litología.— Presenta la misma litología que el grupo anterior pero con la salvedad de que no aparecen los niveles calcáreos.

Estructura.— Presenta una estructura análoga al grupo descrito anteriormente, salvo que la formación se encuentra más plegada que la anteriormente descrita con buzamientos, en general subverticales. (Fig. 17).

Geotecnia.— Se puede aplicar lo dicho en el grupo anterior. Los problemas de cimentación de estructuras serán algo más complicados por el fuerte plegamiento y la verticalidad de los estratos.

En los niveles duros la tensión admisible será alta, del orden de $4-5 \text{ Kg/cm}^2$.

FORMACION DE BAILO (313c)

Litología.— Conjunto de margas arcillosas con frecuentes niveles muy delgados de yeso fibroso de color blanco e intercalaciones de bancos dispersos de areniscas calcáreas de grano medio a fino con frecuentes estratificaciones cruzadas.



Foto 15.— Formación arcillosa de Baños, cubierta por suelos eluvio—coluviales arcillosos (VC)

Estructura.— Se encuentra comprendida dentro del núcleo del sinclinal de San Juan de la Peña. Presenta ambos flancos muy tendidos con buzamientos que oscilan entre los 3° y los 20° (Foto 15). La fracturación y el diaclasado son escasos.

Geotecnia.— Esta formación es fácilmente ripable. Los taludes naturales observados son suaves (2/1 a 3/1, H/V) y los taludes artificiales del orden de 3/2 (H/V). Se recomienda adoptar taludes 2/1 (H/V) para desmontes. En la estabilidad influirá la frecuencia y disposición de los delgados niveles areniscos existentes. No se debe emplear este material para obras de tierra. La permeabilidad es baja y el drenaje, tanto profundo como superficial, es deficiente. La capacidad portante de este material es media para terraplenes y baja para obras de fábrica, con presiones admisibles bajas (1,5 a 2 Kg/cm²). Existen riesgos de ataque químico al hormigón por la presencia de delgadas capas de yeso. Son posibles los abarrancamientos y aterramientos por la fácil erosión del material arcilloso.

FORMACION SUPERIOR DE ANZANIGO (313b)

Litología.— Margas dominantes de color ocre con alternancia de areniscas calcáreas de grano medio o fino; presenta numerosas estructuras sedimentarias (Estratificación cruzada, Rippel Mark). Aparecen niveles margosos con esporádicos niveles muy delgados de yeso blando fibroso.

Estructura.— Conjunto estratificado en bancos, muy plegado con buzamientos que oscilan entre los 15° y los 90° .

La fracturación y el diaclasado son acusados, sobre todo en las capas de areniscas (Fig. 16 y 17).

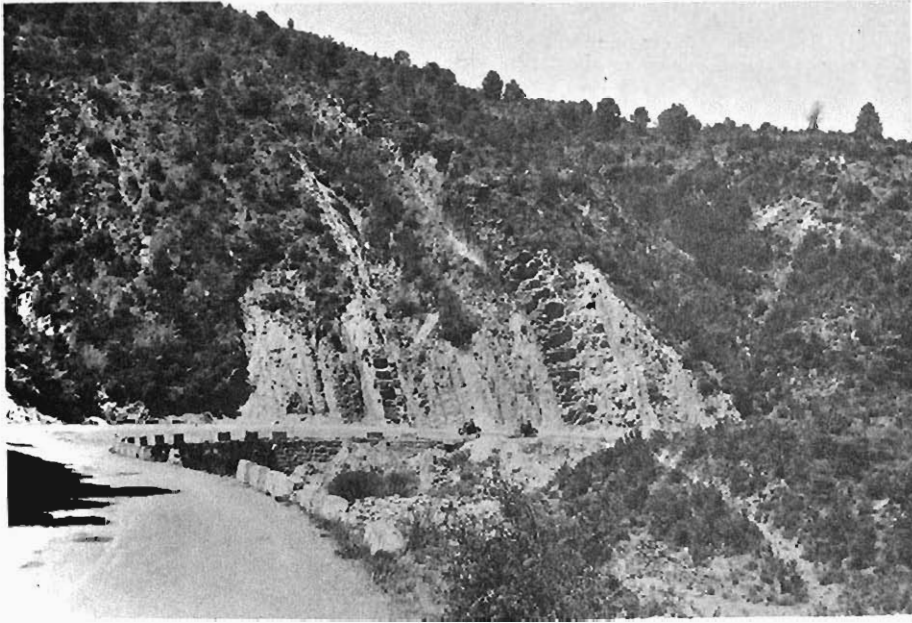


Foto 16.— Alternancia de margas y bancos de arenisca (313b) en la carretera nacional 240 de Huesca a Pamplona.

Geotecnia.— Este conjunto no es ripable en general, aunque algún nivel margoso lo pueda ser. Los taludes de los desmontes están muy influidos por la disposición de los estratos, pudiendo llegarse a pendientes muy fuertes si el buzamiento es favorable (Foto 17). Existen señales de corrimientos en laderas con mayor proporción margosa y arcillosa. Si es posible, se debe evitar su empleo en obras de tierra. El drenaje superficial es bueno debido a la topografía, aunque los materiales son bastante impermeables y el drenaje profundo es deficiente. La capacidad portante se puede considerar alta para terraplenes y media para obras de fábrica. La cimentación de éstas últimas será complicada y deberá estudiarse cuidadosamente en cada caso debido a la presencia de niveles alternantes de diferente compacidad y por el buzamiento de los estratos.

Existe algún riesgo de ataque químico al hormigón por la existencia de alguna delgada capa de yeso. También existe riesgo de caída de piedras por erosión diferencial y descalzamiento de los niveles duros.

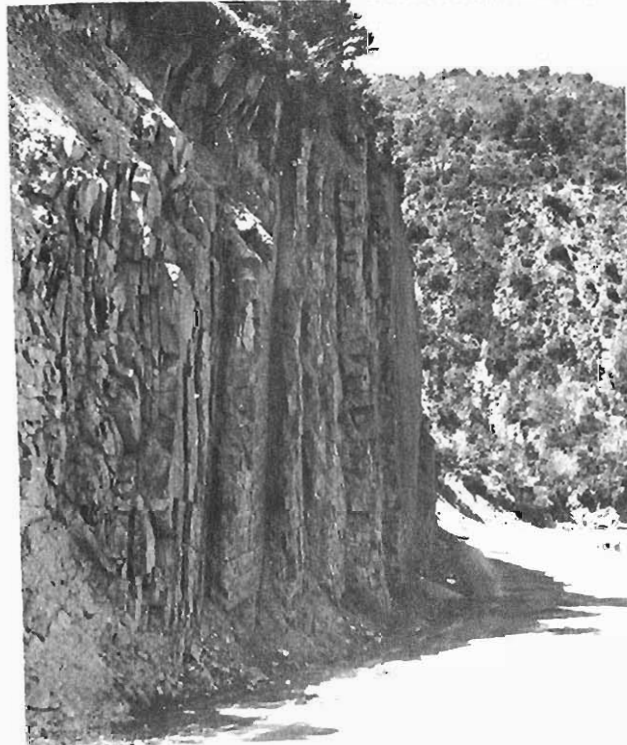


Foto 17.— Talud artificial excavado en bancos verticales de areniscas oligocenas (Carretera nacional 240 de Huesca—Pamplona).

FORMACION INFERIOR DE ANZANIGO (313a)

Litología.— Conjunto litológico formado por areniscas calcáreas duras de grano fino cuarzo-so e intercalaciones de bancos de margas arcillosas ocre y grises que presentan frecuentes acuñaciones de estratos.

Estructura.— Análoga a la descrita en el grupo anterior, con la salvedad de que este grupo entra ya a formar parte del Oligoceno Inferior y ha sido afectado por la primera fase de plegamiento (Pliegues N.S. RASAL).

Geotecnia.— Es similar a la mencionada en el grupo anterior. Es más probable el riesgo de caídas de bloques por descalzamiento de los niveles duros por erosión diferencial de los niveles blandos. (Foto 18).

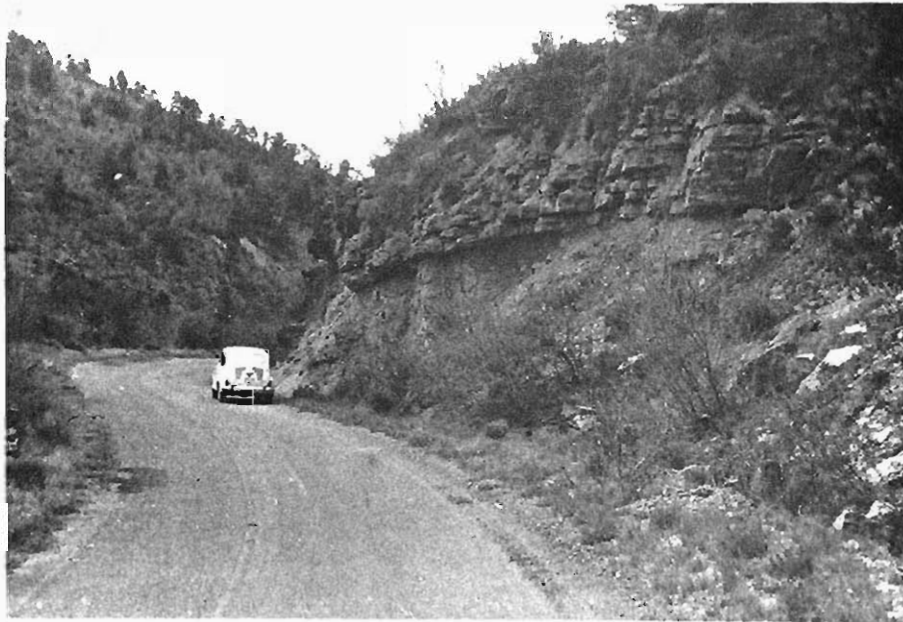


Foto 18.— Taludes naturales excavados en el grupo 313a (carretera de Anzánigo a Jaca).

MARGAS AZULES DEL PANTANO DE LA PEÑA (312c)

Litología.— Margas calareas gris azuladas, muy compactas, con intercalaciones de capas de calcarenitas (que son más abundantes hacia el techo) (Facies de transición), grises, de grano fino y muy ricas en fauna.

Estructura.— Se trata de una formación plegada con buzamientos que oscilan entre los 15° y 80°. En general es una formación poco fracturada y con frecuentes cambios laterales y acuñaciones de capas. (Foto 19).

Geotecnia.— Ya se ha descrito en el apartado 3.2.3 de la Zona 2. Únicamente se agrega aquí que las calcarenitas existentes hacia el techo de esta formación pueden deslizarse en bloques, a favor de los planos de estratificación si la pendiente de éstos es desfavorable (Carretera Nacional 240 en

las proximidades del Embalse de la Peña). No obstante pueden mantenerse con taludes bastante fuertes (del orden de 1/1) (Foto 20).

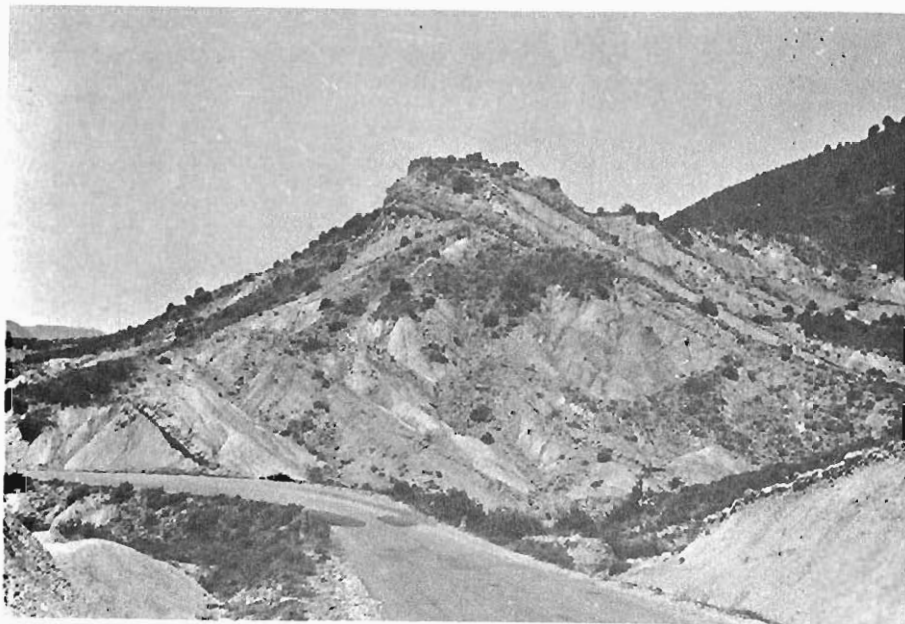


Foto 19.— Aspecto que presentan las margas azules eocenas en la margen derecha del pantano de la Peña.



Foto 20.— Talud natural estable (1/2) sobre margas azules eocenas en la carretera de Triste a Anzanigo.

3.3.4 Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona

Los problemas que pueden influir en el trazado de vías de comunicaciones en esta Zona se pueden resumir en:

- a) Grandes excavaciones en la formación de San Juan de la Peña, (313f), por la dureza del material y la fuerte topografía actual.
- b) También las formaciones superiores e inferiores de Anzánigo (313b y a) de Bernués (313d y e) darán lugar a excavaciones importantes por la presencia de abundantes niveles duros. Pueden dar problemas de inestabilidad por caída de piedras y deslizamientos aislados en los niveles arcillosos. La cimentación de obras de fábrica puede ser problemática.
- c) Drenaje superficial y profundo deficiente y presencia de pequeñas capas de yeso a la formación de Bailo, (313c).
- d) Problemas de inestabilidad localizados en derrubios de ladera y conos de deyección (C1 y D).

ESQUEMA DE SITUACION DE LA ZONA 4
Y DE LOS PERFILES GEOMORFOLOGICOS

ESCALA 1:200.000

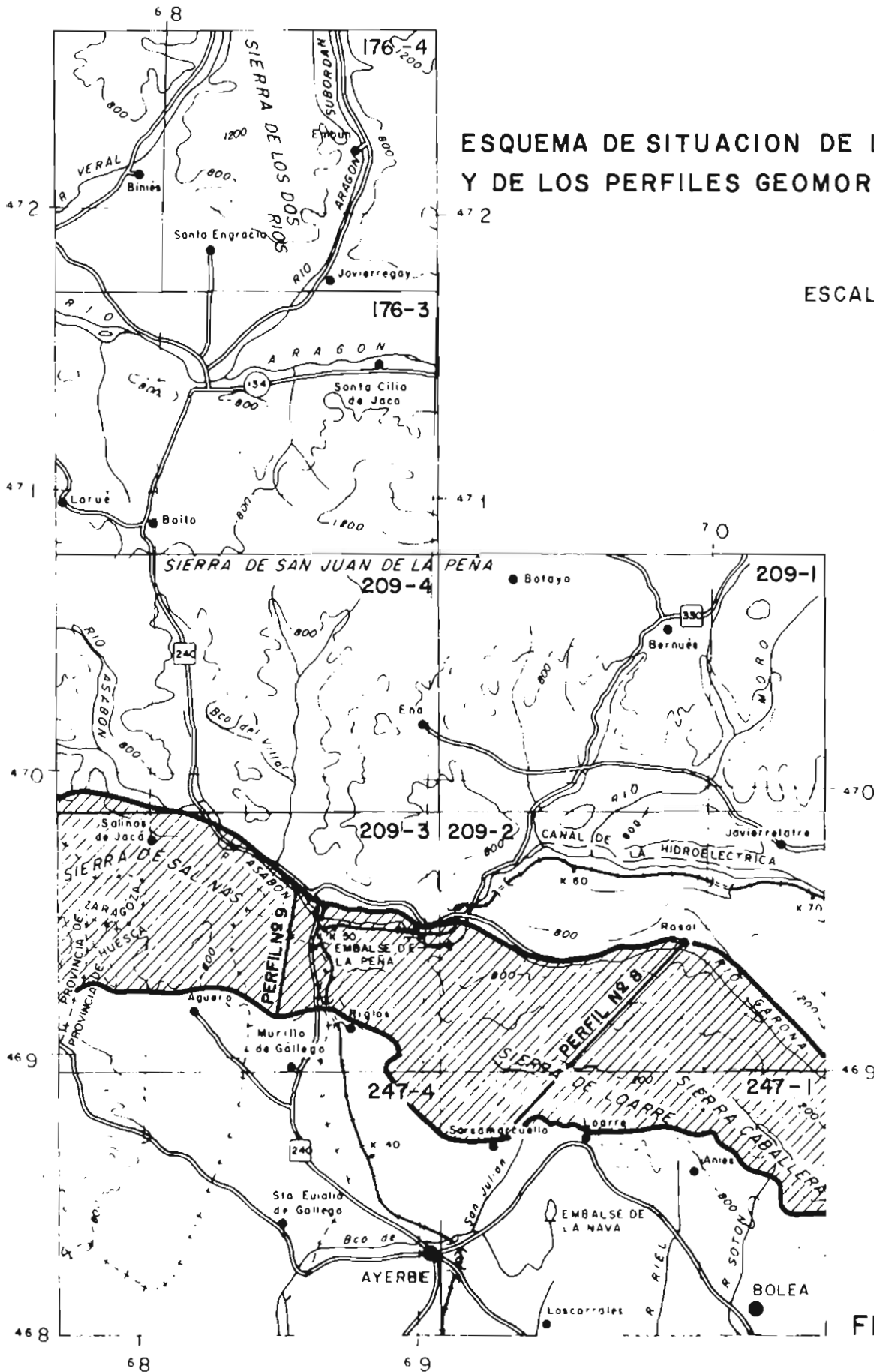


FIG. 18

PERFILES GEOMORFOLOGICOS DE LA ZONA 4

ESCALAS H = 1:50.000
V = 1:20.000

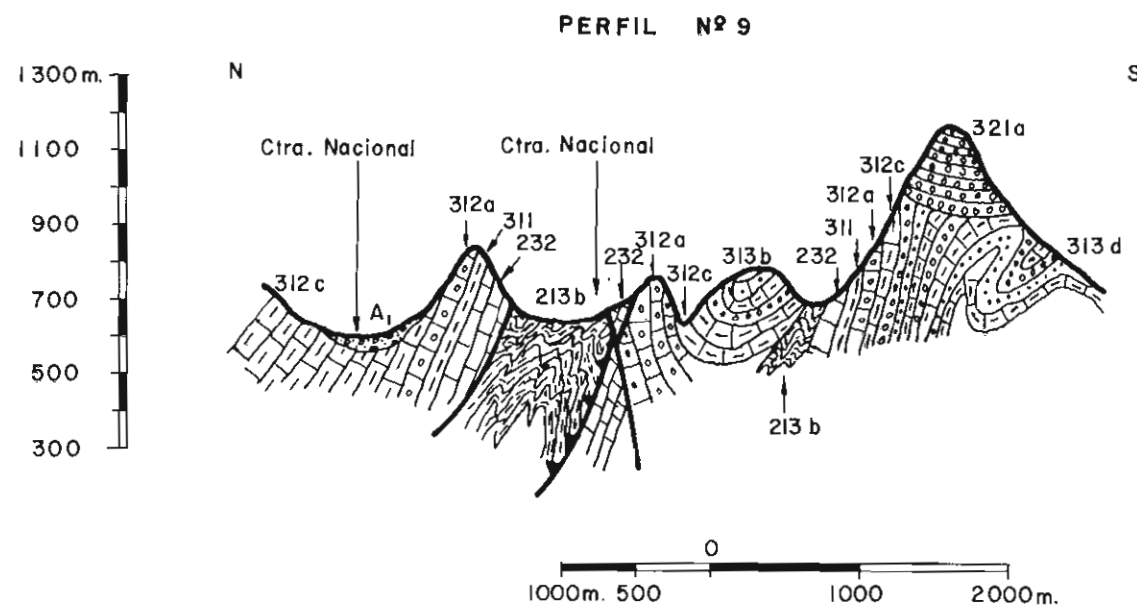
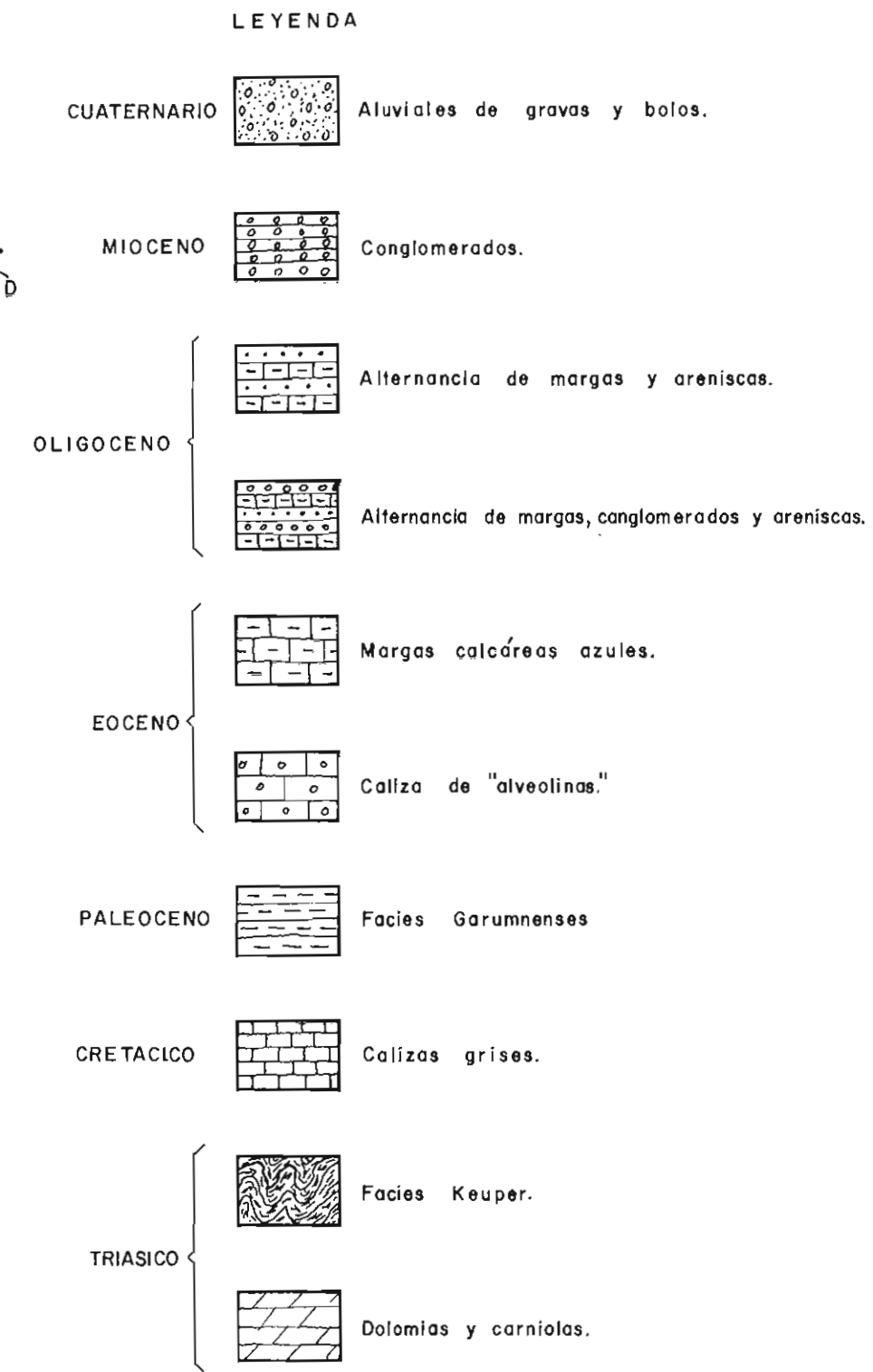
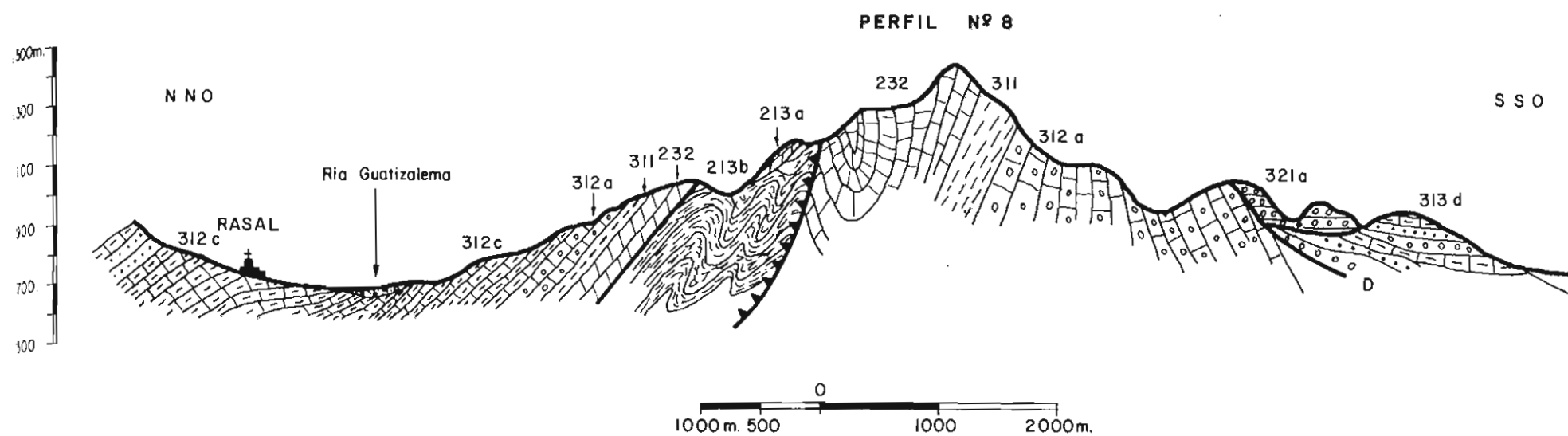


