



estudio
previo
de
terrenos



autopista
Zaragoza - Vascongadas

TRAMO : ZARAGOZA - TAUSTE

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

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

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

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

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

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

M. O. P.
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS Y CAMINOS VECINALES
DIVISION DE MATERIALES

ESTUDIO PREVIO DE TERRENOS

AUTOPISTA ZARAGOZA - VASCONGADAS
TRAMO: ZARAGOZA - TAUSTE

Cuadrantes:	1/50.000	1/25.000
	321 Tauste	2, 3 y 4
	353 Pedrola	1
	354 Alagón	2, 3 y 4
	382 Epila	1
	383 Zaragoza	1 y 4

Fecha de ejecución: Diciembre 1971

INDICE

	<u>pág.</u>
Introducción	7
1. ZONAS DE ESTUDIO	9
2. ESTRATIGRAFIA Y GEOLOGIA GENERAL DEL TRAMO	11
2.1. CARACTERES MORFOLOGICOS	11
2.2. UNIDADES MORFOLOGICAS	13
2.2.1. Glacis	13
2.2.2. Terrazas	16
2.2.3. Macizos periféricos	18
2.2.4. Vales	18
2.2.5. Meandros	19
2.3. CARACTERES LITOLÓGICOS	20
2.3.1. Yesos	20
2.3.2. Margas	20
2.3.3. Calizas	21
2.3.4. Areniscas	22
2.3.5. Arcillas	22
2.4. SUELOS Y ESTRATIGRAFIA	22
2.4.1. Caracteres edafológicos	22
2.4.2. Edad de las formaciones	23
2.5. CARACTERES GEOTECNICOS GENERALES	24
3. ZONA DE ZARAGOZA	29
3.1. GEOMORFOLOGIA	29
3.2. GRUPOS GEOTECNICOS	32
3.3. RESUMEN DE LA ZONA	39

	pág.
4. ZONA DE LA MUELA-EPILA	41
4.1. GEOMORFOLOGIA	41
4.2. GRUPOS GEOTECNICOS	44
4.3. RESUMEN DE LA ZONA	50
5. ZONA DE ALAGON	53
5.1. GEOMORFOLOGIA	53
5.2. GRUPOS GEOTECNICOS	56
5.3. RESUMEN DE LA ZONA	61
6. ZONA DE GALLUR	63
6.1. GEOMORFOLOGIA	63
6.2. GRUPOS GEOTECNICOS	66
6.3. RESUMEN DE LA ZONA	71
7. ZONA DE MALLÉN	73
7.1. GEOMORFOLOGIA	73
7.2. GRUPOS GEOTECNICOS	76
7.3. RESUMEN DE LA ZONA	79
8. RECOMENDACIONES GENERALES	81
8.1. GEOTECNICAS	81
8.2. YACIMIENTOS Y CANTERAS	82
9. YACIMIENTOS Y CANTERAS	83

INTRODUCCION

El tramo Zaragoza-Tauste, de la autopista Zaragoza-Vascongadas, comprende los siguientes cuadrantes:

1/50.000	1/25.000
321 Tauste	2, 3 y 4
353 Pedrola	1
354 Alagón	2, 3 y 4
382 Epila	1
383 Zaragoza	1 y 4

El presente estudio consta de dos planos geológicos-litológicos a escala 1/50.000 y una memoria explicativa. Los planos se han obtenido por reducción a partir de otros previos (fotoplanos a escala 1/25.000), realizados mediante estudios fotogeológicos y geológicos (que no acompañan a esta publicación); asimismo, se incluyen otros planos a escalas 1/200.000, en donde se sintetizan, para una rápida visión general, las características geotécnicas y estratigráficas y se localizan las principales zonas de materiales útiles en carreteras.

La memoria consta de una primera parte, donde se hace una exposición general de las características geológicas, litológicas y geotécnicas del tramo; estas últimas cualitativas al no haberse realizado ensayos de laboratorio; y otra segunda, en donde se hace una más detallada descripción litológica-geotécnica de los materiales agrupados en áreas geográficas más o menos naturales.

El personal que ha supervisado y realizado el presente estudio es el siguiente:

Dirección General de Carreteras-División de Materiales:

Antonio Alcaide Pérez, doctor Ingeniero de Caminos.

María Concepción Bonet Muñoz, doctora en Ciencias Geológicas.

Gemat:

Vicente Sánchez Cela, doctor en Ciencias Geológicas.

Javier Pérez-Villamil Moreno, Ingeniero de Caminos.

Felipe Martínez Alvarez, licenciado en Ciencias Geológicas.

Evelio Ferreiro Padín, licenciado en Ciencias Geológicas.

Alfonso Meléndez Hevia, licenciado en Ciencias Geológicas.

Antonio Pou Royo, licenciado en Ciencias Geológicas.

1. ZONAS DE ESTUDIO

Realizados los estudios geológicos y geotécnicos del tramo Zaragoza-Tauste, se ha visto la imposibilidad de establecer zonas con características morfológicas, litológicas y geotécnicas definidas, debido principalmente a dos factores: 1.º, distribución irregular de los cuadrantes, amplia dispersión de algunos grupos litológicos que se repiten en zonas a veces alejadas, y 2.º, rasgos morfológicos-geotécnicos muy similares a lo largo del tramo.

Litológica y geotécnicamente se podrían establecer las siguientes zonas:

1) Zona de yesos, la más extensa, que forma el basamento del valle aluvial del Ebro en gran parte del tramo. 2) Aluviales y terrazas del Ebro, de gran extensión superficial y que ocupa la parte central del tramo. 3) Zona de glacis, que bastante extendidos están fosilizando a gran parte del Terciario. 4) Zona margo-calcárea, que corresponde a macizos periféricos ubicados principalmente en la parte sur del tramo.

Morfológica y geotécnicamente pueden establecerse tres zonas:

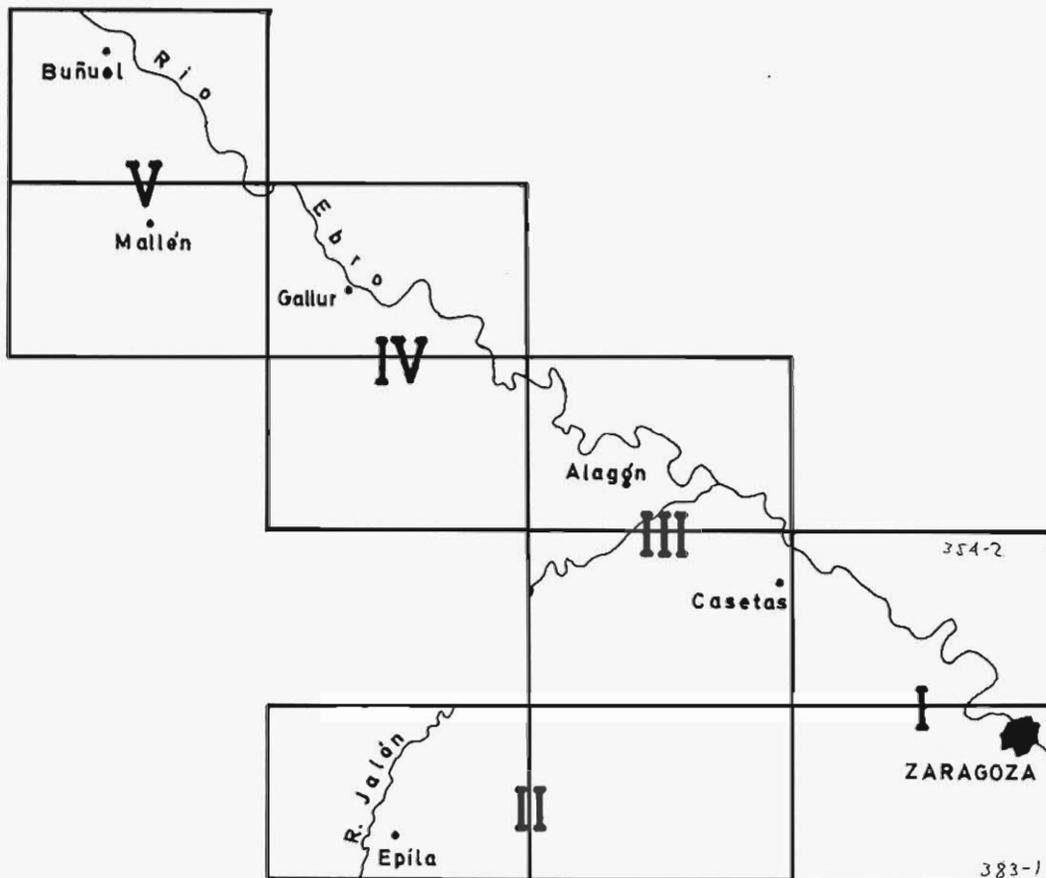
- A) Zona baja, constituida por los aluviales y terrazas bajas.
- B) Zona intermedia, constituida por los glacis y terrazas consolidadas.
- C) Zona periférica, constituida por los materiales terciarios más o menos compactos y que forman el sustrato del valle del Ebro.

Pero debido a que estas zonas no tienen una limitación geográfica definida y al cambio litológico longitudinal de las terrazas, se ha abandonado este sistema de división en zonas, que sería el más racional, y en cambio se ha adoptado otro que, aunque artificial, establece zonas geográficas que pueden identificarse y visualizarse fácil y rápidamente, haciendo así más asequible la consulta geológica-geotécnica, al mismo tiempo que ha facilitado el desarrollo de la presente Memoria.

En el presente estudio hemos establecido cinco zonas, comprendiendo cada una dos cuadrante 1/25.000 (fig. 1), que son las siguientes:

- I. **Zona de Zaragoza:** Comprende los cuadrantes 354-2 y 383-1.
- II. **Zona de La Muela-Epila:** Comprende los cuadrantes 382-1 y 383-4.
- III. **Zona de Alagón:** Comprende los cuadrantes 354-3 y 4.
- IV. **Zona de Gallur:** Comprende los cuadrantes 321-2 y 353-1.
- V. **Zona de Mallén:** Comprende los cuadrantes 321-3 y 4.