FIG. 19

3.4 ZONA 4: LAS SIERRAS EXTERIORES

3.4.1 Geomorfología y Tectónica

A fines del Eoceno empieza la gran convulsión orogénica que da forma al Pirineo Alpino y que pliega intensamente los materiales depositados en dicho geosinclinal. A este plegamiento se deben las diversas unidades morfoestructurales que se conocen como Prepirineo Español, el cual se desdobra en dos alineaciones montañosas muy claras y definidas: una, interna, que se designa como "Conjunto de Sierras Interiores" y otra, más exterior, paralela a la primera, de alturas topográficas más modestas y formas menos enérgicas, que constituye una alineación, que en un trayecto de más de 200 Km corre desde el río Segre, en el Este, hasta Navarra, en el Oeste, y forma la cordillera que geógrafos y geólogos han designado como Conjunto de Sierras Exteriores en las que figuran las cumbres de Leyre (1371 m), Santo Domingo (1520 m) y Loarre (1595 m).

Igual que en las unidades descritas en capítulos anteriores, las Sierras Exteriores presentan un relieve morfoestructural típico, basado en la naturaleza del roquedo y en la estructura geológica.

Las Sierras Exteriores son un ejemplo muy claro de relación existente entre la estructura y la alineación topográfica, como sucede en las zonas anteriormente descritas. Si a todo esto añadimos la existencia de materiales duros, que aparecen en ambas vertientes de las sierras, el relieve se puede considerar abrupto y con pendientes escarpadas, siendo las rocas de naturaleza calcárea las que dan mayor vigor a las sierras y por consiguiente cotas más elevadas.

La red hidrográfica sigue manteniendo la misma temática que en las zonas más septentrionales, descritas en capítulos anteriores, destacándose el hecho de que siguen sirviendo como accesos naturales, viables para comunicaciones. Ejemplo de este hecho es la garganta del río Gallego, que desde el pantano de la Peña hasta los Mallos de Riglos, sirve de paso a las comunicaciones para atravesar este conjunto de sierras, entre Huesca y el límite norte con la provincia de Navarra.

Las sierras marginales exteriores sirven de borde septentrional a la depresión del río Ebro, y constituyen una ondulación anticlinoria compleja, con vergencia Sur, desdoblándose a veces en dos anticlinales llegando a cabalgar a los materiales terciarios de la Depresión del Ebro. (Fig. 19 y 20).

Existen claramente definidos dos sistemas casi perpendiculares de pliegues, dentro de estas sierras, uno de dirección Norte-Sur y otro orientado sensiblemente Este-Oeste.

El primero de estos dos sistemas se compone de una serie de anticlinales orientados predominantemente N-S, pero que hacia el Sur muestran una tendencia a girar hacia el Este, presentando una cierta simetría entre ambos flancos.

El más occidental de estos pliegues, es el situado al Oeste del río Guatzalema, en la extremidad occidental de la Sierra de Guara, ya dentro de la zona objeto de estudio. Este pliegue se encuentra situado sobre el mismo pueblo de Rasal, y no presenta una vergencia clara, aunque sí se encuentra fracturado.

La edad de este pliegue, junto con los paralelos a él es correspondiente a la primera fase pirenaica, de edad Eoceno Superior (Ludense).

El otro sistema de pliegues a que antes nos hemos referido, muestra una orientación ne-

tamente pirenáica y es el que en mayor grado ha contribuido a la formación de la cordillera, en la disposición que hoy nos ofrece.

Las series estratigráficas que constituyen esta cadena montañosa, han sido empujadas violentamente hacia el S produciéndose en líneas generales, anticlinales volcados o corridos en este sentido y orientados sensiblemente ONO–ESE y con abundantes complicaciones de detalle.

La Sierra de Santo Domingo, en el extremo occidental de la zona, presenta una estructura más sencilla, mostrando una perfecta terminación periclinal. No ocurre así en el borde oriental de la zona, donde la confluencia de las dos direcciones de plegamientos muestran una confusión bastante grande, especialmente en la vertiente Sur de las sierras.

Los conglomerados existentes entre Agüero y el norte de Bolea, dentro de la zona y que flanquean la vertiente Sur de las sierras, son transgresivos y discordantes sobre el Eoceno y sobre el Oligoceno. Esto demuestra la existencia de una discordancia progresiva intraoligocena.

La parte central de las sierras se encuentra bajo el dominio de las Facies Keuper. Estas por su carácter diapírico por haber sido al mismo tiempo afectadas por las fases orogénicas, han dislocado en gran parte la estructura primitiva que presentaban las sierras, llegando a veces a derramarse sobre materiales más modernos, enmascarando las estructuras originales.

BLOQUE DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA ZONA 4
LAS SIERRAS EXTERIORES

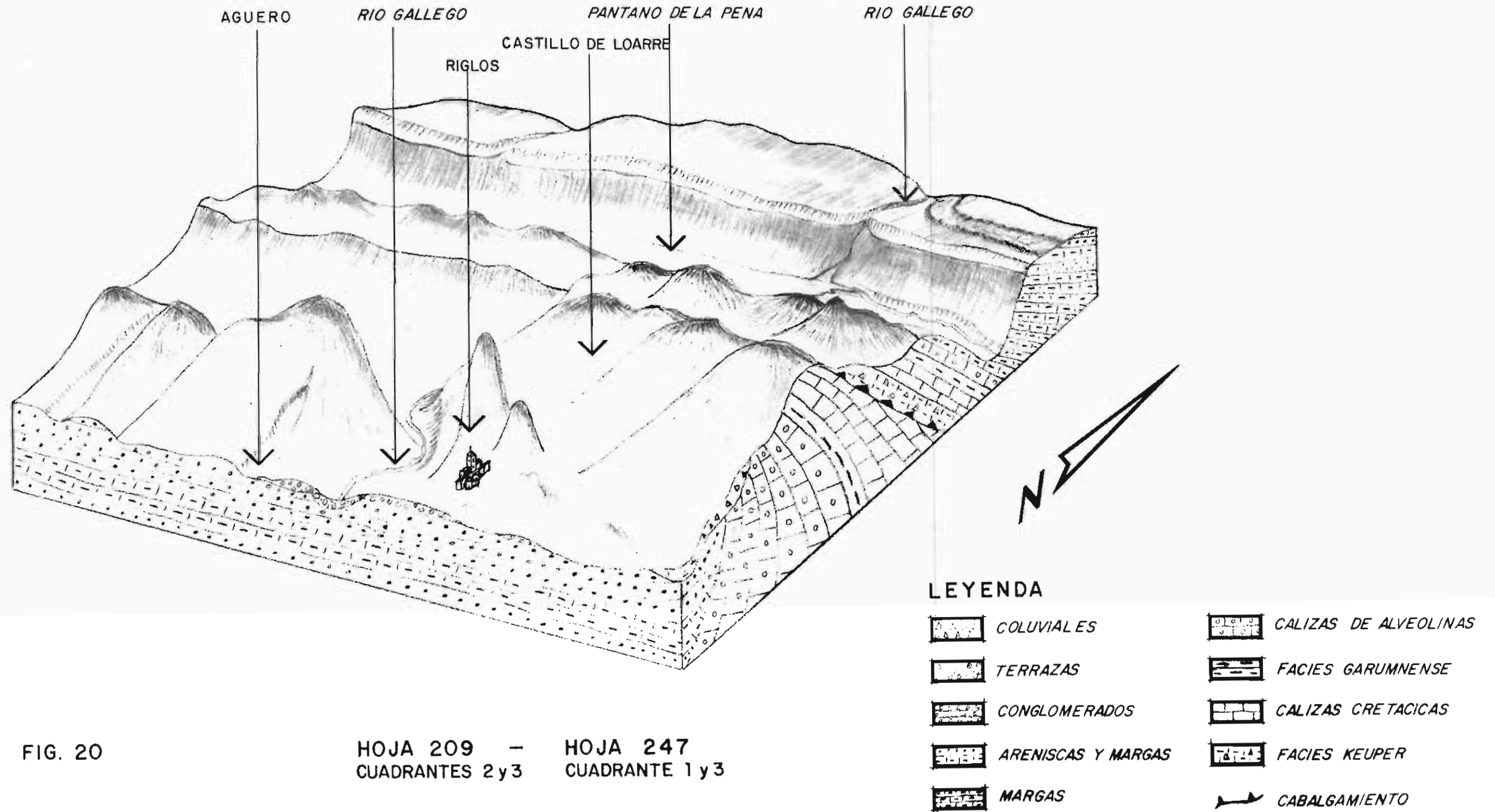


FIG. 20

HOJA 209 - HOJA 247
CUADRANTES 2 y 3 CUADRANTE 1 y 3

3.4.2 Columna Estratigráfica

COLUMNA LITOLÓGICA	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	EDAD
	VC	Suelos eluvio - coluviales de arcillas ocras con mayor o menor proporción de gravas angulosas.	CUATERNARIO
	A1	Aluvial de bolos y gravas calcáreas y areniscosas.	
	C1	Derrubios de ladera constituidos por gravas angulosas, arcillas ocras, limos y arenas de grano fino	
	D	Conos de deyección constituidos por gravas angulosas, arcillas, limos y arenas finas	
	T1, T2	Terrazas de gravas redondeadas, poligénicas y arcillas rojizas.	
	321 a	Conglomerados poligenicos de cemento calco-silíceo	AQUITANI - ENSE MIOCENO INFERIOR
	313 d	Alternancia de conglomerados de cantos calcáreos y cemento silíceo, areniscas silíceas y margas ocras.	SAMNOISIENSE - STAMPIENSE OLIGOCENO
	313 b	Margas dominantes ocras con nivelillas de yeso blanco fibrosa, alternando con areniscas ocras de grano medio	
	312 c	Margas calcáreas gris azuladas, con intercalaciones de bancos de calcárenitas de grano medio a fino	CUISENSE - BIARRITZ EOCENO INFERIOR
	312 a	Caliza masiva banqueada fosilífera, algo margosa, grano fino	
	311	Alternancia de areniscas, margas, conglomerados y calizas, yesos librosos	FACIES GARUMNENSE PALEOCENO
	232	Calizas duras recristalizadas de grano grueso.	CAMPANO - MAESTRICH CRETACICO SUPERIOR
	213 b	Arcillas irisadas, margas yesíferas, yesos masivos.	FACIES KEUPER. TRIASICO
	213 a	Calizas litográficas, calizas dolomíticas, dolomías y carníolas aguerosas.	MURONEN TRIASICO

ESCALA APROXIMADA 1cm ~ 100m

3.4.3 Grupos Geotécnicos

A continuación se describen los distintos grupos geotécnicos insertos en la columna lito—estratigráfica adjunta y que corresponde a la presente zona.

SUELOS (VC)

Litología.— Suelos eluvio—coluviales de arcillas ocre y grises muy plásticas con mayor o menor proporción de gravas angulosas y heterométricas de naturaleza calcarenítica.

Estructura.— No presenta ninguna estructura visible.

Geotecnia.— Ya se ha descrito en el apartado 3.3.3 de la Zona 3.

ALUVIONES DE CAUCE (A1)

Litología.—Gravas y bolos calcáreos y calcareníticos fundamentalmente, aunque existen otros de origen diverso (graníticos, pizarrosos, etc.), que pueden llegar a ser objeto de explotación.

Estructura.— Conjunto masivo y poco potente que rellena fondos de valle y llanuras aluviales.

Geotecnia.— Las características geotécnicas son similares a las descritas en el apartado 3.3.3 de la Zona 3.

DERRUBIOS DE LADERA (C1)

Litología.— Materiales coluviales constituidos por gravas angulosas, arcillas ocre y rojas, brechas de origen periglaciario y en menor proporción limos y arenas silíceas de grano fino.

Estructura.— Se trata de un conjunto masivo de estructura caótica y poco estable. Se encuentran depositados sobre laderas con pendientes bastante fuertes.

Geotecnia.— Las características geotécnicas son similares a las indicadas en el apartado 3.3.3 de la Zona 3.

CONOS DE DEYECCION (D)

Litología.— Gravas calcáreas y areniscosas, heterométricas y angulosas, arcillas y limos arenosos grises y ocre en mayor o menor proporción.

Estructura.— No presenta ninguna estructura visible, salvo que se manifiesta de una forma masiva y una disposición caótica.

Geotecnia.— Ya se describió en los apartados 3.1.3 y 3.2.3 de las Zonas 1 y 2 respectivamente.

TERRAZAS DE LOS RIOS GALLEGO Y GUATIZALEMA (T1, T2)

Litología.— Estas terrazas están formadas fundamentalmente por gravas calcáreas, aunque aparecen cantos dispersos de naturaleza variable, en general heterométricos y redondeados.

La matriz se encuentra constituida por arcillas rojizas y ocreas algo arenosas con mayor o menor proporción de limos arenosos ocreos.

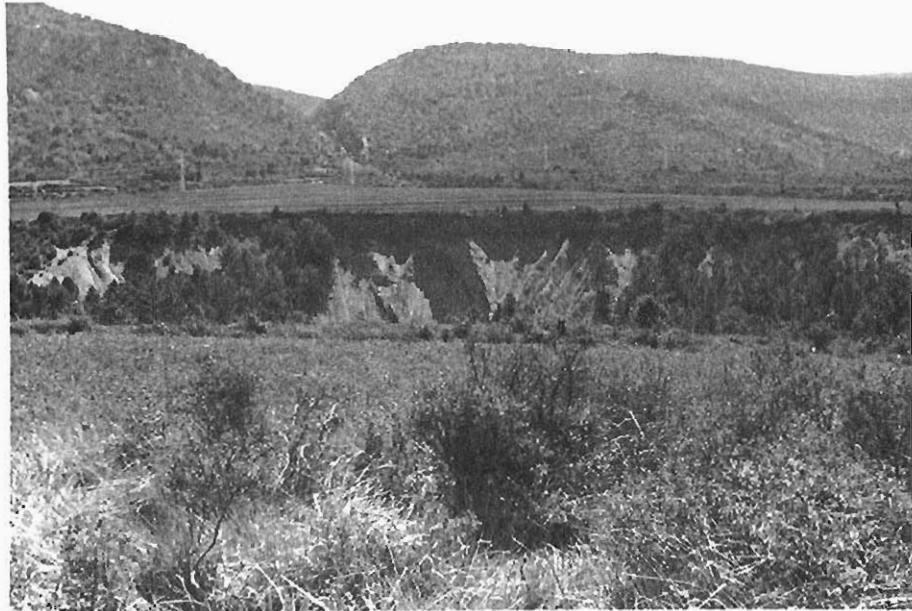


Foto 21.— Terraza T1 en primer término y T2 al fondo cubriendo las margas azules del Pantano de la Peña.

Estructura.— Es sensiblemente horizontal, sobre todo en los escasos vestigios de planos de estratificación. En superficie presenta una suave pendiente hacia el centro del valle, en dirección N.

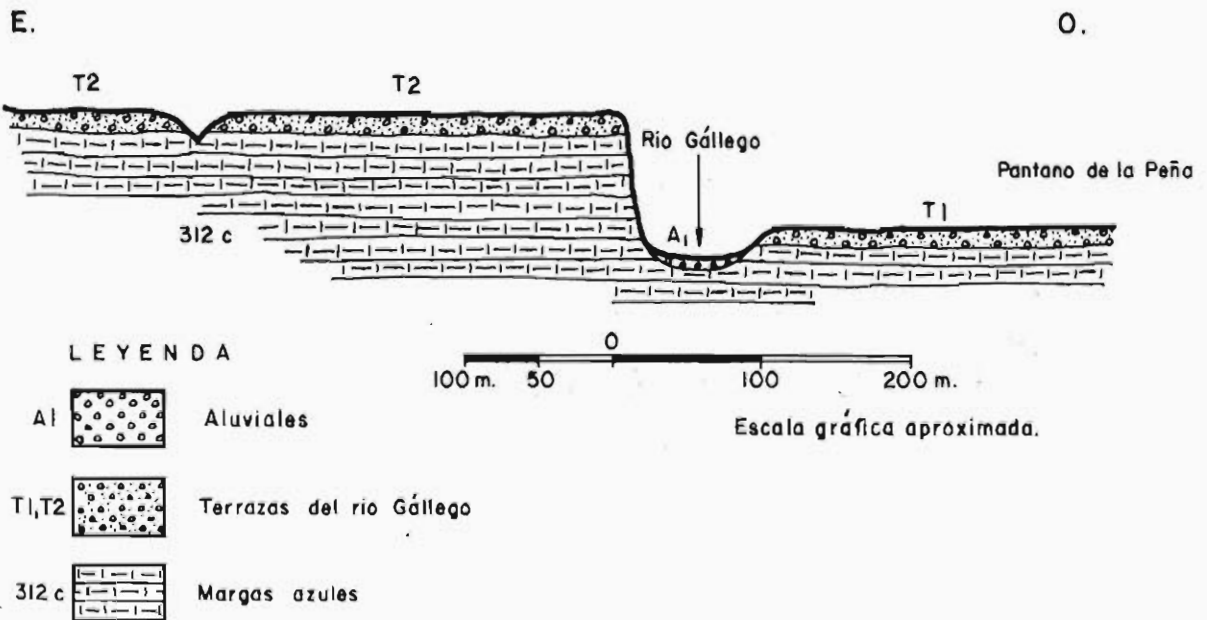


FIG. 21 CORTE TRANSVERSAL AL RIO GALLEG0 EN LA COLA DEL PANTANO DE LA PEÑA.

Se encuentra cubriendo discordantemente el Eoceno Superior margoso del Pantano de la Peña. (Foto 21 y Fig. 21).

A veces se puede llegar a pensar, sobre todo en las terrazas T2, que puede ser un conjunto mixto entre terraza y glacis, ya que enlaza suavemente con las laderas Norte de la sierra de Loarre.

Geotecnia.— Ya se ha descrito en el apartado 3.1.3 de la Zona 1. (grupos T1 T2).

FORMACION CONGLOMERATICA DE RIGLOS Y AGUERO (321a)

Litología.— Conglomerados poligénicos muy duros, con mayor proporción de bolos calcáreos, heterométricos y bastante redondeados. Su cemento es calcáreo pero a veces se observan zonas en donde el cemento es silíceo, y zonas donde los bolos se encuentran unidos por una materia limo—arcillosa.