Dentro de cada zona están más o menos representadas las tres zonas morfológicas anteriormente citadas y en donde se analizarán separadamente.



- I .- Zona de Zaragoza
- II .- " La Muela - Epila
- III.- " Alagón
- IV.- " Gallur
- V .- " Mallén

Fig. 1. Situación de las zonas de estudio

2. CARACTERES GEOLOGICOS GENERALES

2.1. CARACTERES MORFOLOGICOS

La principal característica morfológica está reflejada por el gran valle aluvial del río Ebro, que atraviesa de NW. a SW. el tramo objeto de este estudio.

Este valle fluvial parece estar en época de envejecimiento, pues predominan fundamentalmente en la actualidad los episodios sedimentarios de materiales finos que van rellenando poco a poco esta depresión, con muy esporádicos episodios erosivos (fig. 2).



Fig. 2. Sedimentos aluviales (40 h) del río Ebro en la zona de Alagón

Esta depresión fluvial está formada por una amplia vega de inundación (terracea baja) con distintos niveles erosivos, lo que a primera vista podría erróneamente interpretarse como otras terrazas. Esta vega, que puede llegar a los cinco kilómetros de anchura, está orlada por las terrazas intermedias y altas, que casi siempre se enlazan con glaciares de suave pendiente.

Una característica muy importante que se observa en el valle fluvial en este tramo es su marcada asimetría; ésta se manifiesta por la desigual repartición de los materiales de acarreo y terrazas en las márgenes izquierda y derecha del río Ebro, pues como se puede apreciar en los mapas litológicos 1/50.000 casi todos los aluviales y terrazas se localizan en la margen derecha del río Ebro (fig. 3).

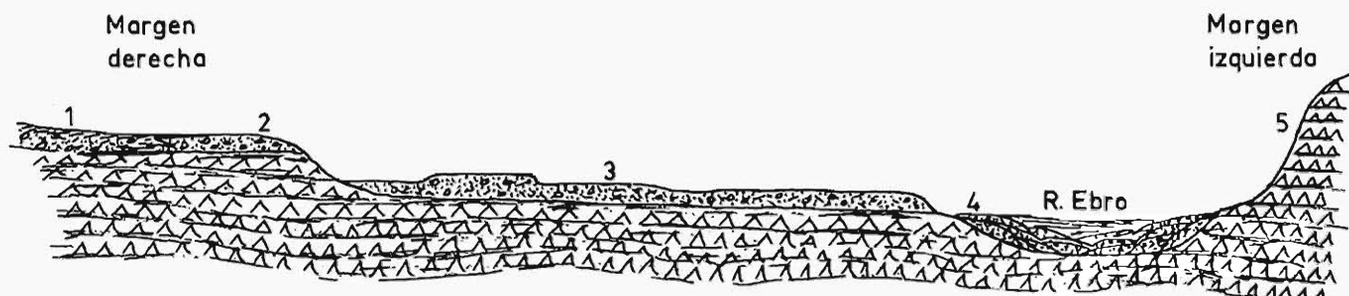


Fig. 3. Estructura del valle del río Ebro en las zonas de Zaragoza, Alagón y Gallur
1. Glacis. 2. Terraza alta. 3. Terraza baja. 4. Aluvial; materiales yesíferos

No tenemos datos bibliográficos que hablen de esta anomalía. Nosotros, después de los estudios geológicos previos, nos atrevemos a considerar algunas hipótesis. Esta anomalía, que a primera vista no sería descabellado explicar por un hundimiento a causa de una gran fractura de los materiales de la margen izquierda, parece ser debida a la interacción de dos factores principales:

1.º Un rejuvenecimiento de las cadenas celtibéricas que hace que todos los materiales del secundario y terciario se eleven poco a poco.

2.º Por la gran afluencia de los sedimentos de tipo glacis que se localizan principalmente en la margen izquierda del Ebro, lo que hace que se produzca un desequilibrio en las condiciones erosivas y sedimentarias del río Ebro.

El resultado final de estos fenómenos es un empuje y desplazamiento del curso del río Ebro hacia el N., lo que hace que éste se encaje en los materiales terciarios de la margen izquierda, a veces formando taludes muy acusados.

Los principales factores que han condicionado el modelado del tramo estudiado son tres:

1.º Y el más importante, está formado por los procesos erosivos y de acarreo originados por la cuenca fluvial del Ebro.

2.º La estructura regional del terciario.

3.º Composición litológica de los materiales.

La distribución de los sedimentos terciarios en la depresión del Ebro ha tenido una gran influencia en el modelado cuaternario. En la parte central de esta depresión y que corresponde a la zona de Zaragoza, ha tenido lugar fundamentalmente una sedimentación de evaporitas, representadas

por los yesos alabastrinos y margas yesíferas de los alrededores de Zaragoza. Estos materiales son bastante resistentes a pesar de la intensa erosión acuosa, constituyendo cerros periféricos bastante acusados (montes de Zaragoza, Alfocea, etc.). Lateralmente, estos sedimentos yesíferos pasan a otros margosos y detríticos que son fácilmente erosionados, lo que origina relieves más suaves, como son las zonas de Alagón, Pedrola, etc. Gran parte de la sedimentación terciaria finalizó con calizas travertínicas muy compactas que han actuado de escudo protector de las formaciones más blandas. Estos sedimentos constituyen los cerros y plataformas de relieves más acentuados y que además han tenido mucha importancia en el modelado cuaternario, como áreas madres de los depósitos coluviales tipo glacia que tanta importancia tienen en todo el tramo estudiado y que se caracterizan por una morfología y litología características (fig. 4).



Fig. 4. Morfología de la margen derecha del río Ebro en la zona de Zaragoza-Alagón, constituida por el gran glacis de Moncasi

2.2. UNIDADES MORFOLOGICAS

Como unidades morfológicas, dentro del tramo estudiado, podemos considerar las siguientes:

1. Glacis.
2. Terrazas.
3. Macizos periféricos.
4. Relieves y cuencas intermedias.

2.2.1. Glacis

Estos depósitos terrígenos de edad plio-cuaternaria tienen un amplio desarrollo en todo el valle del Ebro, sobre todo en la margen derecha.

Esta denominación (Derruau, 1965) es más geomorfológica que litológica, pues como veremos más tarde está condicionada por los elementos litológicos locales.

Parece ser que su origen está condicionada por varios factores:

- 1.º Existencia de un relieve estructural sobre el cual se formará.
- 2.º Clima árido frío o cálido en terrenos sin vegetación.
- 3.º Area madre formada por relieves acusados de litología no definida, pero generalmente calcárea.



Fig. 5. Foto aérea del glacis del Norte de La Muela

Casi todos se caracterizan por su topografía de pendiente casi constante entre $1.^\circ$ y $6.^\circ$, a veces ligeramente cóncava, pero sin pendiente lateral (fig. 5).

Características acusadas de todos los glacis de esta zona son: 1) Estar casi siempre fosilizados por costras travertínicas, lo que nos corrobora el carácter árido de su formación. 2) Frecuentes relieves invertidos a causa del encajamiento de la red fluvial. 3) No tener una edad definida a causa de su evolución lenta.

El estudio geomorfológico añadido a las características sedimentológicas nos han enseñado que muchas «terrazas», sobre todo las elevadas, no son ni más ni menos que restos de frentes de glacis erosionados.

La evolución lenta de un glacis se aprecia muy bien cuando en la zona de Zaragoza observamos que el glacis está recubierto por rañas, segura-

mente de edad pliocena, a cotas 200-250 metros sobre el nivel fluvial actual cerca de la cabecera, mientras que su frente se indenta con la terraza intermedia del Ebro.

La clasificación de los glacis puede hacerse:

- 1.º Por los componentes litológicos-granulométricos.
- 2.º Por los materiales terciarios sobre los que descansa.

Por su litología pueden clasificarse en glacis terrígenos, glacis conglomeráticos, glacis mixtos y glacis-terrazas.

a) **Glacis terrígenos.**—Son los más abundantes y constituidos por clastos angulosos de muy variado tamaño (2 a 20 cms.) de rocas calcáreas empastados en una matriz-cemento terrígena de tonos amarillentos y constituida por arcilla, limo y arena en variable proporción. El grado de cementación es también muy variable. El carácter más notable es que presentan costras calcáreas, travertínicas que los fosilizan. Por la litología de los elementos podrían clasificarse en glacis yesíferos-arcillosos y glacis arcillo-margosos. Los primeros tienen un desarrollo en los alrededores de Zaragoza y los segundos en la zona de Mallén (fig. 6).

b) **Glacis conglomeráticos.**—Originados a partir de áreas madres constituidas no por bancos calcáreos, sino por conglomerados-pudingos poligénicos. Estos glacis se componen de abundantes cantos redondeados calcosilíceos empastados generalmente por una matriz detritica fina en donde se forman costras calcáreas que hacen de cemento. Tienen su máximo desarrollo fuera de este tramo, en la zona Tudela-Calahorra, estando aquí únicamente representados por retazos aislados en Juslibel y Torrero (Zaragoza).

c) **Glacis mixtos.**—Son glacis de características intermedias entre los glacis terrígenos y conglomeráticos, es decir, constituidos por brechas calcáreas y pudingas calcosilíceas con matriz terrígena y más o menos cementados por elementos margosos y, sobre todo, por costras travertínicas. Se han originado a partir de áreas madres constituidas por masas periféricas



Fig. 6. Estructura de un glacis (Torrero, Sur de Zaragoza)

calcáreas recubiertas por pudingas o rañas del terciario superior (plioceno). Son los glacis más comunes en el valle del Ebro, sobre todo en la zona desde Zaragoza hasta Ribaforada (fig. 7).

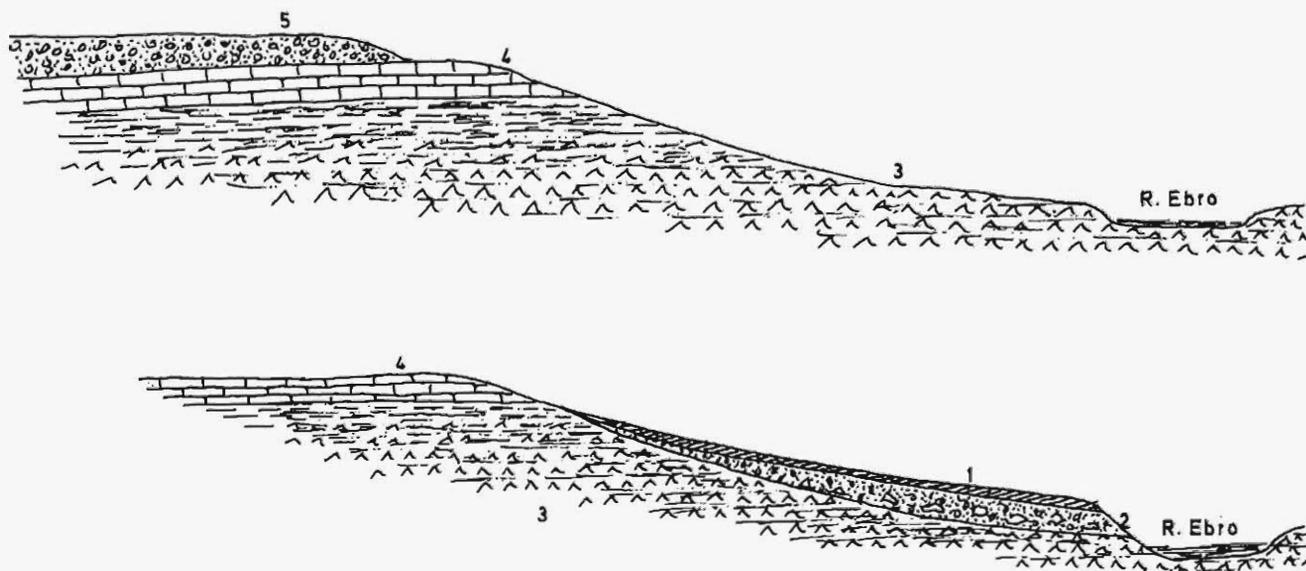


Fig. 7. Evolución de un glacis mixto: a) Estado inicial. b) Estado actual. 1. Costra travertínica. 2. Conglomerado poligénico del glacis. 3. Yesos y margas yesíferas. 4. Calizas del páramo. 5. Pudingas silíceas (raña)

d) **Glacis-terrazas.**—Corresponden a retazos aislados de más o menos extensión correspondientes a frentes de glacis de tipo conglomerático y que insensiblemente se indentan con las terrazas del valle del Ebro. Estos glacis han sido confundidos con niveles de terrazas de origen longitudinal del río Ebro. El estudio geomorfológico, sedimentológico y litológico de estos glacis-terrazas nos pueden indicar claramente si son de origen lateral (glacis) o longitudinal (terrazas).

Un ejemplo de este tipo de glacis-terrazza constituye la plataforma de tipo «terrazza» consolidada de Figueruelas, al W. de Alagón. Esta «terrazza» está horizontal y parece corresponder al nivel tres del Ebro, pero si se estudia su estructura y su litología, nos demuestra que pertenece a frentes aislados de glacis de tipo mixto y conglomeráticos semejantes al glacis de Pinseque-Campablo (354-3) con el cual se enlaza. Las observaciones principales son: 1.º, costras travertínicas; 2.º, cantos silíceos de tamaño pequeño (2 a 10 cms.), mientras que las terrazas del Ebro en esta zona son calcáreas, y 3.º, matriz muy terrígena, poco lavada, muy mal clasificada, al contrario del material detrítico de las terrazas del Ebro.

2.2.2. Terrazas

Aunque autores modernos reconocen hasta cinco terrazas, nosotros no hemos podido identificar más que tres y aún difícilmente debido a dos factores:

1) Por la gran deformación sufrida, sobre todo por las terrazas bajas, a causa del hundimiento por disolución del sustrato yesífero y también a los

fenómenos de erosión y de recubrimientos producidos por el Ebro en las grandes avenidas. 2) Por el enmascaramiento producido por los coluviales tipo «glacis» al enlazar y cubrir muchas veces a las terrazas. Los diferentes episodios erosivos han originado distintos niveles de glacis que a veces, por ser de características litológicas muy semejantes a las terrazas, han sido el motivo de que se creyera ver en estos retazos aislados de glacis posibles terrazas.

Si la delimitación de las terrazas se hace difícil debido a los procesos erosivos de las avenidas y sus indentaciones con los glacis, no es más sencillo hacer una clasificación sedimentológica-litológica de los tres niveles de terrazas que hemos considerado; pues como ya hemos dicho, los niveles más altos corresponden a glacis más o menos erosionados.

La potencia y litología de las terrazas a través del tramo Ribaforada-Zaragoza (321-4, 383-1) es muy variada; también lo es el comportamiento geotécnico debido a estos factores, y principalmente a los caracteres litológicos-geotécnicos de los materiales terciarios sobre los que se asientan dichas terrazas.

De las tres terrazas, la más baja es la que presenta mayor desarrollo, tanto en extensión superficial como en potencia (véanse mapas litológicos 1/50.000, grupo 40 i). Esta terraza, a la altura de Zaragoza, tiene una potencia de 15 a 20 metros. Estando formado el muro por yesos alabastrinos, sobre los que descansan unos 12 a 15 metros de pudingas calcáreas y matriz arenosa, de cantos medianos ($Md = 12$ cms.) con algunas intercalaciones esporádicas de limos-arenosos, para terminar con materiales finos limo-arenosos, muchos de ellos, aluviales actuales depositados en las avenidas por el Ebro y también de procedencia lateral.

Esta terraza disminuye paulatinamente de espesor hacia el NW. y su litología se hace más poligénica; así, a la altura de Pedrola, las gravas son calco-silíceas ($Md = 10$ cms.). Esto lo explicamos porque estas pudingas silíceas son de aportes laterales, ya que su sedimentología y litología las relaciona con las pudingas de las rañas de la zona S. y SW. del Ebro. Más arriba, en Ribaforada, vuelven a ser fundamentalmente calcáreas, con abundantes materias limo-arenosa y recubrimientos limosos.

) Esta terraza, además de ser la más importante, es por desgracia la que presenta problemas geotécnicos más graves, debido a dos factores principales: 1.º, por descansar en casi todo el tramo sobre un sustrato yesífero y margo yesífero muy inestable, y 2.º, por estar poco consolidada y cementada, sin duda por efecto de decementación a causa de las aguas subterráneas.

Estos problemas geotécnicos se analizarán en cada zona en las que se ha dividido el tramo y que incluyen terrazas del valle fluvial del Ebro.

La segunda terraza que oscila entre 35 y 45 metros sobre el lecho actual es quizá la más importante de las terrazas desde el punto de vista de yacimientos granulares, aunque su potencia no sea tan considerable (4-10 mts.). Como en la terraza baja, la litología varía longitudinalmente a causa de los aportes laterales silíceos. En los alrededores de Zaragoza esta terraza está fundamentalmente formada por pudingas calcáreas con poca a mediana matriz calcárea sin recubrimientos limosos, pero sí algunas veces de costras travertínicas. Están medianamente o poco cementadas, lo que las hace muy útiles como yacimientos granulares.

Desde Alagón a Pedrola esta terraza aumenta en contenido silíceo a causa de pudingas de tamaño pequeño procedentes de aportes del S. y SE., y así en las inmediaciones de Pedrola es fundamentalmente silícea. Hacia Gallur, y más al NW., vuelve a ser principalmente calcárea con variable contenido en elementos silíceos.

La terraza elevada (aproximadamente 70 mts. sobre el nivel actual) o terraza tercera se asocia casi siempre a las terrazas glacia, debido a que muchas veces es imposible diferenciarlas morfológicamente y casi siempre aparece indentada con diversos tipos de glacis. La potencia no sobrepasa los ocho metros, siendo su extensión superficial más reducida. Constituye yacimientos granulares, pues, como la anterior, está poco cementada.

2.2.3. Macizos periféricos

Están constituidos por los relieves más acusados en donde se encaja el valle fluvial del Ebro (fig. 8).

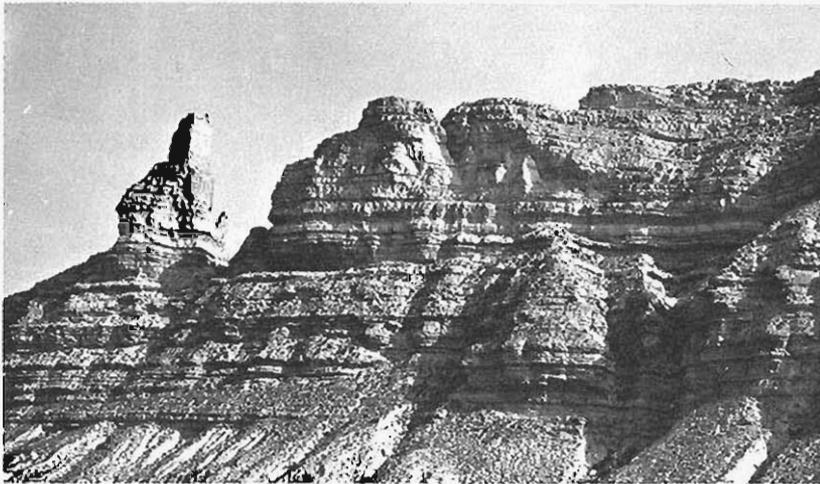


Fig. 8. Taludes casi verticales en las formaciones bastante estables de yesos, margas calcáreas y calizas de la zona de Epila

Morfológicamente se distinguen dos categorías:

- a) Plataformas calcáreas.
- b) Relieves intermedios.