Estructura.— En general presentan una estructura masiva, aunque se observan, en bastantes zonas, planos de estratificación bien definidos. Se encuentran algo plegados y afectados por los movimientos tectónicos de las Sierras Exteriores, llegando a veces a ser cabalgados por depósitos más antiguos. Se encuentran frecuentemente fracturados.

En general son materiales duros y resistentes a la erosión observándose zonas muy escarpadas (Foto 22).

Se observan dentro de esta formación frecuentes cambios laterales de facies, apareciendo niveles de areniscas silíceas muy duras.

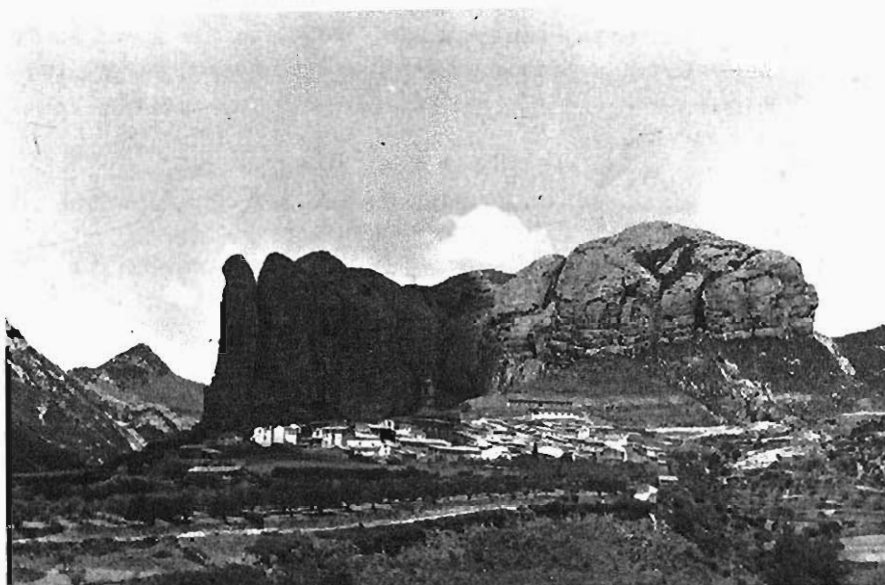


Foto 22.— Formación conglomerática de Agüero en discordancia sobre las formaciones detríticas oligocenas.

Geotecnia.— La formación no es ripable y necesitará explosivos para su excavación. Los taludes en desmontes pueden ser muy escarpados, del orden de 1/10 (H/V). Estos taludes son los que se observan en la actualidad. El producto de las excavaciones es apropiado para su empleo en

pedraplenes. El drenaje superficial es bueno, favorecido por la topografía. El drenaje profundo es regular. Constituye un buen material para cimientos de terraplenes y obras de fábrica con tensiones admisibles muy altas ($> 5 \text{ Kg/cm}^2$) en cimentaciones superficiales.

FORMACION INFERIOR DE BERNUES (313d)

Litología.— Presenta la misma característica que el grupo definido en el apartado anterior, dentro de la Zona 3, es decir está constituido por una alternancia de areniscas calcáreas de grano fino cuarzoso, duras, margas ocre y rosadas y conglomerados de cantos poligénicos heterométricos y redondeados, muy duros con cemento calco-arcilloso y a veces silíceo.

Estructura.— Se trata de un conjunto estratificado en capas gruesas y finas, según sean los materiales litológicos. Se presenta muy plegado, con buzamientos que oscilan entre los 10° y los 90° llegando a veces a la inversión total, como ocurre en la formación existente debajo de los conglomerados de Agüero.

Presenta frecuentes cambios laterales de facies y acuñaciones de capas gruesas y medianas.

Geotecnia.— Es una formación no ripable que precisará de explosivos para su excavación. La influencia de la dirección y buzamiento de los estratos en la estabilidad de los taludes se hace aquí muy clara. Existen importantes corrimientos con pendientes de laderas relativamente pequeñas (alrededor de 30°) Foto 23. La definición de los taludes a adoptar en cada excavación deberá ser objeto, en la fase de Proyecto, de cuidadosa atención no pudiéndose dar normas de carácter general. El producto de las excavaciones no es aconsejable utilizarlo en obras de tierra. La permeabilidad es baja con lo que el drenaje profundo es deficiente. El drenaje superficial es regular, favorecido por la topografía. La cimentación de estructuras presentará algunos problemas por la alternancia de niveles duros y blandos y por la precaria estabilidad del conjunto.



Foto 23.—Importante deslizamiento en la carretera nacional 240 de Huesca a Pamplona, a la entrada de la garganta del río Gállego (313d).

FORMACION SUPERIOR DE ANZANIGO (313b)

Litología.— Margas dominantes de color ocre con alternancia de areniscas calcáreas de grano medio a fino, duras presentando numerosas estructuras sedimentarias (Estratificación cruzada, Ripple Marks). Dentro de los bancos margosos y sin tener una relación estructural directa aparecen nivelillos de yeso blanco fibroso, atribuibles, en cierto modo, a concentraciones de sulfatos dentro de la cuenca.

Estructura.— Se trata de un conjunto estratificado en bancos, muy plegado y a veces fracturado, con diaclasación acusada de las capas areniscosas.

Geotecnia.— Se describió en el apartado 3.3.3 de la Zona 3.

En esta zona se aprecian deslizamientos importantes en este material, posiblemente en su contacto con el Keuper (carretera del embalse de la Peña a Huesca) por lo que las excavaciones en este material son peligrosas y deben estudiarse cuidadosamente en la fase de Proyecto.

MARGAS AZULES DEL PANTANO DE LA PEÑA (312c)

Litología.— La litología de este grupo ha sido descrita ya en apartados anteriores. (3.2.3 y 3.3.3).

Estructura.— Aunque la litología sea la misma, la estructura que presenta este grupo, dentro del conjunto de las Sierras Exteriores es totalmente distinta a las descritas en apartados anteriores. En líneas generales, este conjunto margoso se encuentra muy plegado con buzamientos que a veces llegan a la inversión total, presentando una fracturación muy acusada, debido a la proximidad del Keuper.

Geotecnia.— Ya se ha descrito en el apartado 3.2.3 de la Zona 2. Únicamente se indicará aquí que su mayor plegamiento puede hacer más inestables los taludes de las excavaciones en los terrenos de este grupo.

CALIZA NUMMULITICA DEL PANTANO DE LA PEÑA (312a)

Litología.— Conjunto netamente calcáreo constituido por calizas gris azuladas de grano fino, ricas en fauna, con intercalaciones de caliza margosa dura de color gris y textura lajosa.

Estructura.— Este conjunto presenta una estructura muy plegada, con buzamientos que oscilan entre los 50° y 90°; encontrándose frecuentemente fracturado y diaclasado (Foto 24).

Actúa de barrera natural a todo lo largo de las Sierras Exteriores manteniendo un estrecho paralelismo con dicha cadena montañosa.

Geotecnia.— Estas calizas no son ripables y será necesario el empleo de explosivos en las excavaciones. Se aprecian taludes naturales y artificiales de gran altura y muy escarpados, llegando a ser verticales en muchas ocasiones (Foto 25). Se pueden adoptar taludes para las excavaciones de 1/10 (H/V).

Este material se puede utilizar en pedraplenes, firmes y como áridos de machaqueo para hormigones, pero se deben evitar los niveles margosos. Existen numerosas canteras en esta formación.



Foto 24.— Escarpes de caliza nummulítica eocena en la vertiente septentrional de las Sierras Exteriores (312a).

Su permeabilidad es elevada por fisuración; el drenaje profundo es regular y el superficial es bueno, favorecido por la movida topografía.

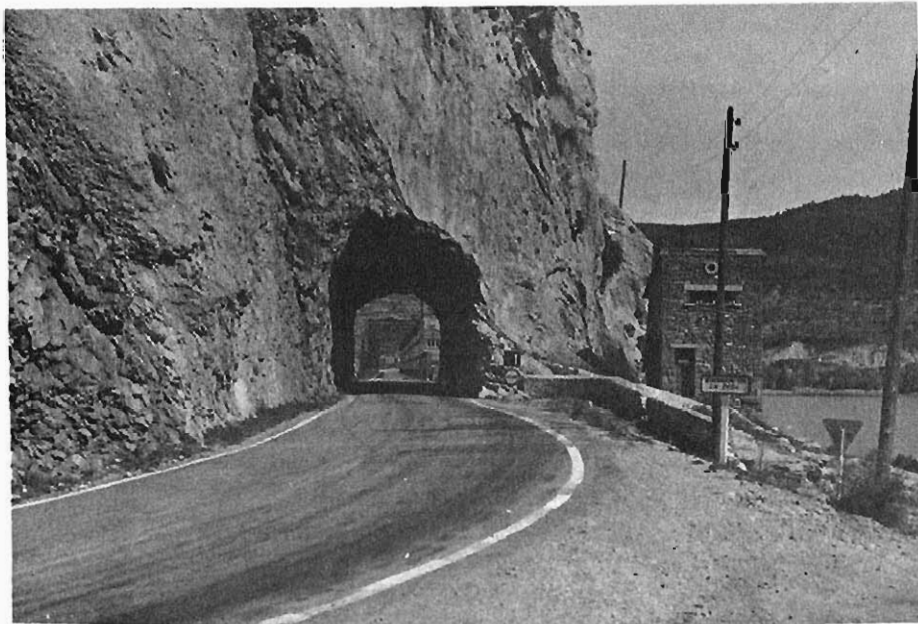


Foto 25.— Aspecto del talud y túnel excavado en la caliza nummulítica del Pantano de la Peña (312a).

La capacidad portante será elevada como cimiento de terraplenes y de obras de fábrica, con tensiones admisibles mayores de 5 Kg/cm² en cimentaciones superficiales.

FORMACION DETRITICA PALEOCENA (311)

Litología.— Conjunto detrítico formado por una serie alternante de litología variada y constituída por un mayor predominio de tramos margosos y arcillosos de color rojizo—vinoso. Junto a éstos aparecen capas de areniscas silíceas de grano cuarzoso medio y grueso con frecuentes cambios laterales a conglomerados cuarcíticos de canto pequeño y muy redondeado.

Estructura.— Se trata de un conjunto estratificado en capas gruesas con frecuentes cambios laterales de facies. En general se encuentra plegado, con buzamientos que oscilan entre los 30° y 75°. (Fig. 22).

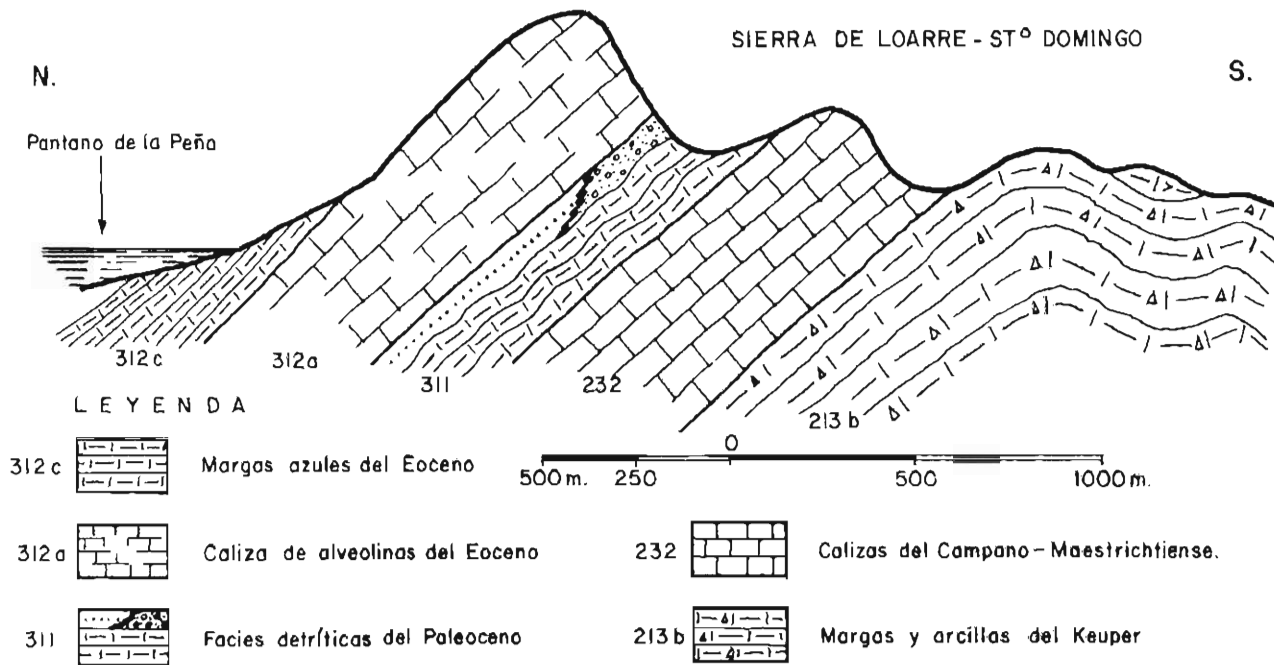


FIG. 22 CORTE ESQUEMATICO DE LA VERTIENTE NORTE DE LAS SIERRAS EXTERIORES.

Geotecnia.— La ripabilidad de este conjunto es muy variable, dependiendo de la proporción de niveles duros. En general se puede considerar como poco ripable. Los taludes observados, son suaves, los naturales están próximos a 2/1 (H/V) y los artificiales son del orden de 3/2 (H/V). La estabilidad en desmontes es pequeña, en general, si bien depende de la disposición de los estratos respecto de las excavaciones. Se deben establecer taludes de 3/2 (H/V) para excavaciones pequeñas y 2/1 (H/V) para excavaciones medias, aunque se deben realizar, en cada caso, estudios particulares de la estabilidad. Si es posible se debe evitar su empleo en obras de tierra. La permeabilidad de estos materiales es baja si bien el drenaje superficial se ve favorecido por la topografía. La capaci-

dad portante como cimiento de obras de fábrica es baja a media (tensiones admisibles de 1,5 a 3 Kg/cm² dependiendo del nivel de apoyo). Es peligrosa la implantación de terraplenes a media ladera sobre estos materiales por el riesgo de deslizamiento. Existe riesgo de ataque químico al hormigón por la existencia de sulfatos.

CALIZAS DEL CAMPANO – MAESTRICHTIENSE (232)

Litología.— Conjunto netamente calcáreo, constituido por calizas grises de grano fino bastante recristalizadas y karstificadas en el que aparecen dolomitizaciones secundarias.

Estructura.— Se trata de un conjunto estratificado, masivo, aunque se insinúan algunos niveles gruesos dentro de toda la masa calcárea. Presenta buzamientos que oscilan entre los 35° y los 90°.

Formación plegada y fracturada, encontrándose cabalgado por la Facies Keuper.

Geotecnia.— Esta formación no es ripable y será necesario el empleo de explosivos en las excavaciones. Existen taludes naturales y artificiales de gran altura y muy escarpados. Se pueden adoptar para las excavaciones taludes de 1/5 a 1/10 (H/V).

Este material se puede utilizar en pedraplenes, firmes y como áridos de machaqueo para hormigón, si bien se debe controlar el contenido de magnesio en el material.

La permeabilidad es elevada por fisuración y el drenaje, tanto profundo como superficial, es bueno.

La capacidad portante será elevada como cimiento de terraplenes y obras de fábrica, con tensiones admisibles mayores de 5 Kg/cm² para cimentaciones superficiales.

ARCILLAS IRISADAS DE LAS SIERRAS DE SANTO DOMINGO Y LOARRE (213b)

Litología.— Formación constituida por arcillas irisadas muy plásticas, margas yesíferas, yesos de colores variados, masivos, lentejones de sales potásicas y haloideas.

Estructura.— Se trata de un conjunto extremadamente plegado, presentando a veces una estructura caótica, derramándose sobre los niveles calcáreos del Cretácico Superior.

El conjunto se comporta de una forma diapírica, dando lugar a fenómenos halocinéticos que rompen las estructuras primitivas.

Geotecnia.— Esta formación podrá ser ripable en general. Desde el punto de vista de la estabilidad, es uno de los grupos más peligrosos de esta Zona. Los taludes naturales observados son suaves (2/1 a 5/2, H/V). Los taludes artificiales existentes son del orden de 3/2 a 2/1 (H/V) y presentan claros síntomas de inestabilidad. En consecuencia, es recomendable proyectar taludes muy tendidos, 5/2 (H/V), incluso en excavaciones pequeñas. El material procedente de las excavaciones se debe llevar a vertedero sin ninguna aplicación en construcción de carreteras. La permeabilidad de estos materiales es baja por lo que el drenaje, tanto profundo como superficial es muy deficiente. Este conjunto es incompetente como cimiento de obras de fábrica. Existen serios peligros de deslizamientos si se apoyan terraplenes a media ladera; también existen riesgos de ataque químico al hormigón por sulfato. Constituye un terreno inadecuado para el trazado de carreteras y se debe tratar de eludirlo.

DOLOMIAS Y CALIZAS DE LA PEÑA DEL SOL (213a)

Litología.— Formación constituída por calizas litográficas, de grano fino y de colores grises; calizas dolomíticas de colores rosados y negros, dolomías y carniolas oquerosas de aspecto masivo.

Estructura.— Por regla general no se observa una estructura apreciable, pues se encuentran flotando encima del Keuper diapírico y como tal su contacto con él está mecanizado. Son bloques dispersos algunos de ellos sin relación aparente entre sí.

Geotecnia.— Esta formación no es ripable y será necesario el empleo de explosivos en su excavación. Existen taludes naturales y artificiales de altura importante con fuertes pendientes. Se pueden adoptar taludes 1/5 a 1/10 (H/V) para las excavaciones. El material resultante de las excavaciones se podrá emplear en pedraplenes, firmes y áridos de machaqueo para hormigón, si bien su contenido en magnesio en determinados niveles puede prohibirlos para esta última aplicación. La permeabilidad es buena a través de las fisuras y el drenaje, tanto profundo como superficial, será bueno. Constituye un terreno competente para apoyo de terraplenes y cimentación de obras de fábrica con tensiones admisibles mayores de 5 Kg/cm² para cimentaciones superficiales.

3.4.4 Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona

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

- a) Problemas derivados de las importantes excavaciones a realizar en toda la Zona, dado su fuerte topografía.
- b) Existencia de facies Keuper en los posibles puntos de paso, con su secuela de deslizamientos en laderas, ataques químicos al hormigón por sulfatos, mal drenaje, incompetencia frente a cimentaciones superficiales, etc.
- c) Existen también otras formaciones, como la formación inferior de Bernués (313d), que presentan problemas de deslizamientos en laderas y mal drenaje. También pueden producirse desprendimientos de piedras en esta formación.
- d) Pueden existir problemas de socavación localizada en las cimentaciones de las estructuras sobre el río Gállego.

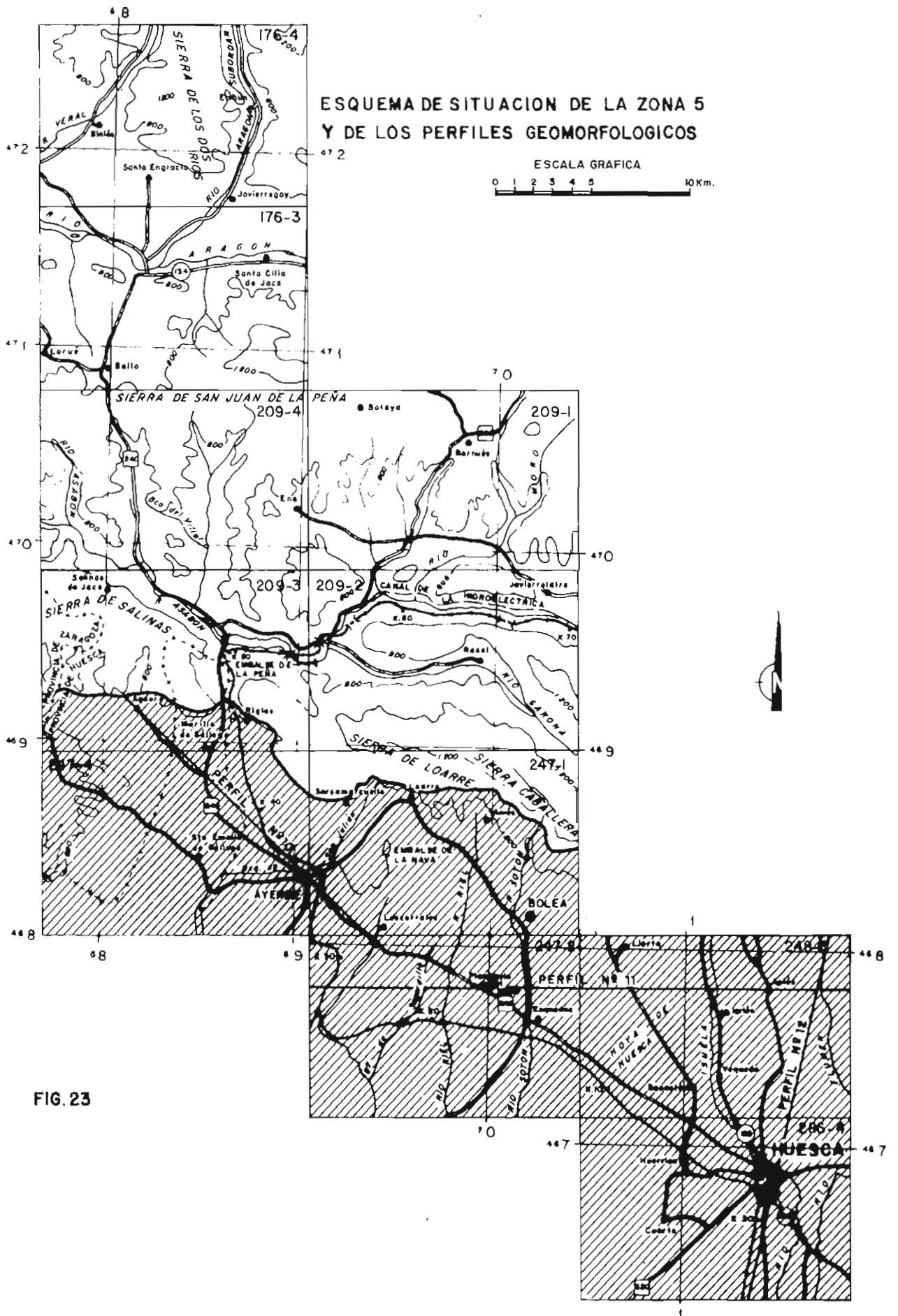


FIG. 23

PERFILES GEOMORFOLÓGICOS DE LA ZONA 5

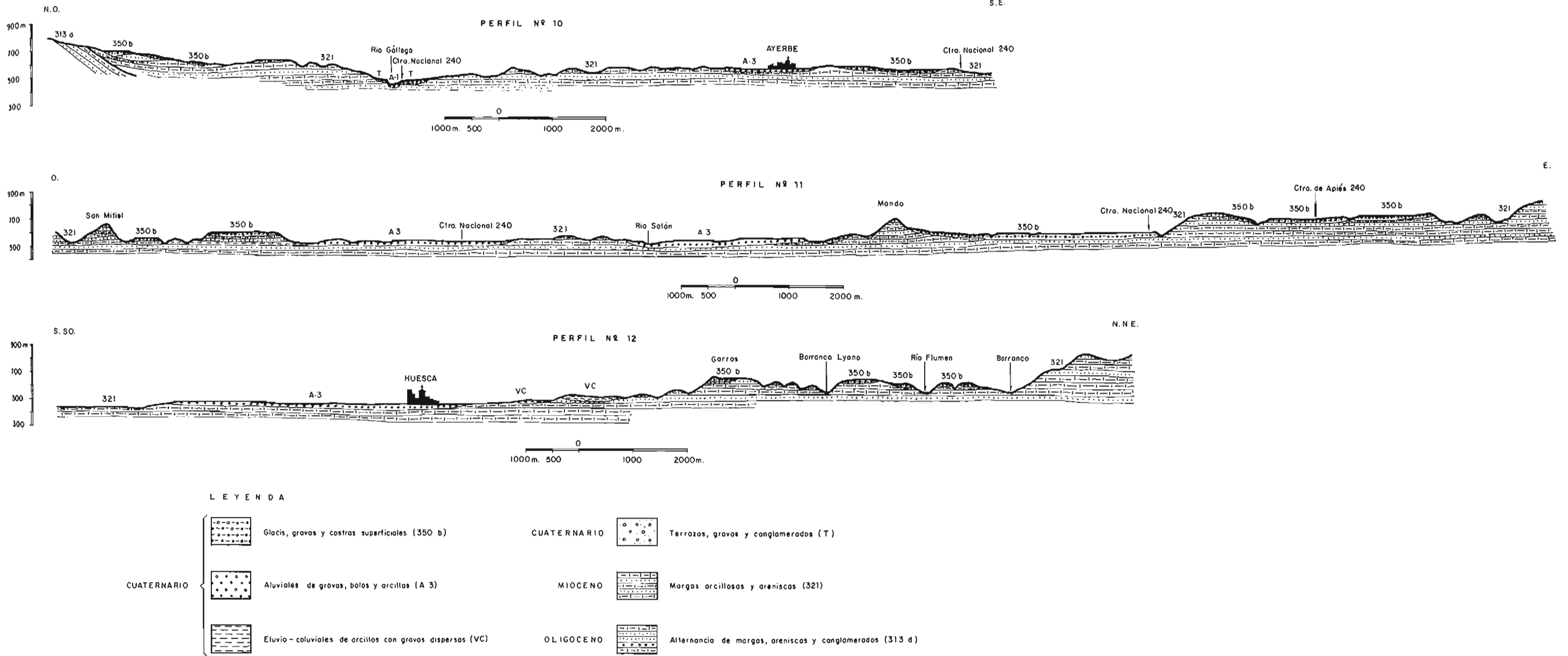


FIG. 24

3.5 ZONA 5: EL SOMONTANO

3.5.1 Geomorfología y Tectónica

La región comprendida entre Huesca y Agüero, que ha recibido el nombre de "El Somontano" (Hoya de Huesca), pertenece a la zona más septentrional de la Depresión del Ebro y se pone en contacto con la vertiente meridional de las Sierras Exteriores.

Esta región presenta un relieve típicamente de mesas, con cerros aislados, y coronados por antiguas superficies de erosión (zona de Apiés y Fornillos).

Una prueba evidente de este típico relieve es el valle del río Gállego donde los afluentes de éste degradan la región de tal forma que el relieve típico que se establece son pequeñas alineaciones de mesas periféricas y cerros testigos.

En general "El Somontano" se presenta bajo el aspecto de una zona eminentemente llana, formado por un país de gradas modeladas sobre los materiales miocenos y oligocenos, horizontales o ligeramente plegados (Fig. 24 y 25).

Bomer (1957) reconoce cuatro niveles de glaciares, relacionados con las terrazas fluviales, escalonados a varias alturas e inclinados hacia el centro de la Depresión del Ebro.

El Somontano como cuenca netamente estructural está constituida por un potente espesor de cerca de 2.000 m de materiales terciarios. Estos se encuentran en la mayor parte en disposición horizontal, salvo casos muy localizados en donde aparecen suaves ondulaciones producidas en su mayor parte por fenómenos diápricos y deposicionales.

La explicación de la existencia de estos espesores de sedimentos se debe en principio a una subsidencia de la cuenca marina, que por sucesivos movimientos epirogénicos ascendentes fue convertida en cuenca continental.

BLOQUE DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA ZONA 5
EL SOMONTANO

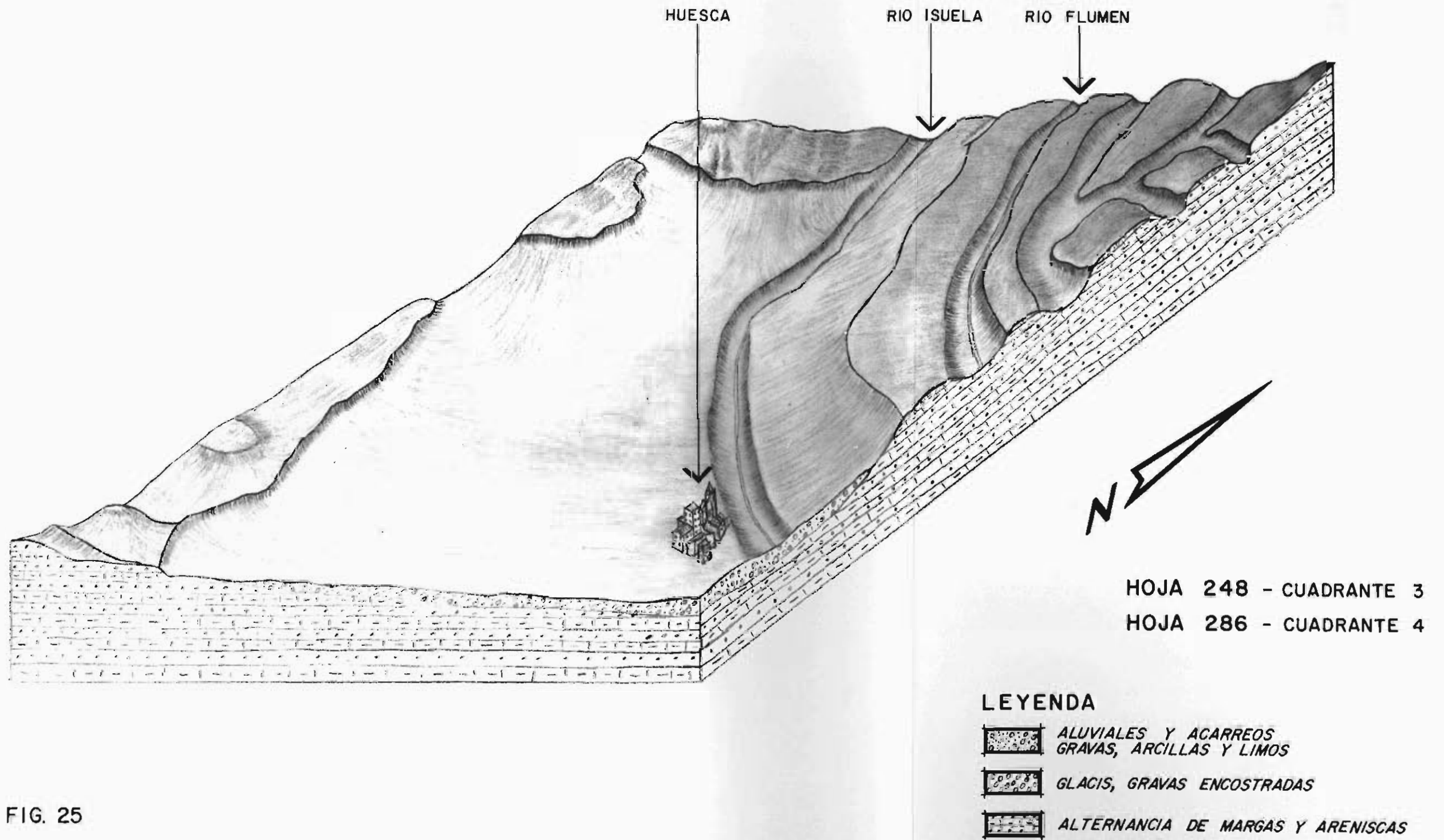


FIG. 25

3.5.2 Columna Estratigráfica

COLUMNA LITOLÓGICA	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	EDAD			
	VC	Suelos-eluvio-coluviales de arcillas limosas ocreas con mayor o menor proporción de gravas.	CUATERNARIO			
	A1	Aluviales de cauce con gravas y bolos				
	A2	Aluviales y acarreas arcillo-limosos con lentejones de gravas calcáreas de pequeño tamaño.				
	A3	Gravas calcáreas, arcillas rojas, ocreas, limos finos.				
	T	Terrazas de gravas poligénicas con matriz limosa, arenas y arcillas superficiales.				
	350 b	Gravas y bolos encostrados superficialmente arcillas y arenas de grano fino (Glacis)	PLIO-CUATERNARIO			
	321	Margas ocreas con intercalaciones de capas y bancos de areniscas marrones de grano medio.	<table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">AQUITANIENSE - BURDIGALIENSE</td> <td style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">MIOCENO INFERIOR</td> <td style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">TERCIARIO</td> </tr> </table>	AQUITANIENSE - BURDIGALIENSE	MIOCENO INFERIOR	TERCIARIO
AQUITANIENSE - BURDIGALIENSE	MIOCENO INFERIOR	TERCIARIO				

ESCALA APROXIMADA 1 cm ~ 80 m.

3.5.3 Grupos Geotécnicos

A continuación se describen los distintos grupos geotécnicos insertos en la columna lito-estratigráfica adjunta y que corresponde a la presente zona. Las diferentes acuñaciones indican aproximadamente, dentro del mapa litológico, los distintos cambios laterales.

Las superposiciones y separación entre los distintos grupos geotécnicos del Cuaternario es, como puede observarse, puramente convencional y no guarda interrelación cronoestratigráfica alguna.

SUELOS ELUVIO-COLUVIALES (VC)

Litología.— Estos suelos eluvio-coluviales están formados por arcillas limosas ocreas con mayor o menor proporción de gravas angulosas y heterométricas de naturaleza calcarenítica.



Foto 26.— Abarrancamientos típicos en los suelos limosos en la carretera de Huesca a Apiés.

Estructura.— No presentan ninguna estructura visible, salvo que ocupan zonas topográficamente deprimidas y llanas. En sí su estructura es caótica sin una estratificación aparente, con abarrancamientos en las zonas más arcillo-limosas (Foto 26).

Geotecnia.— Es similar a la indicada en el apartado 3.3.3 de la Zona 3. Únicamente cabe señalar que, debido a su baja permeabilidad y por ser la topografía extremadamente horizontal, se producen con facilidad zonas encharcadas y pantanosas, aunque en general, de pequeña extensión.

ALUVIALES DE CAUCE (A1)

Litología.— Estos aluviales están formados por gravas y bolos fundamentalmente calcáreos, heterométricos y redondeados aunque también existen cantos dispersos de naturaleza distinta.

Estructura.— Se trata de una formación de poco espesor que no presenta ninguna estructura visible, disponiéndose caóticamente y presentando poca consolidación.

Geotecnia.— Las características geotécnicas de este grupo son sustancialmente iguales a las indicadas en el apartado 3.3.3 de la Zona 3.

FORMACION DETRITICA FINA (A2)

Litología.— Formación constituida por aluviales y acarreo arcillo-limosos con mayor o menor proporción de gravas, fundamentalmente calcareníticas. Ocupan zonas de valles y hondonadas amplias próximas a cursos de arroyos. En general estos materiales pertenecen al producto resultante de la erosión del Mioceno de la depresión del Ebro.

Estructura.— Este material, inestable y poco consolidado, no presenta ninguna estructura.

Geotecnia.— Este material se puede escavar con facilidad. No se aprecian desmontes en esta formación por ocupar zonas de valles y hondonadas amplias. Si es necesario realizar alguna excavación de baja altura, se podrán adoptar taludes 3/2 (H/V). Estos materiales se pueden emplear en obras de tierra. Su permeabilidad es baja y el drenaje, tanto profundo como superficial, es deficiente. Constituye un cimiento aceptable para terraplenes y obras de fábrica con tensiones admisibles medias (1,5–2,5 Kg/cm²) para cimentaciones superficiales.

LLANURAS DETRITICAS ALUVIALES (A3)

Litología.— Esta formación aluvial está constituida por gravas sueltas, fundamentalmente calcáreas, subredondeadas y heterométricas; arcillas rojas y ocre y lentejones delgados de gravas encontradas, aunque su espesor es mínimo. Se enlaza suavemente con la formación "Glacis" que presenta características semejantes.

Estructura.— Estos aluviales que ocupan las llanuras de inundación de la red actual, no presenta estructura alguna.

Geotecnia.— El material es ripable en general, aunque a veces pueden aparecer costras no muy duras, que pueden dificultar el ripado. Los taludes naturales y artificiales observados son del orden de 1/1 y en las zonas con costras, subverticales. Los taludes recomendados son 1/1 para desmontes bajos y 3/2 (H/V) para desmontes medios o altos. El material se puede emplear en obras de tierra y convenientemente clasificado, para áridos de hormigón. Su permeabilidad es regular por lo que el drenaje profundo también lo es. El drenaje superficial es deficiente por la horizontalidad del terreno. Constituye un buen cimiento para terraplenes y obras de fábrica con tensiones admisibles medias a altas (2–4 Kg/cm²) en cimentaciones superficiales.

TERRAZAS DEL RIO GALLEGO (T)

Litología.— Se trata de gravas y bolos poligénicos subredondeadas a redondeados, heterométricos y cementados por una matriz areno-limosa. A veces se encuentran muy cementados llegando a ser verdaderos conglomerados de gran dureza.

Estructura.— Es fundamentalmente horizontal, con vestigios de planos de estratificación.

Geotecnia.— En general estas terrazas son ripables, aunque pueden presentarse niveles con-

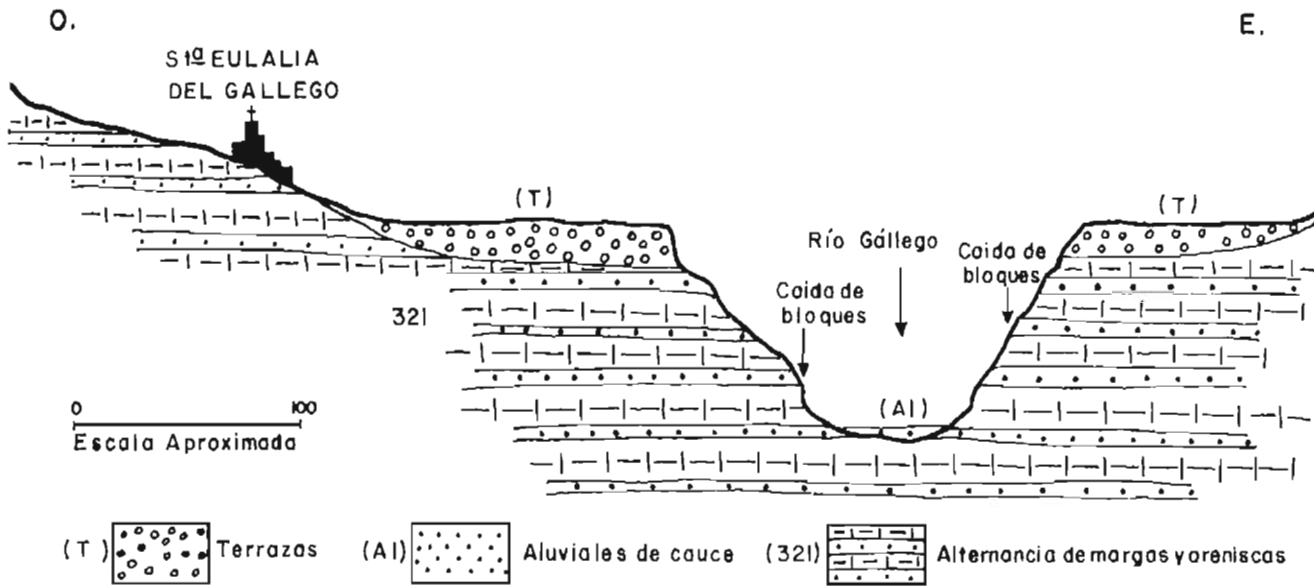


FIG.26 CORTE TRANSVERSAL A LA GARGANTA DEL RIO GALLEGO EN STA. EULALIA

glomeráticos no ripables. Se aprecian taludes naturales y artificiales del orden de 1/1. Estos taludes son los recomendables en desmontes bajos. El material se puede emplear en obras de tierra y como árido para hormigón. La permeabilidad es buena y el drenaje tanto profundo como superficial también lo es excepto en las zonas más próximas a los cauces. El terreno es competente como cimiento de terraplenes y de obras de fábrica con tensiones admisibles altas (3-4 Kg/cm²) en cimentaciones superficiales. Existen claros riesgos de socavación en las proximidades de los cauces de agua, lo que obligará a tomar precauciones especiales, para proteger las cimentaciones (Foto 27).

GLACIS (350b)

Litología.— Gravas y bolos fundamentalmente calcáreos, encostrados superficialmente por una matriz arcillo-arenosa fina de color ocre claro. Se encuentran niveles de arcillas ocre y rojizas intercaladas entre los distintos niveles de costras y gravas sueltas.

Estructura.— La cabecera del glacis presenta una estructura caótica que va adquiriendo una disposición preferentemente horizontal a medida que nos alejamos de ella.

En la actualidad se encuentra bastante erosionado quedando vestigios, en forma de boinas encima de los cerros miocenos.

Geotecnia.— El material del glacis no es ripable en general por la presencia de conglomerados, aunque pueden existir zonas aisladas que admitan el ripado. Se observan taludes naturales y artificiales próximos al 1/1. Se recomiendan taludes 1/1 para desmontes pequeños y 3/2 (H/V) para desmontes medios. El material es adecuado para su empleo en obras de tierra; como áridos

para hormigones posiblemente necesiten una preparación y clasificación costosa. La permeabilidad es buena, por lo que el drenaje, tanto profundo como superficial, también lo será. Constituye un buen cimiento para terraplenes y obras de fábrica con tensiones admisibles altas (del orden de 4 Kg/cm²) para las cimentaciones superficiales.

FORMACION MARGOSA DE AYERBE (321)

Litología.— Margas arcillosas ocreas con intercalaciones de bancos de areniscas de grano medio cuarzoso, con estratificación cruzada, en paleocanales.

Estructura.— La formación se encuentra algo plegada en el contacto con las sierras marginales y en el resto se encuentra en disposición preferentemente horizontal.

Geotecnia.— Aunque sólo son ripables los bancos margo—arcillosos, la disposición cuasi—horizontal facilita el ripado de esos niveles. La estabilidad en excavaciones es deficiente sobre todo por desprendimiento de bloques debido al descalzamiento provocado por la erosión diferencial sobre los bancos más blandos. Existen algunos deslizamientos de este tipo y otros de carácter general en taludes naturales con pendientes de ladera 3/2 (H/V) y alturas de 20 m o más (Foto 28). Los taludes artificiales son del orden de 3/2 (H/V). Los taludes a adoptar serán de 3/2 (H/V) para desmontes bajos y 2/1 (H/V) para desmontes mayores. El material no es adecuado para obras de tierra aunque se podría emplear si no existiera otro material adecuado en la zona. El drenaje, tanto profundo como superficial, es deficiente por la baja permeabilidad y la topografía poco favorable. Es aceptable cimiento para obras de fábrica y terraplenes con tensiones admisibles bajas a medias (2—3 Kg/cm²) para las cimentaciones superficiales. Las cimentaciones deben apoyarse en los niveles más duros.



Foto 27.— Socavación del río Gállego aguas abajo del pueblo de Murillo de Gállego.

Foto 28.— Deslizamientos en la formación miocena de Ayerbe (321) (Carr. de Ayerbe a Santa Eulalia de Gállego).



3.5.4 Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona

Existen pocos problemas geotécnicos en esta Zona que en gran parte de su extensión es muy favorable para el trazado de modernas vías de comunicación.

Unicamente en la formación margosa de Ayerbe se presentan problemas de inestabilidad en laderas (sobre todo por caídas de bloques), de topografía accidentada y de socavación en las cimentaciones de obras de fábrica sobre ríos.

Se presentan problemas muy aislados de mal drenaje y suelos algo blandos en la formación detrítica fina y en los suelos eluvio—coluviales.

Puede existir algún problema aislado de ripabilidad, debido a la existencia de costras de conglomerados.

4. CONCLUSIONES GEOTECNICAS

4.1 RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS

Una vez descritos los problemas en cada zona, se da en este punto una visión global que puede servir para la definición a gran escala de los posibles trazados.