Las plataformas calcáreas corresponden a la fase final de sedimentación terciaria. Están constituidas por calizas compactas de facies «pontien-se». Aunque todas estas plataformas se salen de los límites de los cuadrantes del tramo, tienen mucha importancia en el modelado del valle del Ebro al constituir el área madre de extensos glacis. Como ejemplo debemos citar la plataforma de la Muela (383-4), que ha dado origen a extensos glacis (Moncasi-Sanjurjo).

Los relieves o cuevas intermedias corresponden a macizos menos elevados y que corresponden a los materiales debajo de la serie calcárea. Sus relieves corresponden a morfologías modeladas en terrenos yesíferos que a veces son abruptas (margen izquierda del Ebro, 354-2 y 4).

2.2.4. Vales

Son barrancos característicos del valle del Ebro. Se caracterizan por laderas más o menos abruptas y fondo plano relleno de sedimentos yesíferos y calcáreos bastante porosos que hacen que las aguas circulen subterráneamente por el contacto con los materiales terciarios.

Tienen su máximo desarrollo, en este tramo, en la zona de Zaragoza, fundamentalmente yesifera; esto hace que se planteen problemas geotécnicos a causa de que las aguas freáticas suelen ser muy agresivas.

2.2.5. Meandros

Las características morfológicas del curso actual del Ebro es la facilidad de formación de meandros. Son típicos meandros libres o de llanura aluvial. Aunque en este tramo no tienen su máximo desarrollo, no es difícil observar en un estudio fotogeológico redes anastomosadas de meandros, como ocurre en la confluencia de los cuadrantes 321-2, 322-3, 353-1 y 354-4 (fig. 9).

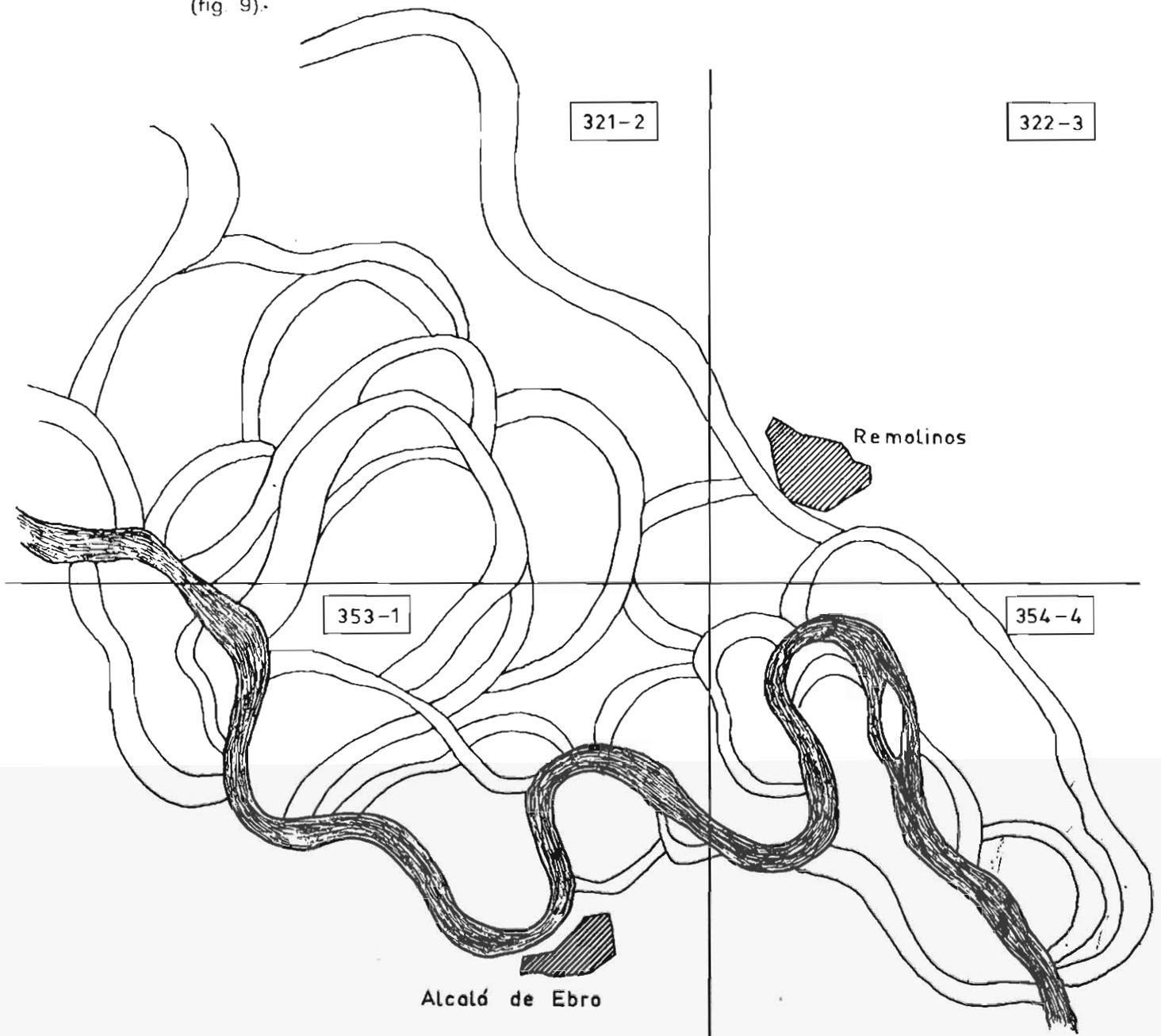


Fig. 9. Red anastomosada de meandros del río Ebro

2.3. CARACTERES LITOLÓGICOS

Al realizar el estudio litológico del tramo debemos considerar, por un lado, a los materiales terciarios, y, por otro, a los recubrimientos pliocenos y cuaternarios, ya descritos en general al describir las unidades morfológicas: glaciares, terrazas, etc.

Los componentes litológicos del terciario en este tramo, por orden de importancia, son: yesos, margas, calizas, arcillas, areniscas y otras sales, con diversas facies intermedias entre estos componentes unitarios.

El desarrollo de estos materiales está condicionado por la evolución paleogeográfica del terciario. Gran parte del tramo estudiado (zona de Zaragoza-Gallur), es decir, más del 70 por 100 del itinerario, corresponde a la parte central de la cuenca en donde han tenido lugar los mayores episodios evaporíticos, representados por yesos y otras sales (SO_4Mg , ClNa , etc.). A este episodio siguieron otros detríticos, margosos, arcillosos y areniscosos, para terminar el relleno con la facies calcárea pontiense. Debido a los cambios de facies, a veces rápidos, la secuencia estratigráfica es variable

2.3.1. Yesos

Las masas yesíferas que forman casi siempre el sustrato del valle aluvial del Ebro tienen una extensión y potencia considerable, cerca de 300 metros al E. de Zaragoza, 100-200 metros en la zona de la Muela-Epila. Hacia el W. este espesor disminuye debido principalmente a cambios laterales de facies, pues éstos pasan a formaciones margosas y detríticas (fig. 10).

Las estructuras-texturas y los caracteres geotécnicos de los yesos varían a lo largo del tramo.

En la zona de Zaragoza, la Muela, Juslibol, etc., es decir, toda la parte oriental del tramo, está constituida por potentes y compactos bancos de yeso blanco alabastrino que alternan con otros menos potentes de yeso terroso de color grisáceo. En la base de esta potente formación yesífera se observan yesos «conglomeráticos» formados por bolos de yesos alabastrinos, como sucede en Juslibol.

Desde Alfocea a Remclinos, margen izquierda del Ebro, aparecen asociados a los yesos otras sales, principalmente halita, que se intercala en varios bancos en los yesos terrosos.

Por la margen derecha del Ebro se observa cómo los yesos alabastrinos muy compactos se hacen más margosos-terrosos con estratificación más fina (Epila-Rueda), lo que hace cambiar las características geotécnicas de yesos de zonas apenas sin problemas a otras con problemas.

En la zona de Alagón aparecen ya las primeras facies detríticas asociadas a los yesos y margas yesíferas.

Los yesos fibrosos son casi siempre secundarios, apareciendo siempre asociados a margas en estructuras finas que atraviesan a los planos de estratificación.

2.3.2. Margas

Son muy diversas en su composición y estructura y muy variable su comportamiento geotécnico. Los principales tipos de margas son: margas calcáreas, margas arcillosas y margas yesíferas.

Las margas calcáreas están asociadas a las calizas pontienses; se caracterizan por ser de tonos claros bien estratificadas, desde bancos potentes a otros tableados. Se localizan en la zona de la Muela, Epila, Lum-



Fig. 10. Estructura dendrítica de barrancos encajados en los materiales yesíferos de la zona de Zaragoza

piaque, Fréscano, y en las zonas elevadas de la margen izquierda del Ebro (Cantal del Pola, etc.). No presentan problemas geotécnicos acusados, excepto cuando están asociadas a margas arcillosas y arcillas yesíferas.

Las margas arcillosas se caracterizan por sus tonos abigarrados (pardos-amarillentos) y tosca estratificación; están casi siempre asociadas a las margas yesíferas, con las cuales se intercalan. Tienen su máximo desarrollo en la región comprendida entre Lumpiaque (382-1) y Pedrola (353-1); en esta última zona se explotan particularmente para refractarios y usos domésticos.

Las margas yesíferas están relacionadas con los yesos masivos alabastros y terrosos en los cuales se intercalan. Son de tonos grisáceos, presentando su máximo desarrollo en la zona de la Muela-Epila.

2.3.3. Calizas

Estos materiales, que corresponden casi siempre a los últimos episodios sedimentarios terciarios, ocupan casi siempre las partes elevadas de los macizos periféricos del valle del Ebro. Tienen su máximo desarrollo en la

Muela (382-1), en donde la potencia del conjunto calcáreo adquiere los 70 metros, aunque en ella estén representados facies desde calizas puras travertínicas (25 mts.) a las calizas más o menos margosas. El nivel superior, correspondiente al pontiense, constituye en potencia la cantera más importante de todo el tramo debido a su gran volumen, pureza y textura muy compacta

Facies calcáreas menos potentes se localizan en la zona de Epila-Lumpiaque (382-1), en donde también pueden ser objeto de explotación (fig. 8).

Una característica textural de las calizas de la Muela y Epila es la existencia de nódulos de sílex en ellas.

Otros afloramientos calcáreos o calco-margosos de menor importancia son los situados en la hoja 354-1, en la orilla izquierda del río Ebro (Cantal de Pola), pero debido a que alternan con margas y yesos no son explotables. Asimismo, en la zona de Mallén hay calizas, y calizas margosas tableadas, blancas, intercaladas en los yesos y margas, no son explotables.

2.3.4. Areniscas

Los materiales detríticos dentro del tramo tienen escaso desarrollo. Las únicas manifestaciones están presentes por intercalaciones de poco espesor, 0,2 a 0,6 metros, de areniscas abigarradas muy finas ($Md = 0,12 \text{ mm.}$) y de composición calcarenítica-yesífera. Estas areniscas están intercaladas en las margas abigarradas de los grupos litológicos entre Alagón y Mallén.

Las verdaderas formaciones detríticas areniscosas comienzan al NW, y W. de este tramo, zona de Tudela-Calahorra, en donde constituyen sedimentos de facies de borde.

2.3.5. Arcillas

No hay en este tramo verdaderas formaciones arcillosas. Las arcillas en variable proporción están siempre asociadas a las margas abigarradas. Las formaciones más arcillosas se localizan en la parte SW, del cuadrante 353-1, por la carretera de Fedrola a Fuendejalón, en donde se están explotando para material refractario y usos domésticos (tejas).

Las arcillas de esta zona tienen bastantes impurezas calcáreas y yesíferas. Los minerales arcillosos que contienen son sepiolitas, illita y micas.

Otras zonas en donde se pueden considerar las arcillas como componentes litológicos son las situadas en Epila, intercaladas en las margas yesíferas, y en la zona de Mallén, asociadas a las margas calcáreas blancas, pero en ambas tienen poco desarrollo.

2.4. SUELOS Y ESTRATIGRAFIA

2.4.1. Caracteres edafológicos.

Los suelos y recubrimientos en general, dentro del tramo, son acusadamente áridos. En esta aridez han influido dos factores principales: el clima y la composición litológica de los materiales terciarios.

El clima se caracteriza por su extrema sequedad y tipo continental.

Por otra parte, es bien conocida la elevada salinidad de los materiales terciarios en la zona de estudio, que, añadido a las características clima-

tológicas y pobre vegetación, hace que los suelos o recubrimientos sean áridos y agresivos.

Por las características litológicas-estructurales se pueden considerar los siguientes grupos de suelos-recubrimientos:

- a) Suelos aluviales.
- b) Suelos fosilizados.
- c) Suelos yesíferos.
- d) Suelos arcillosos.
- e) Suelos endorreicos.
- f) Fondos de valle.

Los suelos aluviales son suelos lavados de naturaleza limo-arenosa, correspondientes a la vega del valle del Ebro y que están recubriendo a la primera terraza. Su potencia oscila entre uno y cuatro metros. Constituyen los suelos más ricos de la zona (40 a).

En suelos fosilizados incluimos a los materiales de los glaciares y terrazas altas recubiertas por costras travertínicas, lo que dificulta el laboreo. Se han reconocido crecimientos de costras travertínicas de 10 centímetros de espesor en un plazo de dos años (37 a).

Los suelos yesíferos corresponden a los fondos de los barrancos «valles» y a recubrimientos superficiales poco importantes. Por su aridez y agresividad no son útiles para la agricultura. (40 b).

Los suelos arcillosos o arcillo-margosos corresponden a recubrimientos coluviales de baja ladera y localizados en la zona de Lumpiaque y Mallén. Son poco potentes y muy pobres (40 d).

Suelos endorreicos: corresponden a suelos generalmente plásticos y localizados en las pocas lagunas existentes y en algunos fondos de valle de terrenos yesíferos (40 c).

Los suelos de fondo de valle son suelos de características intermedias entre los coluviales y aluviales mal clasificados y de composición litológica variable. En la zona de Mallén-Pedrola hay fondo de valle constituidos por pudingas silíceas, y fragmentos angulosos de calizas y yesos con una abundante matriz areno-limo-arcillosa (40 f).

2.4.2. Edad de las formaciones

Desde muy antiguo se viene tropezando con la dificultad de la datación de las formaciones terciarias y cuaternarias del Ebro. Todos los ensayos cronoestratigráficos realizados hasta hoy están basados en estudios de correlaciones de facies y últimamente apoyados por los yacimientos de vertebrados localizados en algunas zonas del valle del Ebro.

La dificultad de datación proviene de dos causas:

- 1.º Falta de yacimientos fosilíferos en las formaciones.
- 2.º Cambio de facies litológicas muy acusadas.

La falta de fósiles es lógico debido a su carácter continental y facies generalmente salobres. Únicamente en las facies calcáreas se ha encontrado una fauna de gasterópodos, lo que ha permitido asociarlas al pontense.

La cronoestratigrafía establecida para esta zona está fundada en gran parte por correlaciones con los materiales de la cuenca de Calatayud y de otras orientales (catalanas).

A falta de ulteriores conclusiones estratigráficas, la sucesión estratigráfica en el tramo es la siguiente:

Aquitaniense.—Se atribuye a este piso gran parte de los sedimentos terciarios, con una potencia de 100 a 350 metros. Comprende todas las formaciones yesíferas y margo-arcillosas de la zona.

Vindoboniense.—A este piso se atribuyen las margo-calizas de las zonas de la Muela, Epila, Mallén, etc.

Pontiense.—Corresponde a las calizas del páramo de la Muela y a pequeños afloramientos de Epila.

Plioceno.—Atribuimos al plioceno las potentes pudingas silíceas discordantes de Juslibol, así como pequeños retazos de otras zonas y que están situadas a cotas entre 150 y 200 metros sobre el nivel actual del Ebro.

Plio-cuaternario.—Al plio-cuaternario atribuimos gran parte de los glaciares, ya que como se ha señalado ya en el apartado de «glaciares», éstos tienen un desarrollo desde el plioceno al cuaternario, pues no es difícil observar «colas» de glaciares recubiertas por rañas y «frentes» que fosilizan terrazas del Ebro.

Cuaternario.—Se incluyen aquí todas las terrazas y aluviales del Ebro y los recubrimientos en general.

2.5. CARACTERES GEOTÉCNICOS GÉNERALES

Los caracteres geotécnicos del valle del Ebro en el presente tramo están condicionados, en primer lugar, por la posición estratigráfica de los materiales con relación al nivel freático principal. Otros factores son los litológicos, morfológico-estructurales, texturales y tectónicos.

Como ya hemos dicho, el estudio geotécnico debe de hacerse por zonas topográficas con relación al nivel freático.

El presente tramo lo hemos dividido en tres zonas con caracteres geotécnicos propios:

- a) Zona de aluviales y terraza baja.
- b) Zona intermedia o de terrazas consolidadas y glaciares.
- c) Zona periférica que corresponde a los materiales terciarios principalmente

La zona de aluviales y terraza baja del Ebro, que superficialmente es quizá la mayor, es la que más problemas geotécnicos puede presentar. Estos problemas son resultado de tres factores primordiales:

- 1.º Aluviales y terrazas bajas poco consolidadas.
- 2.º Por descansar estos sobre un sustrato yesífero.
- 3.º La existencia de un activo nivel freático.

Los aluviales y terrazas poco consolidadas no presentarían en sí problemas geotécnicos graves, pero sí cuando éstos descansan sobre un sustrato yesífero con una actividad freática elevada. El nivel freático está a una

profundidad de cuatro a seis metros en la terraza baja. Las aguas subterráneas tienen una actividad hidrodinámica acusada que hace que existan corrientes, tanto laterales como longitudinales, que atacan químicamente y también de una forma mecánica no sólo a los materiales de la terraza y aluviales con la disolución y decementación de estos materiales, sino también, quizá más intensamente, a los materiales yesíferos del sustrato a causa de que gran parte de las corrientes subterráneas circulan por el contacto terraza-terciario yesífero. El resultado es la disolución y emigración iónica de los sulfatos que originan depresiones que tienden a ocuparse por los materiales de la terraza. Este reemplazamiento no suele ser simultáneo, con lo que pueden producirse cavidades subterráneas poco profundas, pero de gran extensión y que de vez en cuando se colmatan originando el hundimiento de los depósitos de terrazas suprayacentes.

Este fenómeno es consecuencia del proceso de halocenos, es decir, disolución y emigración a través de las aguas subterráneas de las masas salinas, en este caso yesíferas. El proceso se acentúa por la existencia de fuertes corrientes subterráneas activas y por la presión litostática sobre las masas salinas.

Este proceso de hundimiento de terrazas y aluviales del valle del Ebro constituye el problema geotécnico más grave de todo el tramo. Estos hundimientos, aunque de poca profundidad, se han observado en diferentes lugares del itinerario entre Zaragoza y Alagón, a través de la vega baja o primera terraza, y que casi siempre son imperceptibles en el estudio fotogeológico, ya que se traduce en un proceso de hundimiento lento. Generalmente, al proceso de halocenos se suma la emigración de la fracción fina arcillosa, que debido a la alta permeabilidad de los materiales aluviales emigra aguas abajo, con lo que el proceso de «cavernización» se acentúa.

Otro factor negativo en la estabilidad geotécnica de la vega baja son las periódicas avenidas del Ebro, que pueden ser peligrosas en obras realizadas a este nivel.

La zona intermedia corresponde a los depósitos cuaternarios y plio-cuaternarios consolidados. En esta zona incluimos a las terrazas consolidadas y cementadas y a los depósitos tipo glacis. Los caracteres morfológicos, litológicos y texturales de estas formaciones nos indican que corresponden a zonas de gran estabilidad y sin problemas geotécnicos acusados. Todas estas formaciones están bastante bien cementadas o encalichadas, y a pesar de yacer sobre formaciones que pudieran acarrear problemas geotécnicos (yesos y margas yesíferas), no se ha observado en ninguna de ellas problemas geotécnicos de importancia.