Los problemas geotécnicos significativos existentes en el área en estudio son:

- a) La existencia de facies Keuper en la Zona de las Sierras Exteriores, con arcillas irisadas, margas yesíferas, yesos masivos, etc. Este terreno es sumamente peligroso para las vías de comunicación ya que pueden dar lugar a corrimientos importantes, problemas de disolución de los yesos, ataque químico al hormigón, alta plasticidad en el cimiento de los terraplenes y baja capacidad de carga para cimentaciones de obras de fábrica, etc.

Parece imposible evitar este terreno en el trazado de las redes viarias, pues se presenta, con mayor o menor amplitud, formando parte de las Sierras Exteriores. Quizá el mejor punto para atravesarlo sea la garganta del río Gállego, por la que discurren en la actualidad el ferrocarril y la carretera nacional 240, ocupando ambos márgenes. Mediante una cuidadosa cartografía geológica de detalle, se podría lograr un trazado que, con obras de fábrica de cierta importancia, fuera evitando las manchas triásicas y mejorara las condiciones geométricas, en la actualidad bastante deficientes.

La posibilidad de establecer túneles o grandes desmontes, atravesando las Sierras Exteriores por otros puntos, debe desecharse por las dificultades que supondrían estos terrenos triásicos y la abrupta topografía existente, lo que daría lugar a túneles de considerable longitud.

- b) Desprendimientos de bloques por erosión diferencial en las alternancias de niveles duros y blandos. Este problema se puede presentar con poca importancia en el flysch de los valles de Hecho y Ansó y con mayor trascendencia, en las formaciones de Anzánigo y de Ayerbe.

- c) Los desmontes en el flysch de los valles de Hecho y Ansó no parece que vayan a plantear problemas. Será necesario estudiar la orientación y buzamiento de los estratos en cada desmonte que se realice, para poder definir con mayor precisión los taludes y precauciones a adoptar.

Algo similar sucederá en los desmontes excavados en las formaciones de Bernués, Anzánigo y Ayerbe, las cuales, con distinta litología, están constituidas por una alternancia de niveles duros y blandos, con estratificación variable de unos sitios a otros.

- d) La socavación en las cimentaciones de las obras de fábrica sobre cauces importantes de agua deberá estudiarse cuidadosamente dado el fuerte poder erosivo de los ríos. Este será prácticamente el único problema serio que aparecerá en las cimentaciones de las obras de fábrica en el área de estudio.
- e) En algunas Zonas, (Zona 3, Sierras de la Peña y Zona 4, Sierras Exteriores), apenas existen materiales adecuados para obras de tierra, por lo que solo se podrán emplear materiales de calidad inferior, si se quieren evitar grandes distancias de transporte.

Por el contrario, en las Zonas 2 (La Canal de Berdún) y 5 (El Somontano de Huesca), existen magníficos materiales y, salvo en puntos muy concretos, las distancias de transporte serán pequeñas. La Zona 1 (El flysch eoceno) presenta buenos materiales, sólo en algunos puntos.

No han aparecido, en volumen significativo, suelos blandos u orgánicos que planteen problemas serios de capacidad portante o de asentamientos inadmisibles.

4.2 CORREDORES SUGERIDOS

Dada la fuerte y abrupta topografía del área, el estudio de los corredores sugeridos debe tomar en consideración en primer lugar este factor.

Las Sierras Exteriores y las Sierras de la Peña plantean serios problemas a las vías de comunicación.

Fórzar el paso a través de ellas puede ser sumamente costoso y difícil (en especial en las Sierras Exteriores por sus condiciones geológico-geotécnicas), por lo que se deben aprovechar los pasos naturales, que es lo que en estos momentos hacen la carretera nacional 240 y el ferrocarril (Fig. 25). Así, la comunicación entre la zona de Huesca y el Pirineo, en el área estudiada, debe hacerse siguiendo aproximadamente el trazado de la carretera nacional 240, cuyo trazado en los puntos más difíciles (garganta del río Gállego y Puerto de Santa Bárbara), puede mejorarse evidentemente.

La penetración en el Pirineo, encuentra un camino fácil a través del valle del Hecho, cuya topografía es mucho más favorable que la del valle de Ansó, paralelo a él, pero que presenta el gran desfiladero de la Foz de Biniés.

Paralelamente al Pirineo, existe un buen corredor natural que es la Canal de Berdún. Sus condiciones topográficas y geotécnicas son favorables para establecer una vía de comunicación que sirva de distribuidor Este-Oeste entre los diferentes valles transversales al Pirineo.

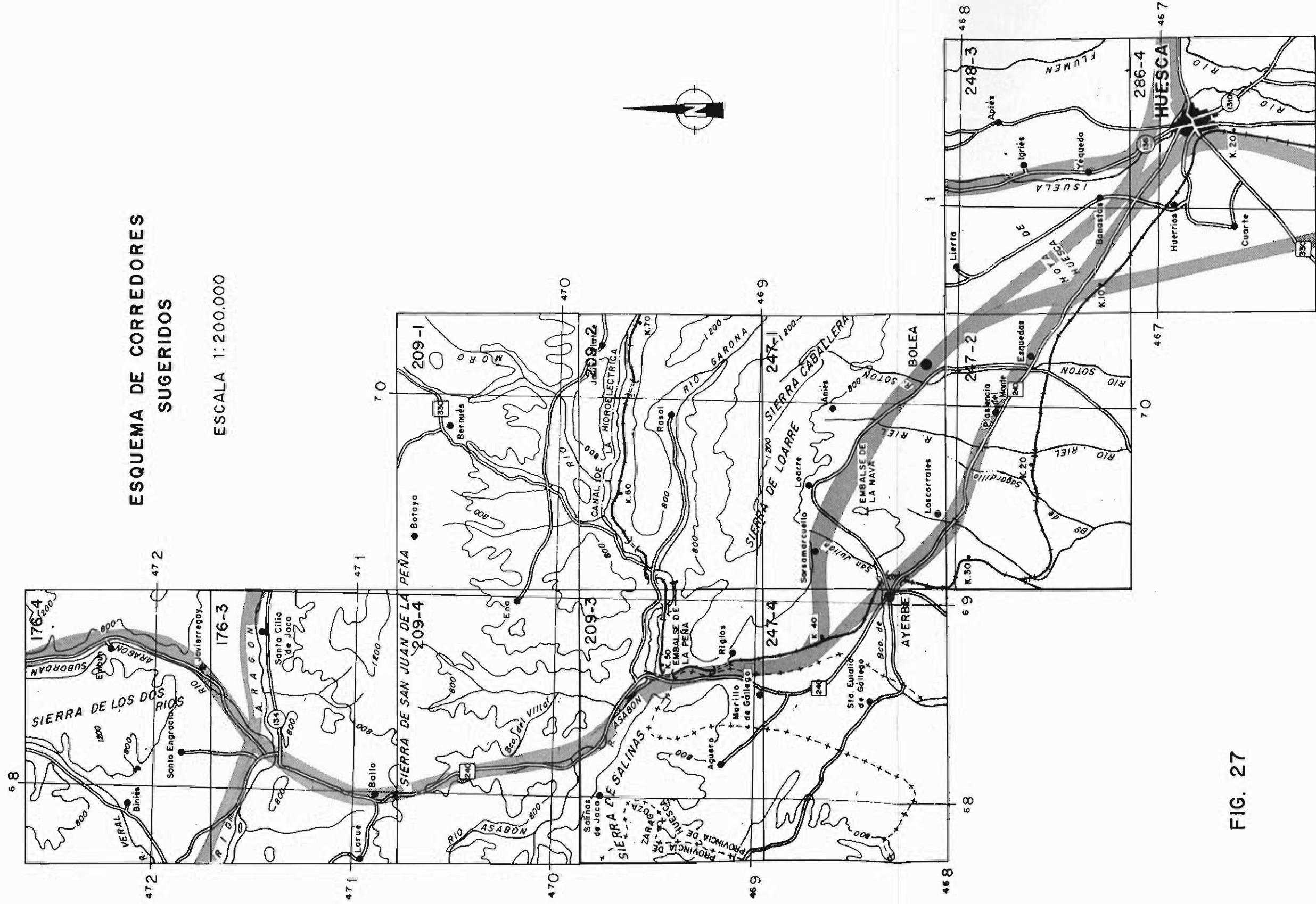
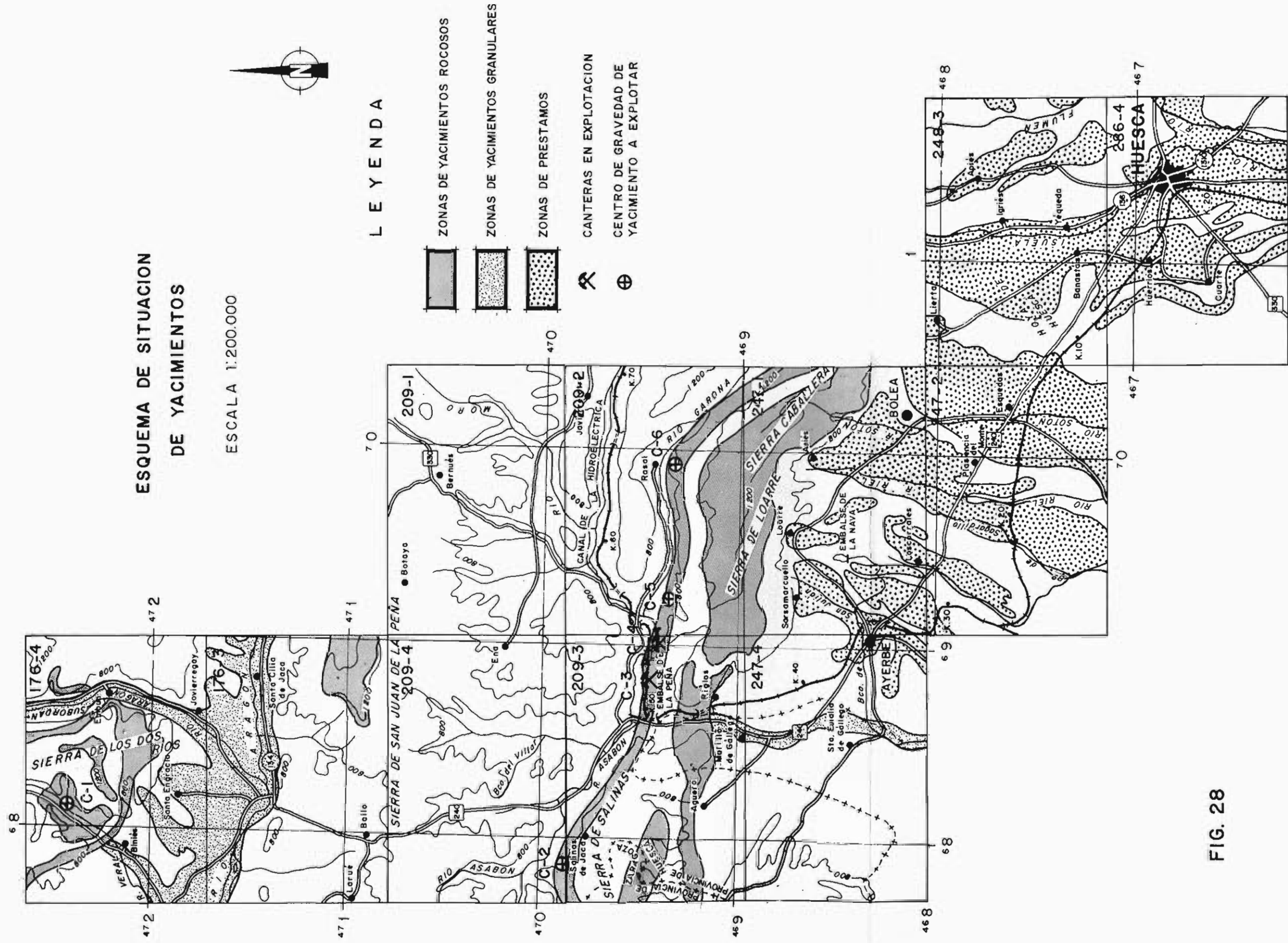


FIG. 27

Finalmente, la zona del Somontano de Huesca es, en su mayor parte, muy favorable para el trazado de autopistas, con topografía suave, geotecnia favorable y excelentes materiales para obras de tierra, en especial en las cercanías de la capital.



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

5. YACIMIENTOS

5.1 CANTERAS

Si recorremos la columna lito–estratigráfica general del tramo de muro a techo, el primer nivel apto para canteras que aparece pertenece al Muschelkalk, el cual se encuentra formado por calizas, calizas dolomíticas, dolomías y carniolas, bastante fracturadas y diaclasadas.

Estos afloramientos se encuentran dispersos por la zona axial de las Sierras Exteriores, con difícil acceso por encontrarse en zonas muy elevadas.

El nivel canterable que encontramos en la columna, después del Muschelkalk, es el Cretácico Superior, constituido por calizas grises muy recristalizadas, a veces banqueadas.

El Eoceno, que ofrece unas características óptimas para su aprovechamiento en canteras, está formado por calizas nummulíticas, ricas en CO_3Ca , estratificadas en bancos muy gruesos; a veces se encuentran masivamente dispuestas.

Estos afloramientos calcáreos se reparten, en su mayor parte, en la hoja de Agüero 209 en los cuadrantes 2, 3 y 4, y en la hoja de Ayerbe 247 en el cuadrante 1.

La caliza eocena, además de aparecer en los cuadrantes anteriormente citados, también aflora en el cuadrante 4 de la hoja de Jaca (176).

5.2 GRAVERAS

Son muy abundantes y están concentradas en la Zona 2 (La Canal de Berdún), ocupando un 35 por ciento de la extensión total de la misma.

En la actualidad los ríos Aragón, Aragón Subordan y Veral, aportan el 75 por ciento de la totalidad de graveras que existen en el tramo, siendo el 25 por ciento restante perteneciente a las terrazas de estos ríos y a las terrazas del río Gállego en la Zona 5 (Somontano).

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

Son precisamente los depósitos del río Aragón, en Puente la Reina, los que son explotados con mayor ritmo, existiendo plantas de machaqueo para obtención de áridos.

En general, tanto los depósitos aluvionares de los ríos Aragón, Aragón Subordán y Veral, como las terrazas que han dejado en el transcurso de su evolución, son de naturaleza calcárea, a excepción hecha del contenido en arcilla y arena que componen su matriz.

5.3 PRESTAMOS

Como tal hemos de considerar los materiales empleados en obras de tierra.

Para este tipo de material pueden emplearse todos los materiales calcáreos y granulares, pero no es aconsejable el uso, para obras de tierra, de los materiales arcillo—areniscosos, del Eoceno y Oligoceno y por descontento del Triásico.

Existe la posibilidad de que si escasease el material de buena calidad para obras de tierra, se podría llegar a utilizar los materiales arcillo—areniscosos de la cuenca central oligocena (313a, 313b, 313c, etc.).

Merecen sin embargo destacar, los extensos afloramientos cuaternarios repartidos por casi toda la zona sur del tramo, proporcionando un material excelente para terraplenes y explanación. Estos materiales están formados por gravas y bolos calcáreos, costras conglomeráticas y niveles de conglomerados de naturaleza poligénica.

Dentro de este conjunto detrítico se recomienda para su explotación la zona situada al norte y noroeste de Huesca, y la zona sureste de Ayerbe, todas ellas situadas en el cuadrante 3 de la hoja de Apies, 248 cuadrante 1 de la hoja de Huesca 286 y cuadrante 1 y 2 de la hoja de Ayerbe (247).

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

YACIMIENTOS ROCOSOS							
IDENTIFICACION		MATERIAL		LOCALIZACION			OBSERVACIONES (ACCESOS ESTRUCTURA ETC)
DENOMINACION	ENCUADRE	TIPO DE ROCA	COMPOSICION Y TEXTURA	EDAD	HOJA 1:50,000	COORDENADAS	
C - 1	312 a	Caliza rica en CO ₃ Ca	Poco alterada, dura, en bancos gruesos	Cuisiense	176	2° 53' 50" 49° 39'	Carretera de Anso Acceso facil
C - 2	312 a 232	Calizas	Poco alterada, dura, capas medias a gruesas	Cuisiense Senonense	209	2° 50' 30" 42° 25'	Camino forestal. Acceso dificil
C - 3	312 a	Caliza rica en CO ₃ Ca	Poco alterada, dura, en - bancos gruesos	Cuisiense	209	2° 58' 42° 28'	Carretera a Jaca Acceso facil
C - 4	312 a	Caliza rica en CO ₃ Ca	Poco alterada, dura, en - banco gruesos	Cuisiense	209	2° 58' 18" 42° 23' 10"	Carretera a Jaca Acceso facil
C - 5	312 a 232	Calizas	Poco alterada, dura en bancos medios y gruesos	Cuisiense. Senonense	209	3° 02' 42° 21' 30"	Carretera a Rasal Facil acceso
C - 6	312 a	Calizas rica en CO ₃ Ca	Algo fracturada, estratificada en bancos	Cuisiense	209	3° 06' 42° 22'	Pueblo de Rasal Acceso facil

6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

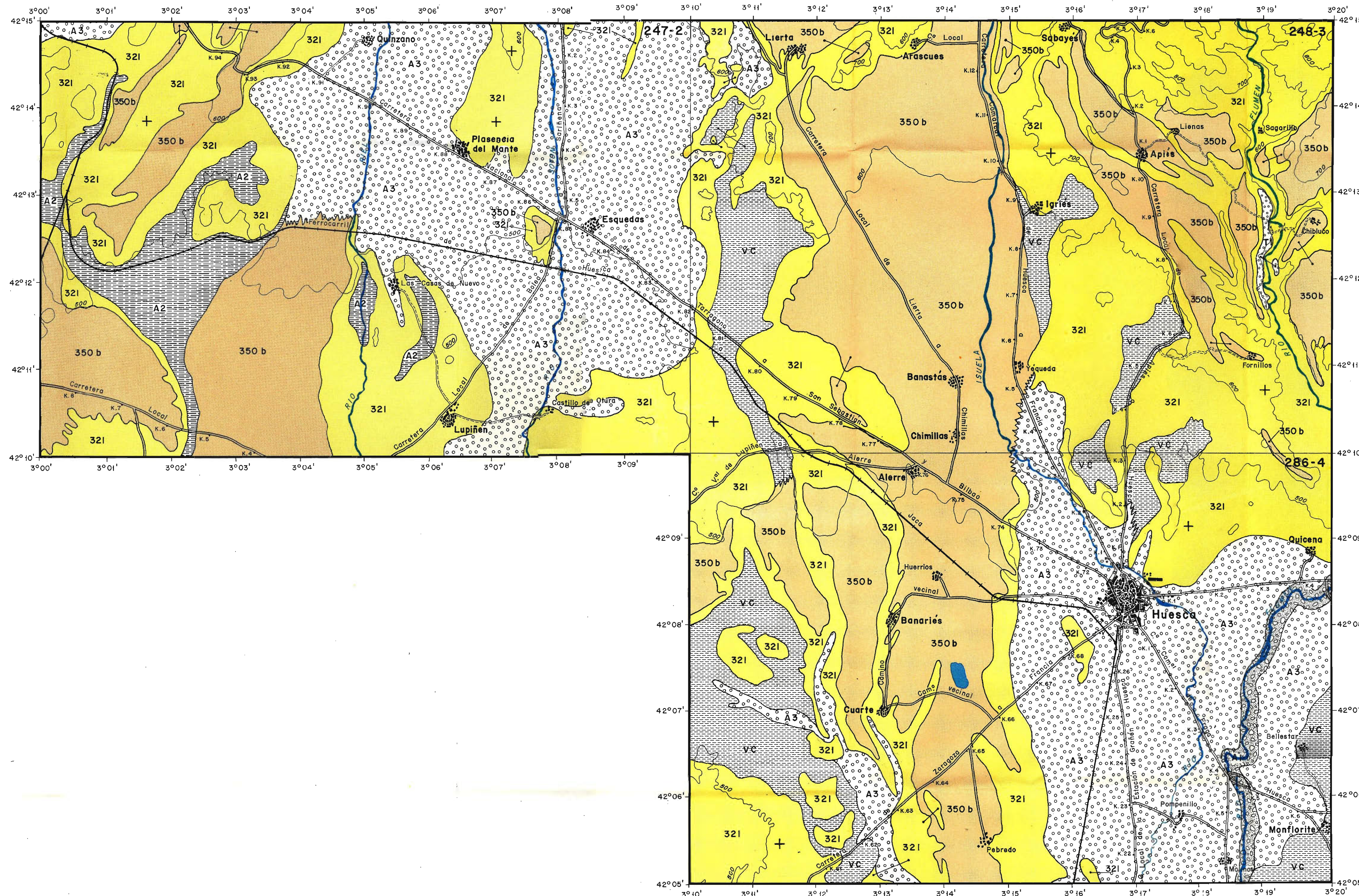
- Alastrue, E.; Almela, A.; Píros, J.M., 1957.— Explicación al mapa geológico de la Provincia de Huesca, escala 1:200.000 I.G.M.E. Madrid.
- Bauer, A; Calder, D.N., 1971.— The influence and evaluation of blasting on stability. Stability in open Pit Mining.
- Elsberg, J.N. van, 1964.— Geology of the Upper Cretaceous and part of the Cower Tectiary, North of Hecho and Aragües del Puerto, Spanish Pyrenees, province of Hesca. Tesis Univ. Utrecht.
- Jiménez Salas, J.A. y Justo Alpañes, 1971.— Geotecnia y Cimientos.
- Langeford, H., 1970.— “The Modern Technique of Sock Blasting” Jhon Wiles and Sons.
- Riba, O.— Mapa litológico de la provincia de Huesca: 1:200.000 Dep. Sedimentología y Suelos de Zaragoza (C.S.I.C.) (en prensa).
- Schwarz, E.J., 1962. Geology and Paleomagnetism of the valley of the rio Aragón Subor-dan, North and East of Oza Spanish Pirenees. Est. Geol. 18, 192–240. Madrid.
- Sole. Sabarís, L. 1959. Geografía de España y Portugal. Tomo I.
- Soler, M. y Puigdefabregas, C. 1972.— Esquema litológico del Alto Aragón Occidental. Pirineos. Jaca.

FE DE ERRATAS

Página	Línea	Dice	Debe Decir
12	1	y datada	datada
26	7	Binies	Biniés
47	5	(2/1 a 3/1,H/v)	2/1 a 3/1 (H/v)
58	6	AGUERO	AGÜERO
59	3	admsible	admisible
71	33	subredondeadas	subredondeados
76	28	(Fig. 25)	(Foto 25)
83	2	Pños, J.M,	Ríos, J.M,
83	10	Sock	Rock

MAPA LITOLOGICO - ESTRUCTURAL

ESCALA 1:50.000



GRUPOS GEOTECNICOS

CUATERNARIO

- Suelos eluvio-coluviales de arcillas ocreas, con mayor o menor proporción de gravas areniscosas. Ripable, taludes en excavación pequeños 1/1, drenaje superficial deficiente por alto nivel freático, capacidad portante baja. (Potencia aprox. - 0,50 - 4 m.)
- Aluvial en zonas bajas con gravas y bolas calcáreas, redondeadas y heterométricas. Con junta máxima. Ripable, drenaje superficial deficiente por alto nivel freático, competente como cimentas de terrapienes y obras de fabrica, buen empleo como árido. (Potencia aprox. - 0,50 - 5 m.)
- Aluvial de acorras arcilla-limosas con mayor o menor proporción de gravas calcareníticas. Ripable, taludes del orden de 3/2 (H/V) para desmontes bajos, drenaje superficial deficiente por escasa permeabilidad, capacidad portante media (1,5 - 2 Kg/cm²). (Potencia aprox. - 2 - 5 m.)
- Aluviales constituidos por gravas calcáreas sueltas, heterométricas y arcillas rojas y ocreas, aparecen pequeños lentejones de gravas encostradas. Ripable en general, taludes 1/1 para desmontes bajos y 3/2 (H/V) para desmontes medios, drenaje superficial regular dependiendo de la topografía, capacidad portante media a alta (2 - 4 Kg/cm²). (Potencia aprox. 1 - 5 m.)
- Terrazas de gravas poligénicas subredondeadas a redondeadas, heterométricas, cementadas por una matriz arena-limosas. Disposición horizontal. Ripable, excepto niveles cementados en zonas bajas, buen drenaje superficial y profundo, capacidad portante alta (3 - 4 Kg/cm²). (Potencia aprox. - 1 - 5 m.)

PLIOCUATERNARIO

- Glaciol de gravas y bolas calcáreas encostrados superficialmente por una matriz arcilla-arenosa fina. Disposición subhorizontal. No ripable, taludes 1/1 para desmontes pequeños y 3/2 (H/V), para desmontes medios, drenaje superficial y profundo bueno, buen cimienta para terrapienes, capacidad portante alta (4 Kg/cm²). (Potencia aprox. - 2 - 15 m.)

GRUPO DETRITICO

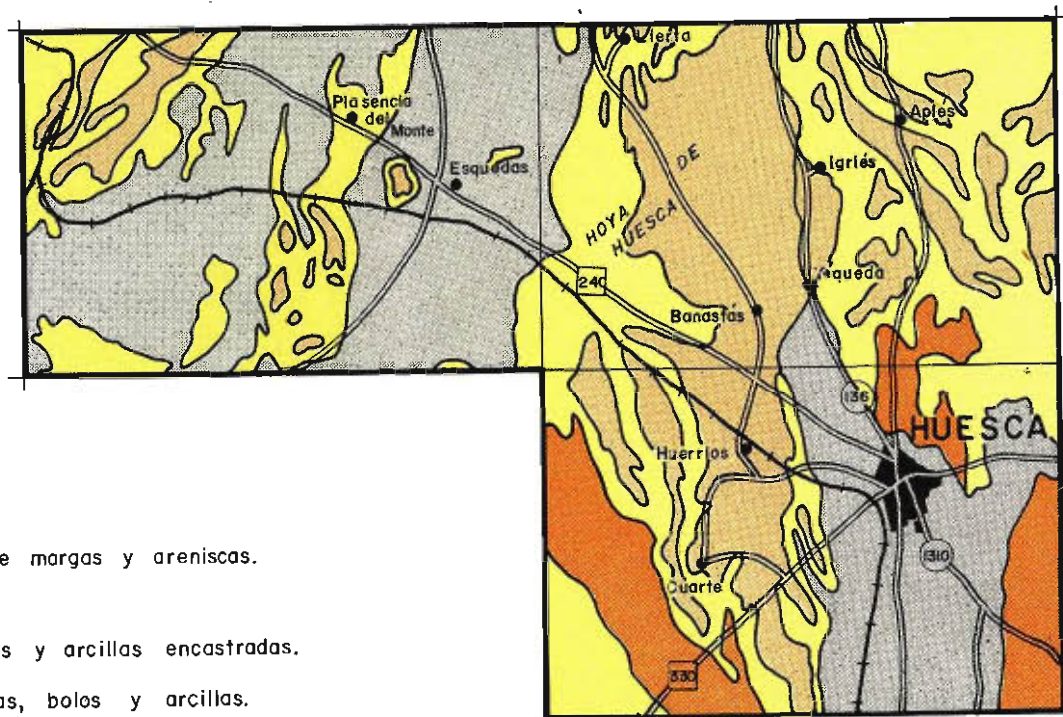
- Margas arcillosas ocreas con intercalaciones de bancos irregulares de areniscas calcáreas, duras, de grano medio a fino de naturaleza cuarcítica. Subhorizontal o suavemente plgado en contacto con las sierras marginales, relieve de mesas y muy abarrancado. Solo ripable los bancos arcillosos y los bancos delgadas de areniscas, no ripable los bancos gruesos de areniscas, bajo estabilidad en desmontes con desprendimiento de bloques, taludes a adoptar 3/2 (H/V), drenaje superficial deficiente por la baja permeabilidad y por topografía, capacidad portante baja (2 - 3 Kg/cm²). [Mioceno Inferior-Medio. Potencia aprox. - 300 - 500 m.]

SIMBOLOGIA

- Buzamiento horizontal.
- Contacto no definido.
- Contacto entre formaciones.

ESQUEMA GEOLOGICO

ESCALA 1:200.000

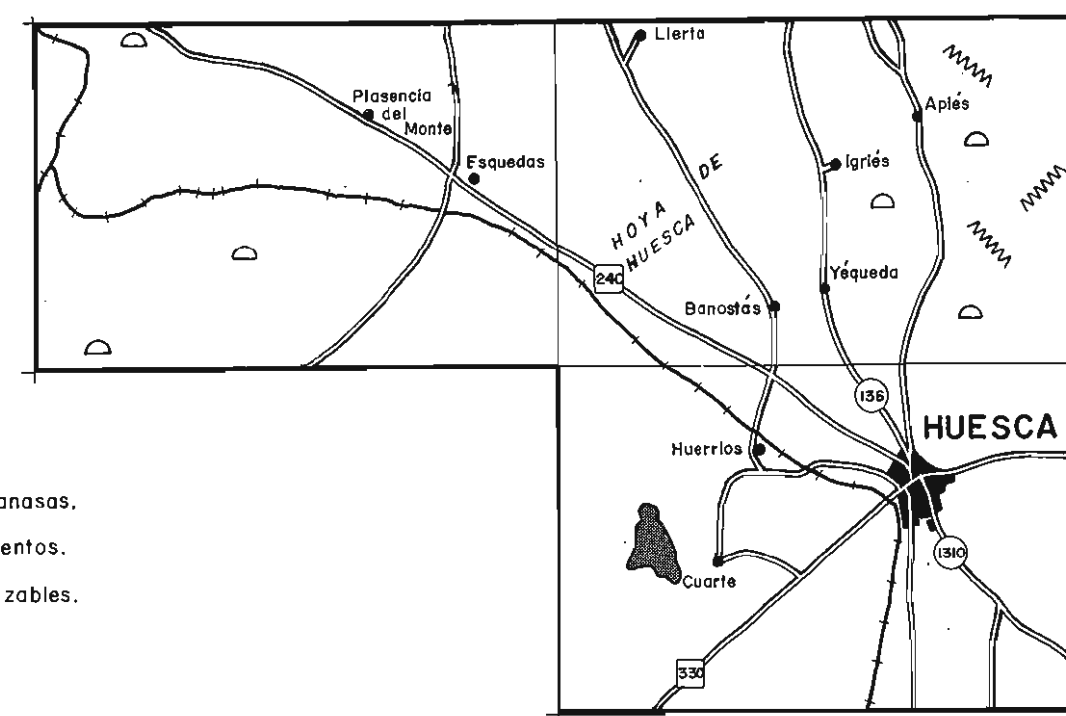


LEYENDA

- MIOCENO**
- Alternancia de margas y areniscas.
- CUATERNARIO**
- Aluvial: Gravas, bolas y arcillas.
- Coluvial y aluvial de gravas y arcillas.

ESQUEMA GEOTECNICO

ESCALA 1:200.000

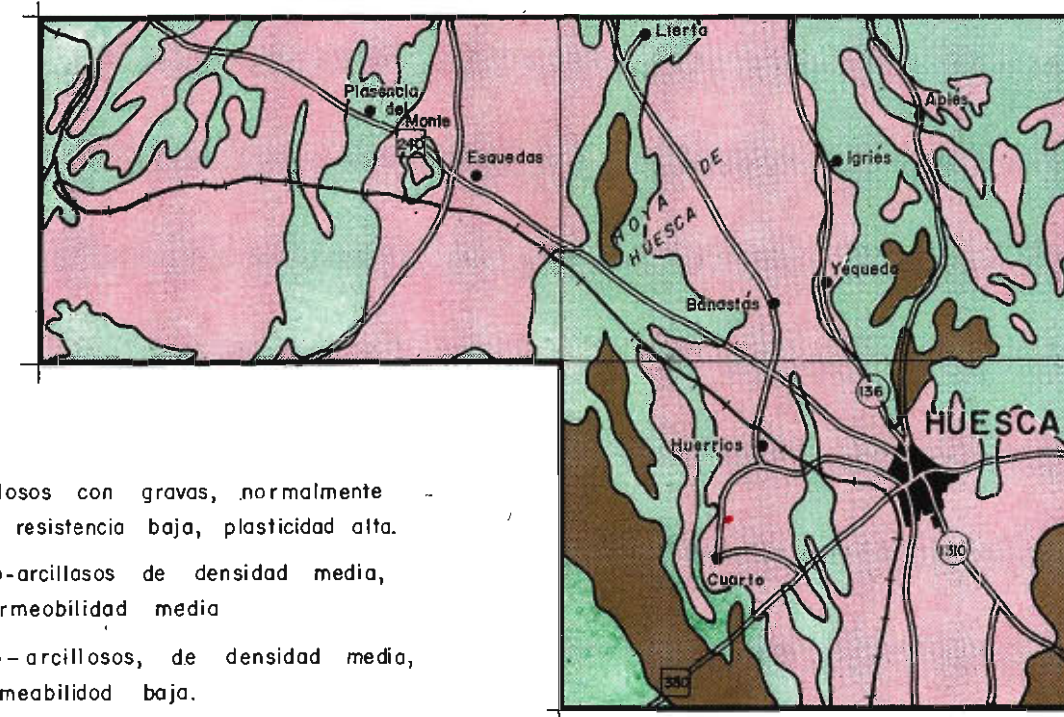


LEYENDA

- Zonas pantanosas.
- Abarrancamientos.
- Zonas deslizables.

ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR

ESCALA 1:200.000

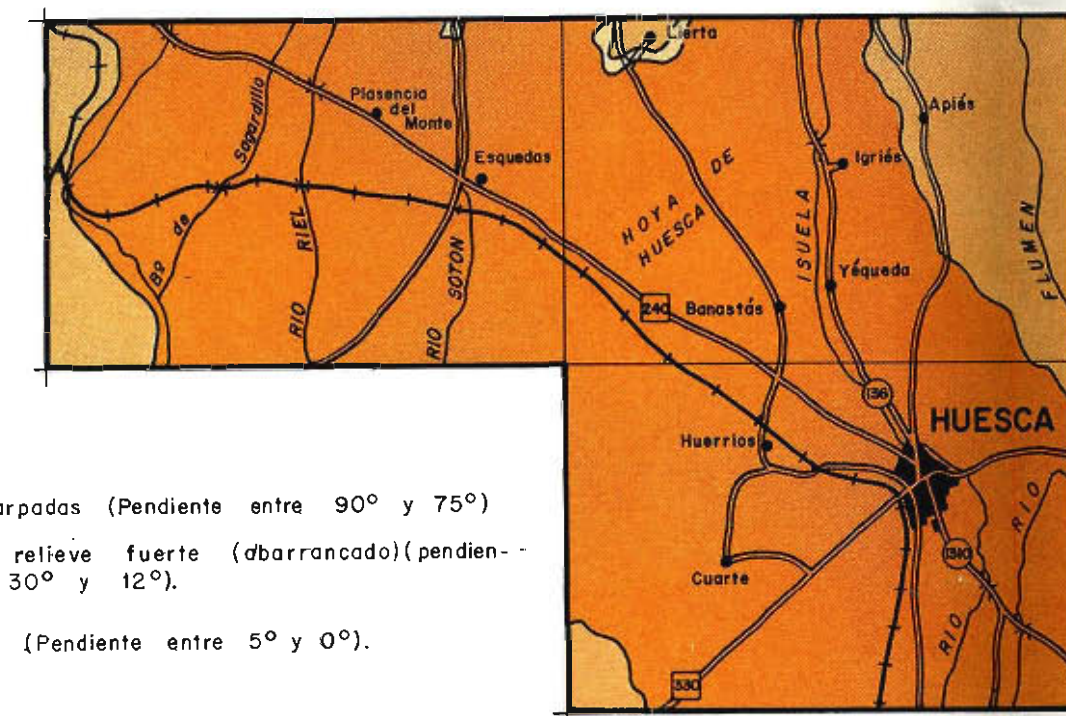


LEYENDA

- Suelos arcillosos con gravas, normalmente consolidados, resistencia baja, plasticidad alta.
- Suelos arena-arcillosos de densidad media, suelos, permeabilidad media.
- Suelos limo-arcillosos, de densidad media, suelos, permeabilidad baja.

ESQUEMA MORFOLOGICO

ESCALA 1:200.000



LEYENDA

- Zonas escarpadas (Pendiente entre 90° y 75°)
- Zonas de relieve fuerte (abarrancado) (pendientes entre 30° y 12°).
- Penillanura (Pendiente entre 5° y 0°).

MAPA LITOLOGICO - ESTRUCTURAL

ESCALA 1:50.000

GRUPOS GEOTECNICOS

CUATERNARIO

- Suelos aluvio-calviales de arcillas ocreas, con mayor o menor proporción de gravas areniscosas ocreas. Ripable, taludes en excavación pequeños 1/1 drenaje superficial deficiente por alto nivel freático, capacidad portante baja. (Potencia aprox. - 0,50-4 m.)
- Aluvial en zonas bajas constituido por gravas y bolos fundamentalmente calcáreos, redondeados y heterométricos. Conjunto masivo. Ripable, drenaje superficial deficiente por alto nivel freático, competente como cimientos de terraplenes y obras de fábrica, se puede emplear para arido de hormigones. (Potencia aprox. - 0,50-5 m.)
- Aluviales constituidos por gravas poligénicas angulosas, arcillas ocreas y rojas, brechas pegriculares, arenas finas y limos. Conjunto masivo en disposición caótica y poco estable; se encuentran depositos depositados en zonas de laderas, con pendientes fuertes. Ripable, poco estable en desmontes, taludes aconsejables 2/1 (H/V), drenaje superficial deficiente, capacidad portante baja. (Potencia aprox. - 2-7 m.)
- Conos de deyección, constituidos por gravas calcáreas, heterométricas y arcillas limosas ocreas. Conjunto masivo en disposición caótica. Ripable, taludes aconsejados en desmontes 2/1 (H/V), drenaje superficial deficiente, capacidad portante baja, riesgos de inestabilidad general (Potencia aprox. - 1-10 m.)
- Calviales constituidos por gravas calcáreas angulosas y arcillas ocreas. Conjunto masivo en disposición caótica y poco estable, se encuentran depositados en zonas con pendientes muy fuertes. Ripable, poco estables en desmontes, taludes aconsejados 2/1 (H/V), drenaje deficiente, capacidad portante baja (2 Kg/cm²). (Potencia aprox. - 0-7 m.)
- Terrazas constituidas por gravas poligénicas subredondeadas a redondeadas, heterométricas, cementadas por matriz arcillo-limosa. Prefracción horizontal, con vestigios de pliegos de estratificación, relieve horizontal. En general ripable, excepto zonas cementadas, taludes 1/1 en zonas bajas, drenaje superficial y profundo bueno capacidad portante alta (3/4 Kg/cm²). (Potencia aprox. - 1-5 m.)

PLIOCUATERNARIO

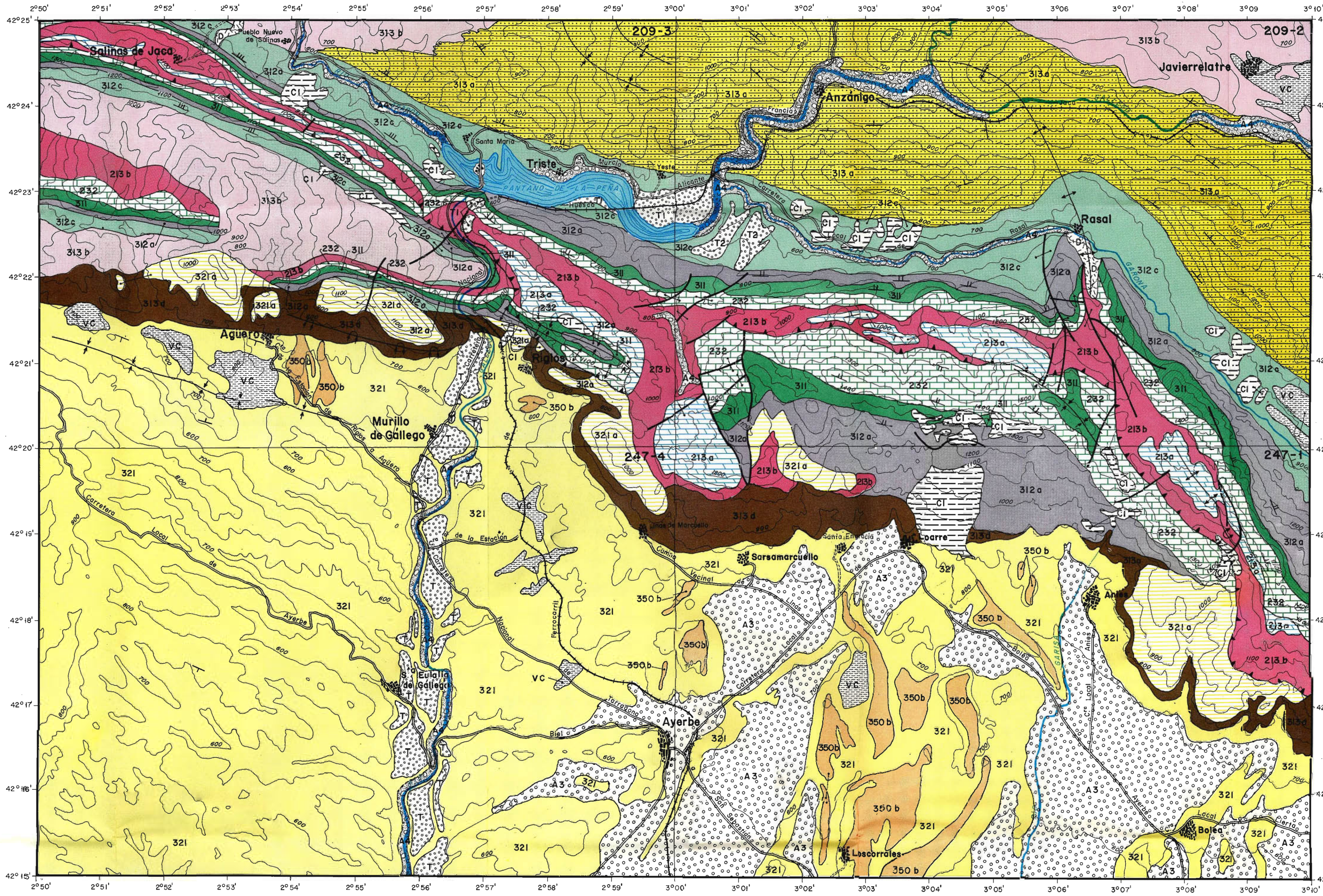
- Glacia de gravas y bolos calcáreos encastados superficialmente por una matriz arcillo-arenosa fina. Disposición subhorizontal. No ripable, taludes 1/1 para desmontes pequeños y 3/2 (H/V); para desmontes medios, drenaje superficial y profundo bueno; cimiento bueno para terraplenes, capacidad portante alta (4 Kg/cm²). (Potencia aprox. - 2-15 m.)

GRUPO MARGOSO

- Margas calcáreas gris azuladas, compactas, con niveles intercalados de calcarenitas de grano fino. Estratificación difusa, fracturación escasa, formación muy plegada con frecuentes oscilaciones de capas y bancos, relieve alomado y erosionado. No ripable excepto lo capa superficial, taludes para excavaciones pequeñas 3/2 (H/V), para excavaciones grandes 2/1 (H/V), drenaje superficial y profundo deficiente, capacidad portante media o alta (3-4 Kg/cm²). [Eoceno Medio-Superior. Potencia aprox. - 1000 a 1500 m.]
- Formación constituida por arcillas irisadas muy plásticas, margas yesíferas de colores trizasados, azules y sales potásicas y sodadas. Conjunto muy plegado y holgado, masivo, con un marcado carácter diaclásico, relieve alomado y muy abarrancado. Ripable, peligro de deslizamientos aún con taludes muy tendidos, recomendable 5/2 (H/V), drenaje superficial muy deficiente, riesgos de asientos apreciables y de ataque química por los yesos. [Triásico (Keuper). Potencia aprox. - 100-800 m.]