Las características geotécnicas positivas de esta zona ya son conocidas desde hace bastante tiempo, puesto que gran parte de las obras públicas, como son los trazados de carreteras, se han efectuado sobre estas formaciones. Quizá en otros casos no se haya pensado tanto en los caracteres geotécnicos y se hayan visto obligadas las obras por razones económicas, como sería el caso de escoger entre el trazado de una autopista por la terraza baja o vega fértil y las terrazas altas consolidadas y glacis muy pobres para la agricultura.

No se han apreciado ni deslizamientos ni hundimientos en estos materiales a pesar de yacer sobre yesos y margas yesíferas. Tampoco existen problemas con relación a surgencias freáticas agresivas debido a la pobreza en acuíferos en esta zona intermedia. En resumen, es la zona, por su topografía y caracteres geotécnicos, la más apropiada para el tramo de carreteras y autopistas.

En los macizos periféricos, alejados del valle aluvial, los problemas geotécnicos que puedan plantearse están íntimamente relacionados con los caracteres litológicos, morfológicos y estructurales.

Como fácilmente se puede apreciar por los mapas litológicos, los materiales yesíferos constituyen más del 75 por 100 de los afloramientos superficiales y casi el 90 por 100 en volumen de las formaciones terciarias. Por tanto, casi todos los problemas geotécnicos estarán relacionados con los materiales yesíferos.

En general, los yesos no presentan problemas geotécnicos acusados a causa de su estructura compacta y presentarse en bancos de mucha potencia sin apenas intercalaciones de materiales deleznable (arcillas yesíferas). Las imperceptibles corrientes superficiales y la falta casi absoluta de surgencias acuosas añadido a los caracteres ya citados, confieren a estos materiales cierta estabilidad, aun en taludes acusados (fig. 11). Son, en cambio, muchos los problemas que pueden plantear en zonas por debajo del nivel freático y que ya han sido citados.



Fig. 11. Pequeños desprendimientos de bloques yesíferos en la margen izquierda del río Ebro

Las margas arcillosas y yesíferas pueden plantear problemas geotécnicos cuando éstas están coronadas por masas potentes de rocas calcáreas (La Muela), ya que pueden producirse fenómenos de desplomes y corrimientos por erosión diferencial y a causa de pequeños niveles acuíferos colgados, más o menos agresivos.

No sor, en cambio, de temer en esta zona la existencia de cavidades subterráneas.

Las calizas y margas calcáreas no presentan problemas geotécnicos debido a su gran capacidad portante y buena estabilidad en taludes acusados; los únicos problemas pueden surgir en el contacto con las margas arcillosas y yesos del sustrato que, a causa de la erosión diferencial, pueden producir pequeños desplomes.

RESUMEN GEOTECNICO POR ZONAS TOPOGRAFICAS

Zona	Caracteres litológicos	Problemas geotécnicos
Aluvial Intermedia Alta	Aluviales y terraza baja. Terrazas y glacis consolidados. Yesos, margas y calizas.	Hundimientos. Sin problemas Algunos descalces y desprendimientos.

3. ZONA DE ZARAGOZA

3.1. GEOMORFOLOGIA

Esta zona comprende los cuadrantes 354-2 y 383-1, que corresponden a la parte más oriental de la zona de estudio.

El carácter más acusado es el estar formado por potentes masas yesíferas terciarias, en las cuales se han excavado los valles fluviales de los ríos Ebro y Huerva (fig. 12). Geomorfológicamente se pueden distinguir tres zonas: a) Zona baja de estructura plana que comprende el valle aluvial y terraza baja del Ebro; b) Zona intermedia de estructuras semiplanas, que vergen más o menos hacia el valle aluvial y en la que se incluyen las terrazas y glacis consolidados; c) Zona elevada que corresponde a los relieves periféricos que festonean el valle aluvial y que en esta zona está formada por yesos bastante compactos (fig. 13).

En general, esta zona es de relieves suaves, estando localizadas las máximas altitudes en las estribaciones de la plataforma de la Muela (500 metros). A pesar de ello, y como consecuencia de la labor erosiva del río Ebro en Juslibol-Alfocea, se aprecian desniveles, a veces casi en taludes verticales (fig. 14), de bancos yesíferos, coronados esporádicamente por pudingas silíceas y que no pueden ser más que explicados gracias a la relativa estabilidad de las masas yesíferas. Estos taludes casi verticales llegan en Mejana Redonda a los 140 metros.

Excepto la margen izquierda del Ebro, que es abrupta por las razones indicadas, la derecha se caracteriza por una morfología de pendiente suave que hace enlazar las terrazas y glacis con los relieves periféricos yesíferos.

También en las márgenes del río Huerva, sobre todo en la derecha, se aprecian taludes más o menos abruptos, pero en general no sobrepasan los 50 metros y están constituidos por los materiales yesíferos.

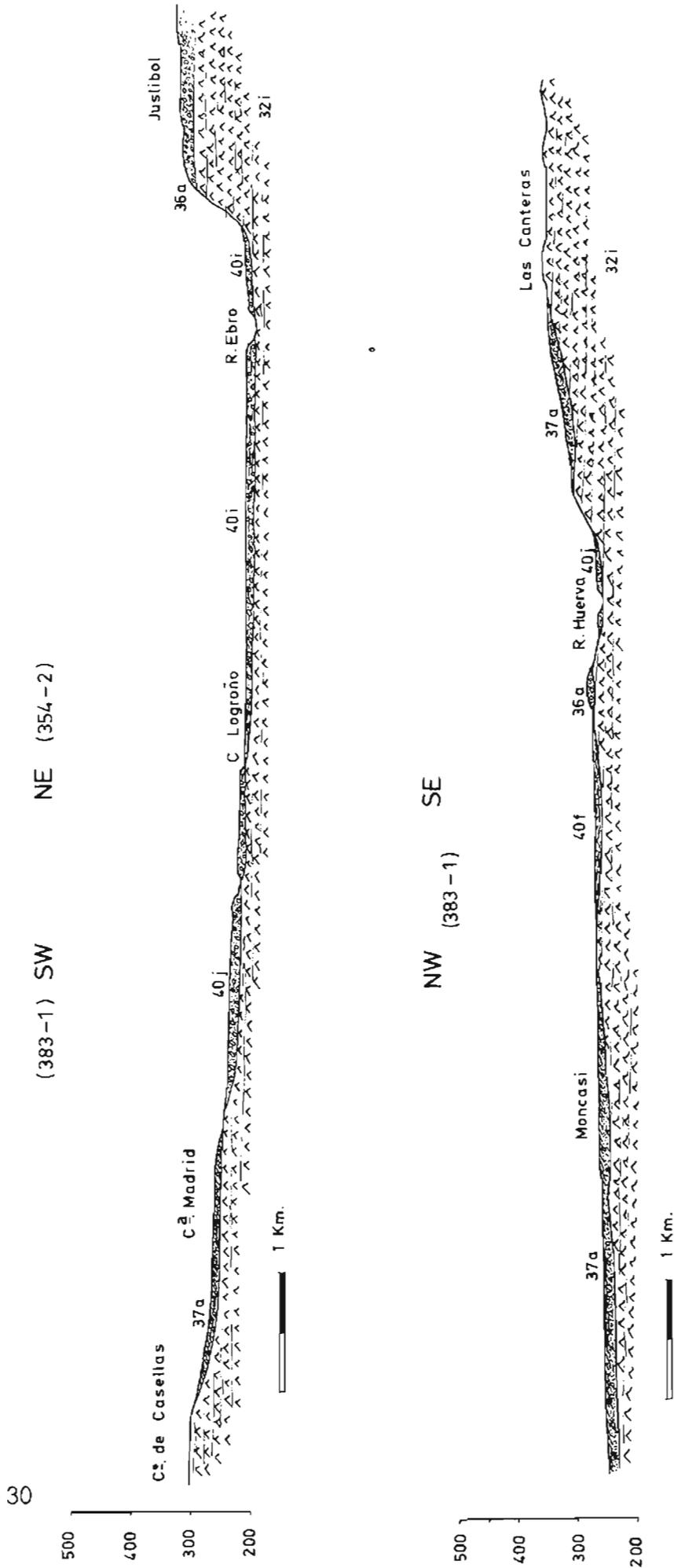
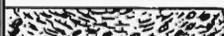
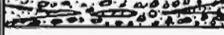
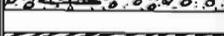
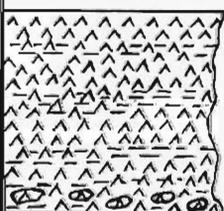


Fig. 12. Cortes geológicos generales en la zona de Zaragoza, con la estructura general y grupos geotécnicos más importantes



Fig. 13. Foto aérea del valle del río Ebro y margen izquierda en la parte de Juslibol

3.2. GRUPOS GEOTECNICOS

Columna litológica	Referencia		Descripción	Edad
	Fotoplanos 1/25.000	Mapa 1/50.000		
	A4, A6, a4, a6	40a	Aluviales limo-arenosos poco o nada plásticos.	CUATERNARIO
	A5, a5	40b	Aluviales limosos y arcillo-yesíferos, plásticos.	..
	c4, c6	40d	Coluviales limosos poco potentes.	..
	(c+a)4, 6 + GP	40f	Depósitos tipo aluvial-coluvial de fondo de valle poco clasificados.	..
	D4, D6	40g	Conos de deyección limo-arenosos poco plásticos.	..
	AGP + SM	40h	Aluviones del río Ebro, pudingas calcáreas y abundante matriz arenosa.	..
	T ₁ 4/GP + SM	40i	Terraza baja constituida por limos sobre gravas calcáreas poco cementadas (12-20 m.).	..
	T ₂ GP + SM	40j	Terraza intermedia medianamente cementada (4-10 m.), formada por gravas calcáreas.	..
	T ₃ GP + SM	40k	Terraza elevada, más cementada y casi siempre indentada en los glacia.	..
	c'(Qt)/T ₂₋₃	40l	Terraza-glacie de gravas calco-silíceas y matriz calcarenítica, bien cementada.	..
	c'4 + GM	39a	Glacia de brechas calcáreas y pudingas silíceas con abundante matriz terrigena mal clasificada.	PLIO-CUATERNA.
	Dp	36a	Pudingas silíceas con matriz limo-arenosa, poco a medianamente cementadas.	PLIOCENO
	Qy·QyAm	32i	Potente formación de yesos alabastrinos compactos, que alternan con otros más blandos, terrosos, limos yesíferos y margas yesíferas. Potencia, 100-250 metros.	MIOCENO