GRUPO CALCAREO

- Calizas algo margosas, gris azuladas de grano fino, dura, presentando a veces una textura nodulosa y lajosa. Conjunto masivo a veces banquedo, estructura plegada y fragurado, con fuertes buzamientos en los flancos Sur, relieve de escarpe con profundos bancales encañados (fos de Biniés). No ripable, muy estable en desmontes naturales y artificiales verticales y en desplome, material utilizable para pedraplenes y obras de hormigones, capacidad portante alta (4-5 Kg/cm²). [Eoceno Inferior. Potencia aprox. - 10-150 m.]
- Calizas grises de grano fino, recristalizadas y karstificadas. Conjunto masivo, a veces algo banquedo, formación muy plegada y fracturada, relieve de escarpe. No ripable, taludes naturales y artificiales estables 1/5 y 1/10 (H/V), permeabilidad elevada por fisuración, capacidad portante alta a muy alta (>5 Kg/cm²). [Cretácico Superior. Potencia aprox. 40-200 m.]



Calizas litográficas, calizas dolomíticas rosadas y negras, dolomías y carbonías oquerasas grises. Conjunto masivo, a veces se encuentran finamente banquedadas hallándose afectadas tectónicamente por el Keuper, muy fracturadas y diaclásadas, relieve algo escarpado. No ripable, taludes naturales estables a 1/5 y 1/10 (H/V), vórtices también para taludes artificiales, material utilizable en pedraplenes, drenaje profundo bueno por fisuración y superficial bueno por topografía, capacidad portante alta a muy alta (<5 Kg/cm²) [Muschelkalk. Potencia aprox. - 50-100 m.]

GRUPO DETRITICO

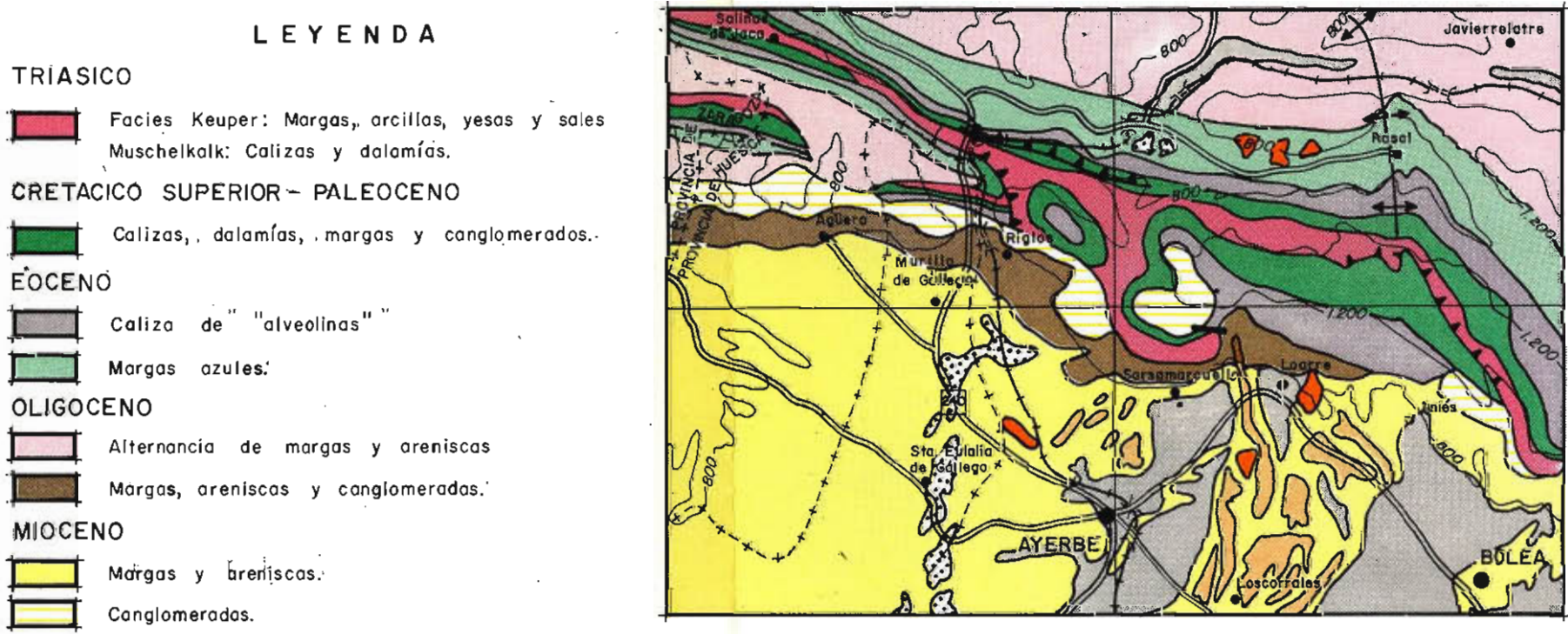
- Conjunto detritico formado por areniscas calcáreas de grano fino cuarzoso duras e intercalaciones de bancos de margas ocreas y grises. Estratificación en bancos gruesos, formación plegada con buzamientos que oscilan entre los 15° y 25° fracturación y diaclásación frecuente en los bancos de areniscas, relieve alomado a montañoso, con profundos barrancos. Conjunto no ripable, aunque algún banco margoso lo pueda ser, establecido de taludes dependientes de la estratificación, pudiendo llegar a pendientes fuertes si el buzamiento es favorable, drenaje superficial bueno por topografía, caído de bloques por descolamiento de los niveles duras, capacidad portante alta en general [Oligoceno Inferior. Potencia aprox. - 400-700 m.]
- Conjunto detritico formado por margas dominantes de color ocre, alternando con areniscas calcáreas de grano medio a fino que presenta niveles delgados de yeso blanco fibroso. Conjunto estratificado en bancos, muy plegado con buzamientos que oscilan entre los 15° y los 20°, fracturación y diaclásación escasa, relieve alomado a montañoso con zonas muy abarrancadas. No ripable, estabilidad de taludes dependiente de la estratificación, corrimientos de ladera, permeabilidad baja ya aunque el drenaje superficial es bueno por topografía, existen riesgos de atq. que químicos al hormigón por existencia de niveles yesíferos, capacidad portante alta para terraplenes y baja para obras de fábrica. [Oligoceno Inferior. Potencia aprox. - 1500 a 2000 m.]
- Alternancia irregular de areniscas calcáreas de grano fino cuarzoso con abundante mica blanca y frecuentes estructuras sedimentarias y margas arcillosas ocreas y rosadas, con bancos gruesos de conglomerados de cantos poligénicos muy duras. Es trofificado en bancos gruesos y medianos, formación muy plegada, con buzamientos que oscilan entre los 5° y 80°, presenta frecuentes ocurrencias, relieve alomado a montañoso a veces escarpado. No ripable, estabilidad en desmontes dependiente de la dirección de estratificación, drenaje superficial bueno favorecido por la topografía, capacidad portante alta (4-5 Kg/cm²) [Oligoceno Medio-Superior. Potencia aprox. - 300-400 m.]
- Conglomerados poligénicos muy duras, con mayor proporción de bolas calcáreas heterométricas y redondeadas, cemento calcáreo pero a veces se observo zonas silíceas. Conjunto masivo, suavemente plegado y frecuentemente diaclásado, relieve de escarpe. No ripable, permitirá taludes muy fuertes 1/10 (H/V), drenaje superficial bueno por topografía, capacidad portante muy alta (5 Kg/cm²). [Mioceno Inferior. Potencia aprox. - 250-300 m.]
- Margas arcillosas ocreas con intercalaciones de bancos irregulares de areniscas calcáreas, duras, de grano medio a fino de naturaleza cuarcítica. Subhorizontal o suavemente plegada en contacto con las sierras margales, relieve de mesa y muy abarrancada. Solo ripable los bancos arcillosos y los bancos delgados de areniscas, no ripable los bancos gruesos de areniscas, baja estabilidad en desmontes con desprendimiento de bloques, taludes a adoptar 3/2 (H/V), drenaje superficial deficiente por la baja permeabilidad y por topografía, capacidad portante baja (2-3 Kg/cm²). [Mioceno Inferior-Medio. Potencia aprox. - 300-500 m.]
- Serie alternante constituida por tramos margosos de color rojizo-vinoso, areniscas silíceas de grano cuarzoso medio a grueso, conglomerados cuarcíticos de matriz arenosa y bancos gruesos de calizas nodulosas y brechoides, blancas en fractura. Conjunto estratificado en bancos gruesos con frecuentes cambios laterales, en general se encuentra plegado, relieve escarpado. Ripabilidad muy variable, estabilidad en desmonte baja, se deben establecer taludes 3/2 (H/V), permeabilidad baja, drenaje superficial bueno por topografía, capacidad portante baja (1,5-3 Kg/cm²). [Facies Gurumense. Paleoceno. Potencia aprox. - 40-100 m.]

SIMBOLOGIA

- Buzamiento entre 0° y 30°
- Buzamiento entre 30° y 60°
- Buzamiento entre 60° y 90°
- Falla
- Anticinal.
- Sinclinal
- Sinclinal volcado.
- Falla inversa o cabalgamiento.
- Contacto entre formaciones.

ESQUEMA GEOLOGICO

ESCALA 1:200.000



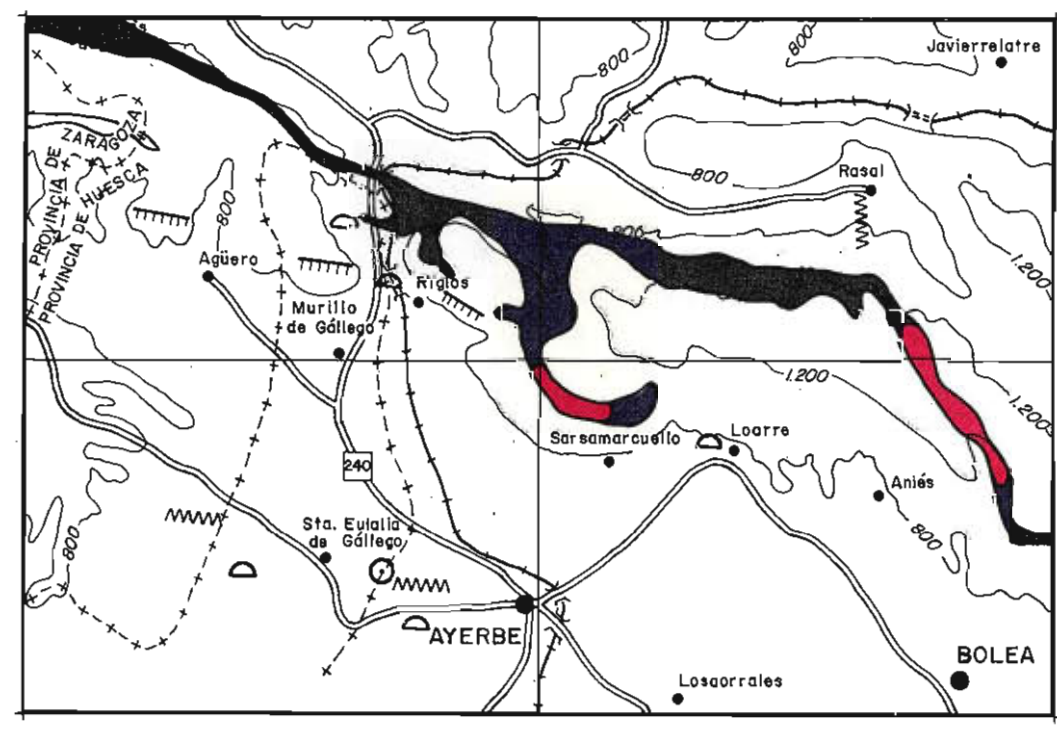
- #### LEYENDA
- TRIÁSICO**
 - Facies Keuper: Margas, arcillas, yesos y sales Muschelkalk: Calizas y dolomías.
 - CRETACICO SUPERIOR - PALEOCENO**
 - Calizas, dolomías, margas y conglomerados.
 - EÓCENO**
 - Calizo de "oliveñas"
 - Margas azules.
 - OLIGOCENO**
 - Alternancia de margas y areniscas
 - Margas, areniscas y conglomerados.
 - MIOCENO**
 - Margas y areniscas.
 - Conglomerados.
 - CUATERNARIO**
 - Glacia: Gravas y arcillas.
 - Terrazas: Gravas y arcillas.
 - Calviales de gravas y arcillas.
 - Aluviales de gravas y bolos.

SIMBOLOGIA

- Falla.
- Anticinal.
- Cabalgamiento.

ESQUEMA GEOTECNICO

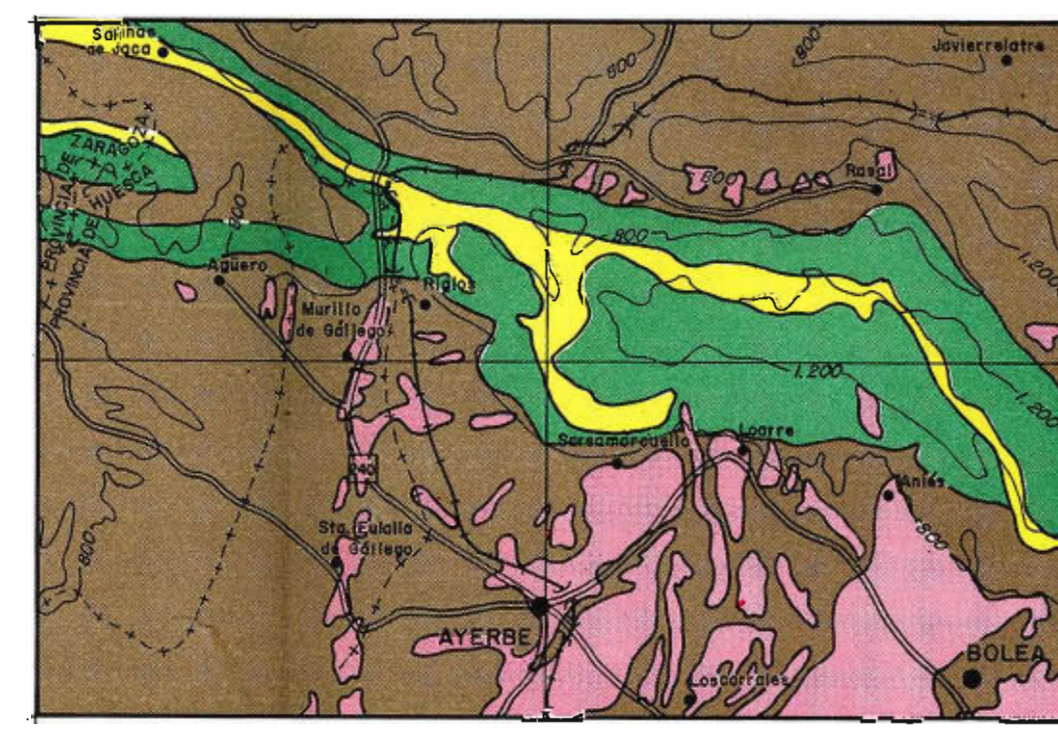
ESCALA 1:200.000



- #### LEYENDA
- Afioramientos de arcillas y margas muy plegadas y tectónicas, peligroso por su inestabilidad.
 - Margas y yesos (peligrosidad alta).
 - Abarrancamientos.
 - Zonas escarpadas.
 - Zonas deslizables.
 - Caída de bloques.

ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR

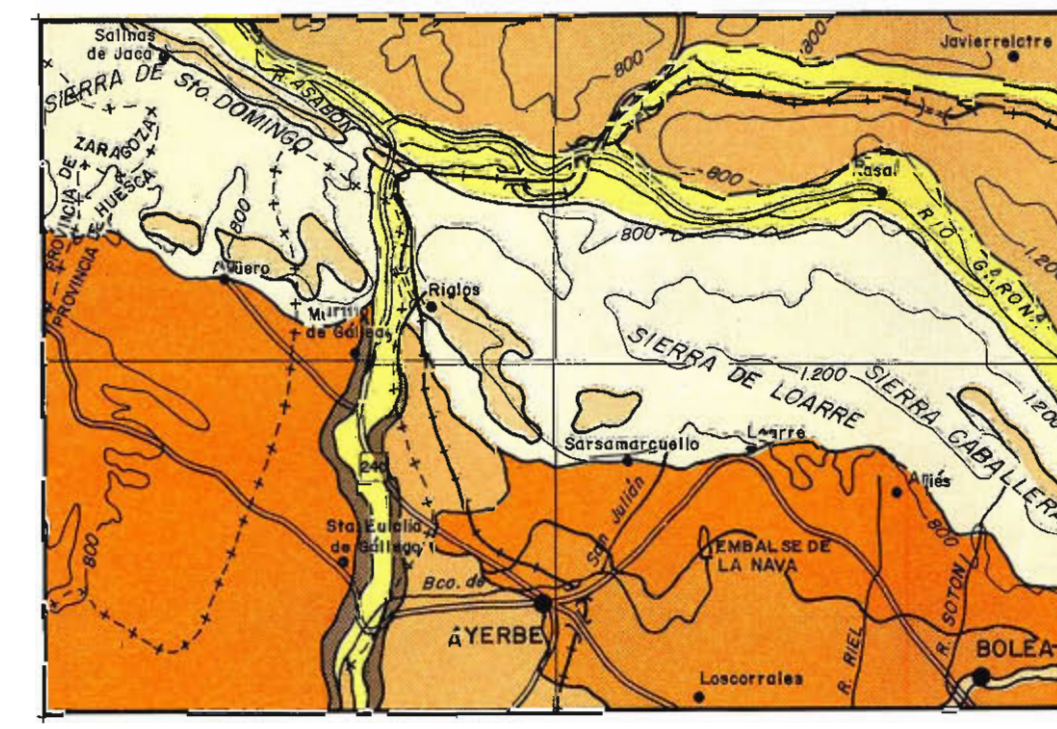
ESCALA 1:200.000



- #### LEYENDA
- Suelos arcillosos con gravas; normalmente consolidados, resistencia baja, plasticidad media.
 - Suelos arcillosos con gravillas y cristales de yeso por zonas, poco consolidado, resistencia baja, plasticidad alta.
 - Zonas de afloramientos rocosos, con suelos escasos de arcillas y fragmentos de rocas.
 - Suelos arena-arcillosos de densidad media, sueltos, permeabilidad media.

ESQUEMA MORFOLOGICO

ESCALA 1:200.000



- #### LEYENDA
- Sierras (pendientes entre 75° y 30°).
 - Zonas de relieve escarpado (pendientes entre 30° y 75°).
 - Terrazas.
 - Zonas de relieve fuerte (Abarrancado) (pendiente entre 30° y 12°).
 - Zonas de relieve suave (pendiente entre 12° y 5°).
 - Penillanuras (pendiente entre 5° y 0°).
 - Valles.

MAPA LITOLOGICO - ESTRUCTURAL

ESCALA 1:50.000

GRUPOS GEOTECNICOS

CUATERNARIO

- Suelos aluvia-cólvicos de arcillas azules, con mayor o menor proporción de gravas areniscas azules. Taludes en excavación pequeños 1/1, drenaje superficial deficiente por alto nivel freático, capacidad portante baja. (Potencia aprox. -0,50-4 m.)
- Aluvia-cólvicos constituidos por arcillas azules con abundancia de limos finos azules y alguna grava arenisca dispersa. Ocupan zonas abarrancadas poco profundas. Ripable, drenaje superficial deficiente, incompetente como cimiento en obras de fábrica. (Potencia aprox. -3-5 m.)
- Aluvial en zonas bajas constituido por gravas y bolos fundamentalmente calcáreos, redondeados y heterométricos. Conjunto masivo, ripable, drenaje superficial deficiente por alto nivel freático, competente como cimientos de terraplenes y obras de fábrica, se puede emplear para arido de hormigones. (Potencia aprox. -0,50-5 m.)
- Conos de deyección, constituidos por gravas calcáreas, heterométricas y arcillas limosas azules. Conjunto masivo en disposición cóncava. Ripable, taludes aconsejados en desmontes 2/1 (H/V), drenaje superficial deficiente, capacidad portante baja, riesgos de inestabilidad general. (Potencia aprox. -1-10 m.)
- Terrazas, constituidas por gravas y bolos fundamentalmente calcáreos, apareciendo cantos de otra naturaleza, heterométricos redondeados o subredondeados, la matriz es arcillo-limosa. En disposición preferentemente horizontal. Ripable, taludes 1/1 para desmontes pequeños, 3/2 (H/V) para desmontes mayores, drenaje regular por la impermeabilidad del sustrato, capacidad portante media a alta. (Potencia aprox. -0,50-6 m.)
- Cólvicos constituidos por gravas poligénicas angulosas y arcillas azules. Conjunto masivo en disposición cóncava y poco estable, se encuentran depositados en zonas con pendientes muy fuertes. Ripable, poco estables en desmontes, taludes aconsejados 2/1 (H/V) drenaje deficiente, capacidad portante baja (2 Kg/cm²) (Potencia aprox. -0-7 m.)

PLIO - CUATERNARIO

- Glaciales. Depósitos coluviales formados por gravas, calcáreas heterométricas y angulosas mezcladas con arcillas limosas azules. Formación ligeramente inclinada con pendientes entre los 2° y 5°, disposición cóncava enlazando suavemente con las terrazas horizontales del río Aragón. Ripable, en excavación pequeña los taludes aconsejados son 1/1 y 3/2 (H/V) para excavaciones grandes, drenaje regular, capacidad portante media (Potencia aprox. -0,50-7 m.)