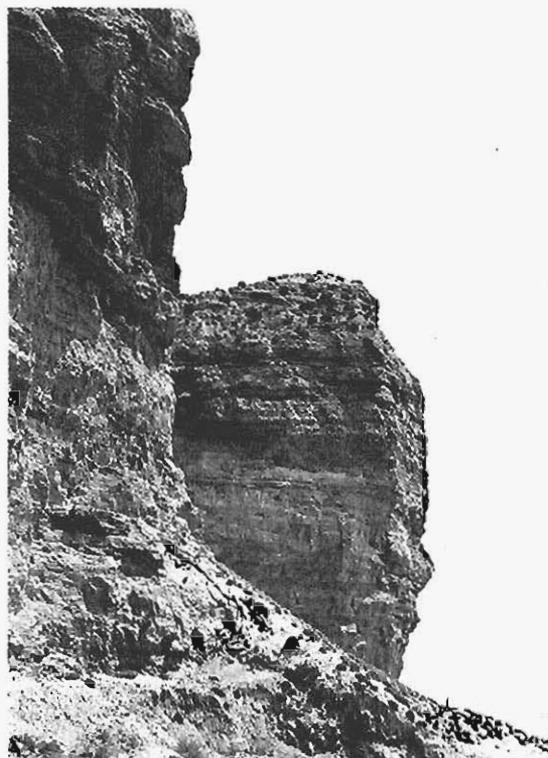


Fig. 14. Foto de los yesos (32 i) en la margen izquierda del río Ebro, con taludes verticales estables

YESOS DE ZARAGOZA (32 i)

Litología.—Este grupo está formado fundamentalmente por yesos alabastrinos; constituye la formación más importante del tramo, en la cual está encajado actualmente el valle del Ebro. La potencia oscila entre 300 metros al E. de Zaragoza, 200 en la Muela y, aproximadamente, unos 100 metros en Alfocea, en la margen izquierda del río Ebro.

Este grupo litológico, en la base, está formado por margas yesíferas abigarradas que alternan con bancos de 0,5 a 2 metros de yesos alabastrinos y a veces con yesos conglomeráticos (Alfocea); encima, la serie es más uniforme, pues está formada fundamentalmente por yesos blancos, alabastrinos, muy compactos que intercalan niveles grisáceos de limos yesíferos más blandos.

Hacia el W. los yesos alabastrinos se asocian a otras sales, principalmente ClNa , que se localizan en los tramos más margosos; así en Alfocea y sobre todo más al NW., se localizan yacimientos salinos, algunos de ellos en explotación (fig. 11).

Estructura.—Esta formación está bastante bien estratificada en bancos de variable potencia de 0,2 a 4 metros de horizontales a subhorizontales. Las pequeñas vergencias se deben a un rápido engrosamiento de estas evaporitas hacia el SW., que hacen que éstos buquen suavemente hacia el SW. y también debido a procesos de repliegues muy suaves a causa de fenómenos de disolución y compactación (fig. 15).



Fig. 15. Foto de los yesos de Zaragoza (32 i) en la parte de Las Canteras, con su estructura masiva y compacta

Geotecnia.—Formación bastante estable a pesar de su litología, la cual viene condicionada: 1.º, por la estructura compacta y bien estratificada horizontal de los yesos, y 2.º, por estar poco o nada tectonizados, esto hace que se formen taludes verticales, como en la margen izquierda del río Ebro, que son bastante estables. Poco ripable. Capacidad portante buena. Los problemas geotécnicos más importantes se localizan en los aluviales del río Ebro que descansan sobre esta formación y que se manifiestan por pequeños hundimientos a causa de la disolución y emigración yesífera (halocenosís) producida por las aguas freáticas.

Estos pequeños hundimientos se han observado en el área de Alagón-Utebo-Zaragoza.

PUDINGAS SILICEAS DE JUSLIBOL (36 a) (fig. 16)

Litología.—Esta formación está constituida por pudingas plegénicas fundamentalmente silíceas (cuarcitas, id. areniscosas, areniscas y algún canto calcáreo) de pequeño a mediano tamaño (2 a 20 cms.), siendo lo más frecuente de 4 a 12 centímetros; matriz arenosa silícea y calcárea. La potencia oscila entre los 5 y 35 metros.

Estructura.—Estas pudingas descansan sobre un nivel erosivo del terciario, que, a causa de estar horizontal, dan la impresión de una formación concordante. Están groseramente estratificadas y poco compactadas (apenas cementadas).



Fig. 16. Foto de las pudingas silíceas (36 a) al Norte de Juslibol, que yacen discordantes sobre el terciario yesífero

Geotecnia.—Conjunto medianamente estable, a pesar de que en la zona de Juslibol forman a veces taludes moderados. Ripable en su mayoría, que añadido a su fácil acceso (Academia General Militar) hace que constituyan yacimientos granulares importantes.

RECUBRIMIENTOS TIPO GLACIS (37 a) (fig. 17)

Las formaciones glaciares en esta zona corresponden a dos afloramientos separados por el río Huerva y constituidos por el glacis de Torrezó (sur de la capital) y por la parte oriental del gran glacis de Moncasi. Estos dos glacis corresponden a un gran glacis erosionado de edad pliocena y que ha sido originado por los macizos periféricos claco-margosos del S. de Zaragoza y hoy representados por la Muela y montes de Cariñena (fuera de la zona).

Litología.—Están constituidos por un conglomerado de fragmentos brechoides calcáreos más o menos abundantes, de pequeño tamaño, entre 1 y 15 centímetros ($Md = 6$ cms.) y abundante matriz terrígena limo-margosa con componentes yesíferos más o menos degradados. El glacis de Torrezó es más poligénico (conglomerático) debido a que a estos componentes se añaden pudingas silíceas correspondientes a restos de rañas que han sido englobados por estos glacis. La potencia puede llegar a los 15 metros (S. de Torrezó).

Estructura.—Forman plataformas de suave pendiente en general. En las colas, que corresponden a las zonas de áreas madres, presentan buzamientos algo más acusados (5° a 15°), están menos estructurados y más sueltos; mientras que en los frentes, en donde enlazan con las terrazas, están mejor estratificados, casi horizontales (2° a 8°), y son más compactos (fig. 18).

Geotecnia.—Estos recubrimientos, a pesar de descansar sobre las formaciones yesíferas, no presentan problemas geotécnicos graves al estar generalmente alejados de los acuíferos importantes. Son diferencialmente ripables debido a su grado de cementación; mientras que las colas lo son en su totalidad, los frentes lo son poco a causa de estar travertinizados a veces no sólo superficialmente, sino en varios niveles. Lo mismo sucede con la capacidad portante: es buena en los frentes y mediana en las colas.



Fig. 17. Foto que muestra la estructura del glacis de Torrero

TERRAZA-GLACIS DE LA ACADEMIA MILITAR (40I)

Litología.—Esta formada por pudingas poligénicas constituidas por cantos de pequeño a mediano tamaño (2-15 cm.) de rocas calcáreas de tonos diferentes y de rocas silíceas, en gran parte heredados del grupo 36 a. Debido a que se indenta con la terraza alta no es posible determinar su potencia, aunque no debe sobrepasar los cinco metros.

Estructura.—Estas pudingas poligénicas están medianamente estructuradas y bastante bien cementadas por una matriz-cemento calcarenítica-margosa, y sobre todo por costras travertínicas existentes a varios niveles topográficos.

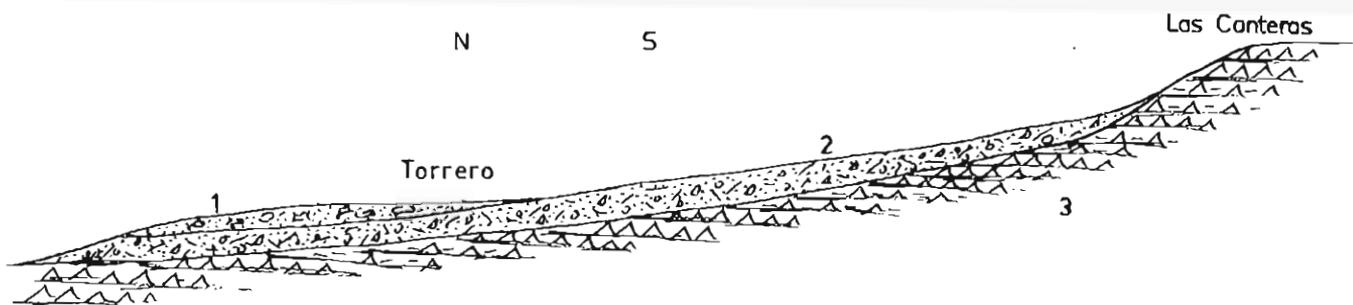


Fig. 18. Corte esquemático del glacis de Torrero. 1. Terraza-glacis. 2. Glacis. 3. Yesos de Zaragoza (32 i)

Geotecnia.—Formación bastante estable a causa de su estructura y grado de cementación, y aunque descansa sobre las formaciones yesíferas, no son de esperar hundimientos del terreno por estar el nivel acuífero más bajo, ya que las aguas subterráneas de este nivel son poco importantes para producir disoluciones y emigraciones de los sulfatos a gran escala. Ripable de un 40 a un 60 por 100. A pequeña escala puede constituir yacimientos granulares.