GRUPO MARGOSO

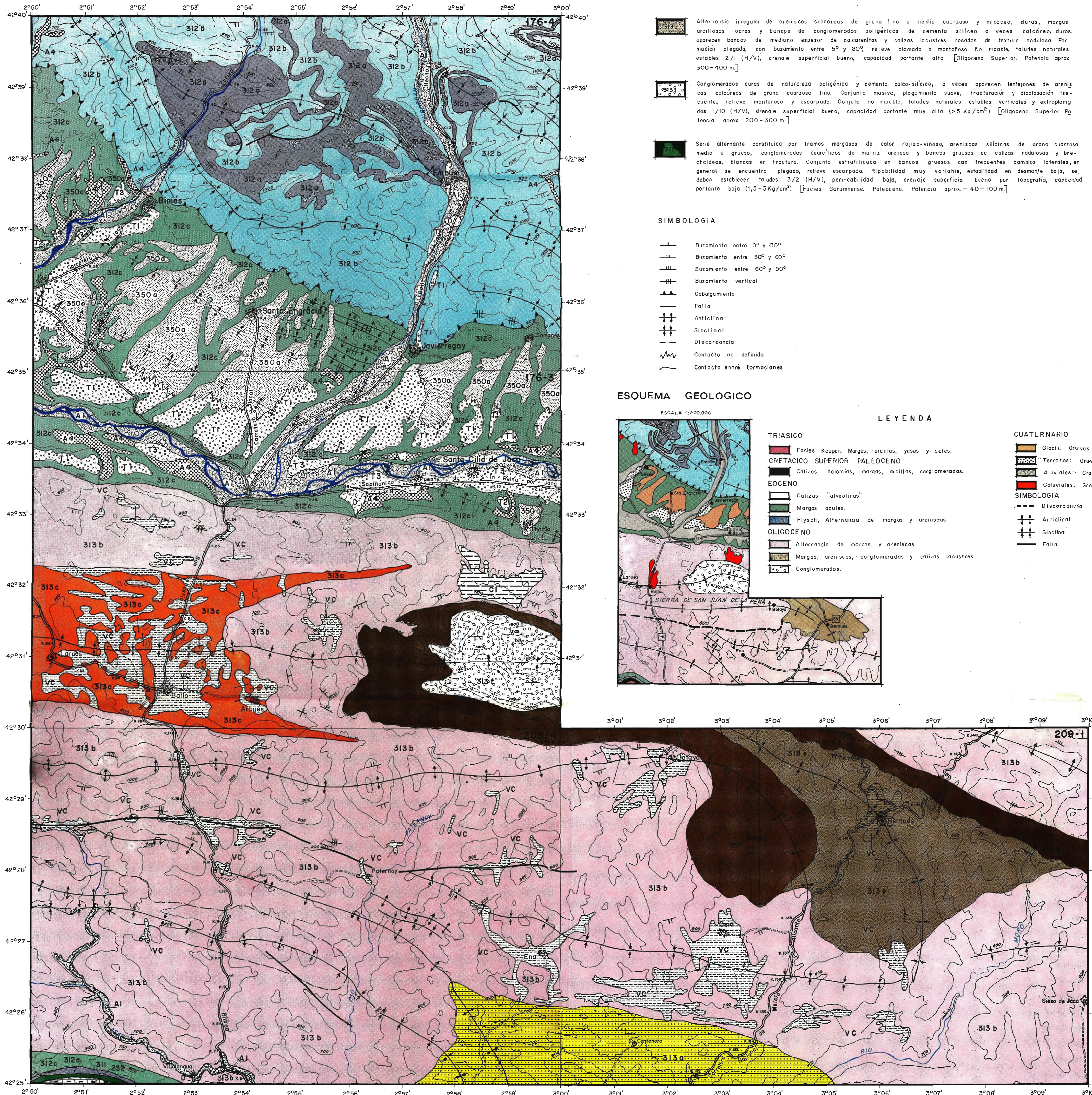
- Margas calcáreas gris azuladas, compactas con niveles intercalados de calcarenitas de grano fino. Estratificación difusa, fracturación escasa, formación muy plegada con frecuentes oscilaciones de capas y bancos, relieve alomado y erosionado. No ripable excepto la capa superficial, taludes para excavaciones pequeñas 3/2 (H/V), para excavaciones grandes 2/1 (H/V), drenaje superficial y profundo deficiente, capacidad portante media a alta (3-4 Kg/cm²) [Eoceno Medio-Superior. Potencia aprox. -1000-1500 m.]
- Flysch de alternancias de bancos medianos de areniscas micáceas de cemento calcáreo gris de grano fino, duros y margas pizarrosas gris-azules en bancos medianos con frecuentes intercalaciones de bancos de calizas margosas de textura lujosa. Formación estratificada y muy plegada, fracturación acusada, relieve alomado a montañoso, mucho más escarpado hacia el Norte. Ripabilidad baja por la existencia de bancos de areniscas, taludes naturales y artificiales bien conservados 1/3 (H/V), no obstante, la estabilidad en desmonte dependerá de la estratificación, descomponiendo de los niveles duros por erosión diferencial, capacidad portante media como cimientos de terraplenes y obras de fábrica (2-3 Kg/cm²). [Eoceno Inferior. Potencia aprox. 3000-4000 m.]

GRUPO CALCAREO

- Calizas algo margosas, gris azuladas de grano fino, dura, presentando a veces una textura nodulosa y lujosa. Conjunto masivo a veces banqueado, estructura plegada y fracturada con fuertes buzamientos en los flancos Sur, relieve de escarpes con profundos barrancos encajados (Foz de Binies). No ripable, muy estable en desmontes naturales y artificiales verticales y en desplome, material utilizable para pedraplenes y aridos para hormigones, capacidad portante alta (4-5 Kg/cm²) [Eoceno Inferior. Potencia aprox. -10-150 m.]
- Calizas grises de grano fino, recristalizadas y karstificadas. Conjunto masivo, a veces algo banqueado, formación muy plegada y fracturada, relieve de escarpes. No ripable, taludes naturales y artificiales estables 1/5 y 1/10 (H/V), permeabilidad elevada por fisuración, capacidad portante alta a muy alta (>5 Kg/cm²) [Cretácico Superior. Potencia aprox. -40-200 m.]

GRUPO DETRITICO

- Conjunto detrítico formado por areniscas calcáreas de grano fino cuarzosas, duras e intercalaciones de bancos de margas azules y grises. Estratificación en bancos gruesos, formación plegada con buzamientos que oscilan entre los 15° y 25°, fracturación y dislocación frecuente en los bancos de areniscas, relieve alomado a montañoso, con profundas barrancas. Conjunto no ripable, aunque algún banco margoso le pueda ser, estabilidad de taludes dependientes de la estratificación, pudiendo llegarse a pendientes fuertes si el buzamiento es favorable, drenaje superficial bueno por topografía, caída de bloques por descascamiento de los niveles duros, capacidad portante alta en general. [Oligoceno Inferior. Potencia aprox. -400-700 m.]
- Conjunto detrítico formado por margas dominantes de color azul alternando con areniscas calcáreas de grano medio a fino que presenta niveles delgados de yeso blanco fibroso. Conjunto estratificado en bancos, muy plegado con buzamientos que oscilan entre los 15° y los 20°, fracturación y dislocación acusada, relieve alomado a montañoso con zonas muy abarrancadas. No ripable, estabilidad de taludes dependiente de la estratificación, corrimientos de ladera, permeabilidad baja aunque el drenaje superficial es bueno por topografía, existen riesgos de ataques químicos al hormigón por existencia de niveles yesíferos, capacidad portante alta para terraplenes y baja para obras de fábrica. [Oligoceno Inferior. Potencia aprox. -1500-2000 m.]
- Margas arcillosas azules con frecuentes niveles de yeso fibroso de color blanco e intercalaciones de bancos dispersos de areniscas calcáreas de grano medio, duros. Se encuentra dentro del núcleo del sinclinal de S. Juan de la Peña, presentando ambos flancos tendidos con buzamientos que oscilan entre 3° y 20°, relieve suave con pequeños lomas. Ripable, taludes recomendados 2/1 (H/V), drenaje superficial deficiente, capacidad portante media a baja (1,5-2 Kg/cm²), riesgos de ataques químicos al hormigón por la existencia de yesos [Oligoceno Medio. Potencia aprox. -200-500 m.]
- Alternancia irregular de areniscas calcáreas, de grano fino cuarzosas con abundante mica blanca y frecuentes estructuras sedimentarias y margas arcillosas azules y rosadas con bancos gruesos de conglomerados de cantos piritóricos muy duros. Estratificación en bancos gruesos y medianos, formación muy plegada, con buzamientos que oscilan entre los 5° y 80°, presenta frecuentes oscilaciones, relieve alomado a montañoso a veces escarpado. No ripable, estabilidad en desmontes dependiente de la dirección de estratificación, drenaje superficial bueno favorecido por la topografía, capacidad portante alta (4-5 Kg/cm²) [Oligoceno Medio-Superior. Potencia aprox. -300-400 m.]

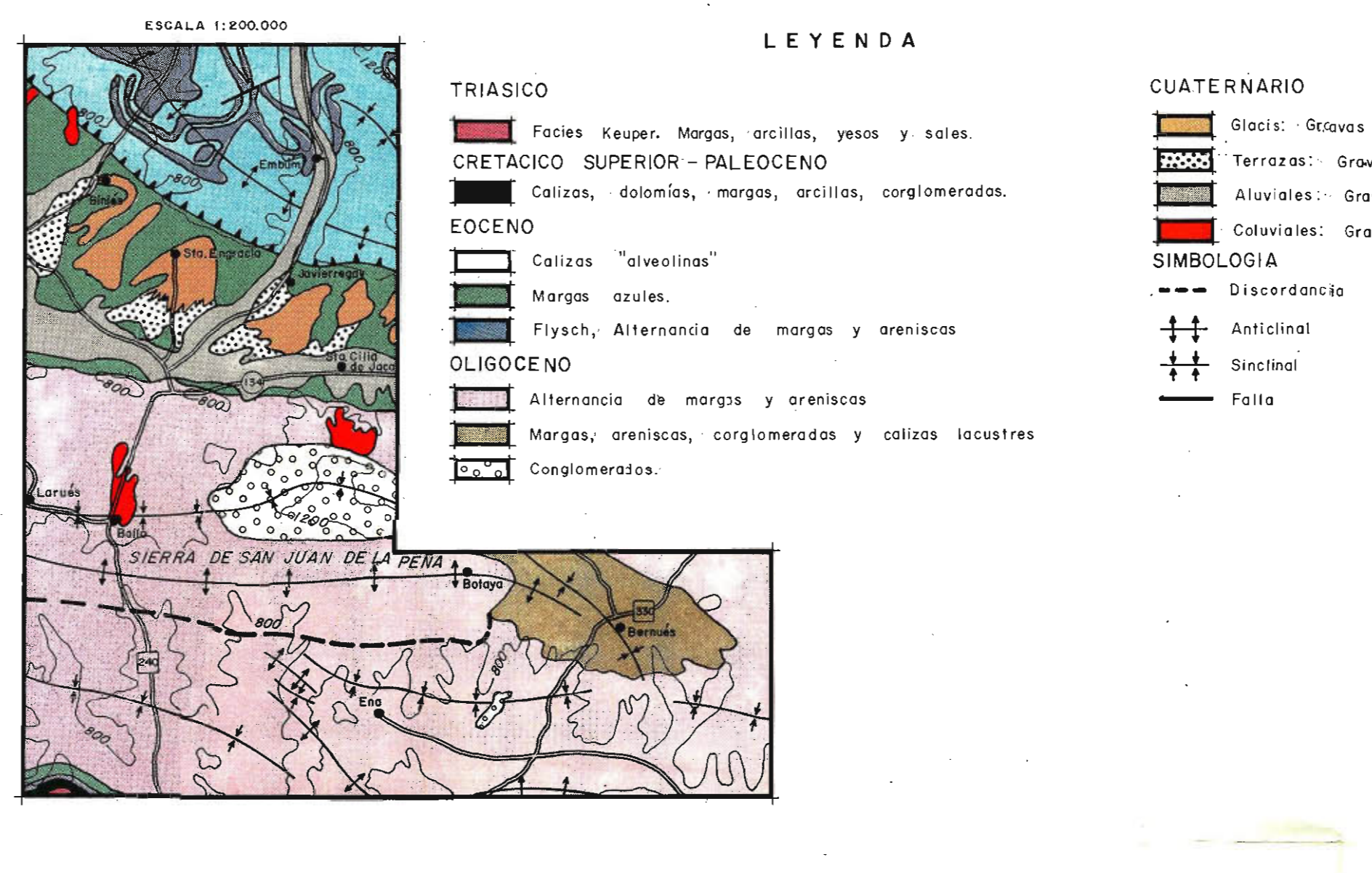


- Alternancia irregular de areniscas calcáreas de grano fino o medio cuarzosas y micáceas, duras, margas arcillosas azules y bancos de conglomerados poligénicos de cemento silíceo a veces calcáreo, duros, aparecen bancos de mediano espesor de calcarenitas y calizas lacustres rosadas de textura nodulosa. Formación plegada, con buzamiento entre 5° y 80°, relieve alomado a montañoso. No ripable, taludes naturales estables 2/1 (H/V), drenaje superficial bueno, capacidad portante alta [Oligoceno Superior. Potencia aprox. 300-400 m.]
- Conglomerados duros de naturaleza poligénica y cemento calco-silíceo, a veces aparecen lentejones de areniscas calcáreas de grano cuarzosas fino. Conjunto masivo, plegamiento suave, fracturación y dislocación frecuente, relieve montañoso y escarpado. Conjunto no ripable, taludes naturales estables verticales y extrapiédmicos 1/10 (H/V), drenaje superficial bueno, capacidad portante muy alta (>5 Kg/cm²) [Oligoceno Superior. Potencia aprox. 200-300 m.]
- Serie alternante constituida por tramos margosos de color rojizo-vinoso, areniscas silíceas de grano cuarzosas medio a grueso, conglomerados cuaríticos de matriz arenosa y bancos gruesos de calizas nodulosas y braquicidas, blancos en fractura. Conjunto estratificado en bancos gruesos con frecuentes cambios laterales, en general se encuentra plegado, relieve escarpado. Ripabilidad muy variable, estabilidad en desmonte baja, se deben establecer taludes 3/2 (H/V), permeabilidad baja, drenaje superficial bueno por topografía, capacidad portante baja (1,5-3 Kg/cm²) [Facies Garumense, Paleoceno. Potencia aprox. -40-100 m.]

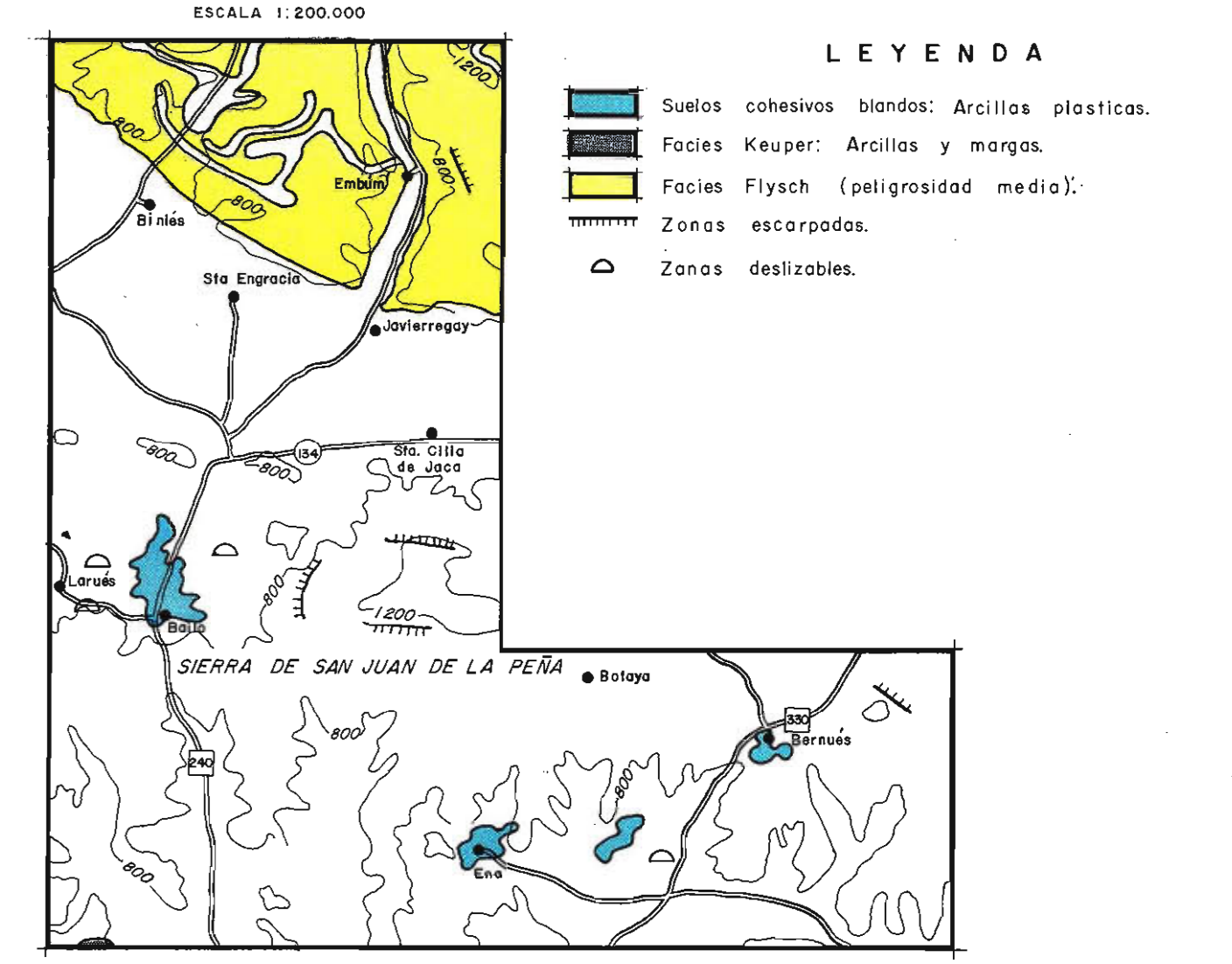
SIMBOLOGIA

- Buzamiento entre 0° y 30°
- Buzamiento entre 30° y 60°
- Buzamiento entre 60° y 90°
- Buzamiento vertical
- Cobalamiento
- Falla
- Anticlinal
- Sinclinal
- Discordancia
- Contacto no definido
- Contacto entre formaciones

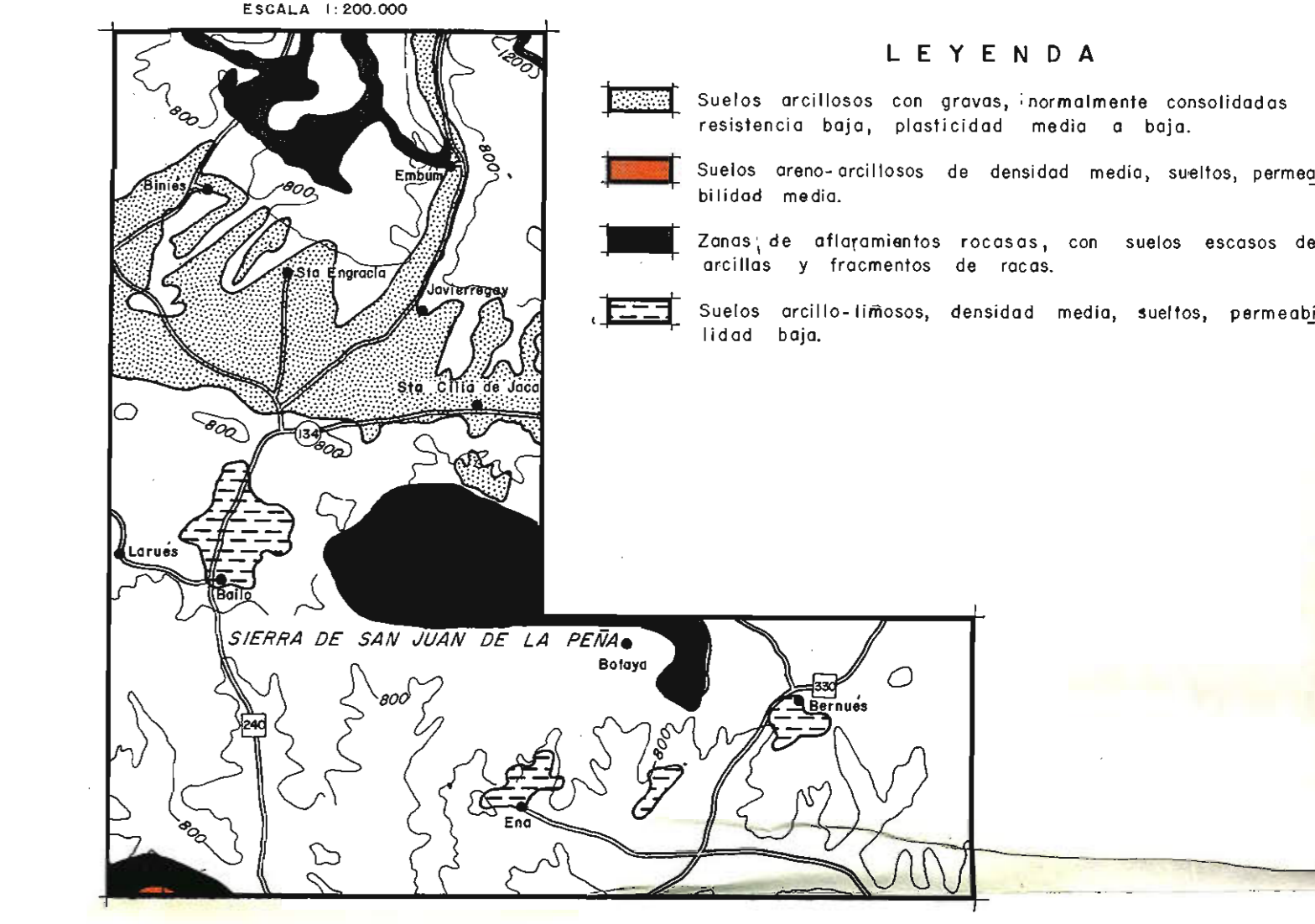
ESQUEMA GEOLOGICO



ESQUEMA GEOTECNICO



ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR



ESQUEMA MORFOLOGICO