TERRAZA ALTA DE VALDESFARTERA (40 k)

Litología.—Está constituida por pudingas calcáreas poligénicas con algún canto aislado silíceo. Los cantos oscilan entre 4 y 16 centímetros (Md = 8 cms.). La matriz es calcarenítica y el cemento, aunque suele ser pobre, es calco-margoso. La potencia oscila entre los 3 y 7 metros.

Estructura.—Como todos los depósitos de terrazas está mal estratificada, pero en cambio suele estar recubierta por pequeñas costras travertínicas, por lo que su morfología es muy similar a las terrazas-glacis, diferenciándose de éstas por no enlazar con glacis y por su litología diferente.

Geotecnia.—Esta formación no presenta problemas geotécnicos graves, a pesar de descansar sobre materiales yesíferos, por la falta de niveles acuíferos importantes. La capacidad portante es de buena a mediana. Es ripable en un 50 a 80 por 100, por lo que puede constituir yacimientos granulares.

TERRAZA INTERMEDIA DE MIRALBUENO (40 j)

Litología.—Está constituida por pudingas calcáreas poligénicas de cantos de mediano a pequeño tamaño (Md = 8 cms.). La matriz es calcarenítica-limosa, a veces abundante, constituyendo lentejones. El cemento es muy pobre y de naturaleza calco-margosa.

Estructura.—Esta terraza del Ebro, de unos 4 a 10 metros de potencia, constituye en gran parte los relieves planos del S. y W. de Zaragoza en donde se asientan las nuevas edificaciones de la capital (B.º Miralbueno), en parte erosionada y recubierta por sedimentos limo-yesíferos originados por los torrentes que nacen al Sur.

Geotecnia.—Esta extensa y potente formación de gravas, generalmente poco cementadas, no parece presentar, como en el caso del grupo 40 k, problemas geotécnicos acusados. La capacidad portante es bastante aceptable. Su alta ripabilidad, potencia, granulometría y fácil explotación hace que constituyan los yacimientos granulares más importantes de todo el tramo.

TERRAZA BAJA DE ZARAGOZA (40 i)

Litología.—Este grupo está constituido por la potente terraza baja del río Ebro, y que está muy alterada a causa de continuos procesos erosivos y por recubrimientos actuales de origen transversal. El conjunto está formado por unos 2 a 4 metros de material terrígeno limoso sobre pudingas calcáreas poligénicas con variable contenido en matriz limo-arenosa, a veces con intercalaciones de bancos de esta naturaleza.

Estructura.—Esta potente formación, de 10 a 20 metros, está muy mal estratificada y poco compactada; descansa siempre sobre un fondo plano de naturaleza yesífera.

Geotecnia.—Este conjunto, por su íntima relación con el nivel freático general y con las formaciones yesíferas, añadido a su estructura, presenta problemas geotécnicos de difícil solución. Como se ha dicho ya al hablar de los caracteres generales, es fácil que se produzcan hundimientos del terreno a causa de cavidades interiores, localizadas en el contacto terraza-yesos, originados por el ataque de disolución y emigración de los sulfatos, por las aguas subterráneas. La estructura poco coherente de estas terrazas hace que estas cavidades se rellenen por materiales de la terraza, con el consiguiente efecto de hundimiento en la parte superior. Otro carácter negativo geotécnico es que gran parte de este conjunto es inundable.

ALUVIALES DEL RIO EBRO (40 h) (fig. 19)

Litología.—Los aportes actuales del río Ebro en esta zona de Zaragoza están constituidos por abundantes gravas calcáreas poligénicas, con algún canto silíceo de origen lateral, y gran cantidad de material arenoso-limoso. Los cantos son muy semejantes a los de las terrazas.

Estructura.—La distribución de estos materiales es muy aleatoria debido a los caracteres hidrodinámicos actuales de la red fluvial, que es muy inestable.

Geotecnia.—Los caracteres geotécnicos de este conjunto sólo pueden ser abordados desde el punto de vista positivo, como es de constituir buenos yacimientos granulares, puesto que con relación a posibles obras son abundantes los factores negativos: hundimientos, inestabilidad de la red fluvial, etc., que hace en principio desechar esta formación para futuros trazados de autopistas.



Fig. 19. Foto de los aluviales del río Ebro al NW. de Juslibol

OTROS RECUBRIMIENTOS CUATERNARIOS (40 a, 40 b, 40 d, 40 f, 40 g)

Los demás conjuntos litológicos constituidos por recubrimientos cuaternarios son poco importantes en cuanto a su dispersión superficial y a su potencia, estando sus caracteres litológicos-geotécnicos reflejados en la leyenda de los mapas 1/50.000 que se acompañan a la presente memoria.

3.3. RESUMEN DE LA ZONA

Se trata, en general, de una zona de fácil acceso con los problemas geotécnicos, como ya hemos dicho, localizados en la zona baja o valle aluvial del Ebro.

Los caracteres litológicos, geotécnicos y morfológicos de las distintas formaciones de esta zona hace que establezcamos las siguientes observaciones:

Zonas sin problemas geotécnicos.—Comprenden a las ocupadas por los grupos litológicos 40 j, 40 k, 40 l y 37 a, que corresponden a recubrimientos consolidados bastante estables con buena capacidad portante, y que a pesar de descansar sobre materiales yesíferos no son de esperar que se presenten problemas geotécnicos graves, ya que estos grupos litológicos están a cotas superiores del nivel freático general. Ya hemos dicho que los yesos (32 i), fuera de la acción de las aguas, se comportan como un conjunto bastante estable.

Zonas con algunos problemas.—Corresponden a recubrimientos menos consolidados sobre yesos (40 a, 40 b, 40 c) y a las colas de los glaciares (37 a), que por estar menos cementados pueden originar algunos problemas localizados (pequeños hundimientos, deslizamientos, etc.).

Zonas con problemas geotécnicos.—Corresponden, como hemos dicho ya repetidas veces, a la zona aluvial y terraza baja del Ebro, en las que pueden producirse hundimientos del terreno, algunos observados como al NE. de Pinseque.

4. ZONA DE LA MUELA-EPILA

4.1. GEOMORFOLOGIA

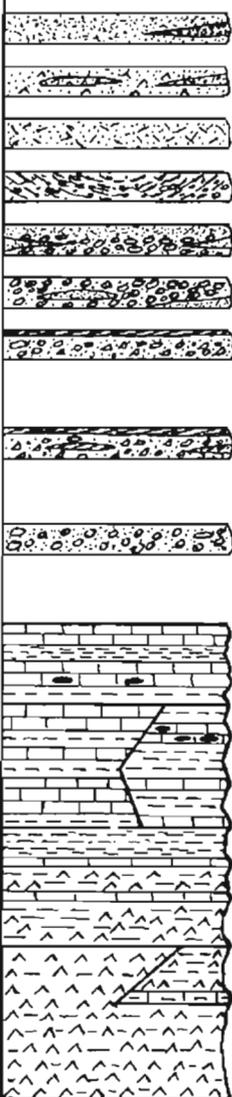
Esta zona comprende los cuadrantes 382-1 y 383-4. Es la única zona que no incluye parte del valle fluvial del Ebro, aunque en ella se localiza el valle del Jalón, uno de sus afluentes más importantes. La morfología es la más abrupta de todo el tramo, ya que en esta zona se localizan los relieves más acentuados, los cuales están formados por la plataforma calcárea de La Muela (383-4) y los cerros aplanados de Epila y Lumpique, de características calcomargosas (fig. 20).

Las formas de relieve están condicionadas por dos factores principales: 1.º Por la existencia de bancos calcáreos potentes y compactos horizontales, que descansan sobre otros más blandos margosos y yesíferos fácilmente erosionables. La erosión diferencial ascendente origina formas de relieves características; desde la parte baja hasta media ladera la morfología es relativamente suave, para terminar en la serie calcárea con fuertes taludes (La Muela); y 2.º Existencia de una red fluvial (río Jalón) bastante evolucionada y encajada en formaciones bastante estables, puesto que tanto los yesos del grupo 32 i como las margas calcáreas y calizas de los grupos 32 c y 32 d constituyen grupos litológicos con buena estabilidad y que admiten taludes acusados. Así, entre Epila y Urrea, el valle del Jalón, en su margen derecha, se caracteriza por taludes que van de los 80 a los 120 metros bastante verticales. La margen izquierda se caracteriza por una morfología más suave, en parte condicionada por los materiales de acarreo laterales y transversales, glaciares y terrazas generalmente consolidadas (fig. 21).



Fig. 21. Foto aérea de la parte occidental de la zona La Muela-Epila (valle del río Jalón)

4.2. GRUPOS GEOTECNICOS

Columna litológica	Referencia		Descripción	Edad
	Fotoplanos 1/25.000	Mapa 1/50.000		
	A4, A6, a4, a6	40 a	Aluviales limo-arenosos poco o nada plásticos.	CUATERNARIO
	A5, a5	40 b	Aluviales limosos y arcillo-yesíferos plásticos.	..
	c4, c6	40 d	Coluviales limosos poco potentes.	..
	(c+a) 4, 6 + GP	40 f	Depósitos tipo aluvial-coluvial de fondo de valle poco clasificados.	..
	T ₁ 4 / GP + SM	40 i	Terraza baja constituida por limos sobre gravas calcáreas poco cementadas (12-20 m.)	..
	T ₂ GP SM	40 j	Terraza intermedia medianamente cementada (4-10 m.), formada por gravas calcáreas.	..
	c'(Qt) / T ₂₋₃	40 l	Terraza-glacis de gravas calco-silíceas y matriz calcarenítica bien cementada.	..
	c'4 + GM	37 a	Glacis de brechas calcáreas y pudingas silíceas con abundante matriz terrígena mal clasificada.	PLIO-CUATERNA.
	Dp	36 a	Pudingas silíceas con matriz limo-arenosa poco a medianamente cementadas.	PLIOCENO
				MIOCENO
	Qc (Qm)	32 a	Calizas compactas que intercalan calizas margosas que constituyen plataformas (25 m.)	Pontiense
	Qc Qm	32 b	Calizas margosas blancas con nódulos de silex. Potencia, 35 metros.	Vindoboniense
	Qm Qc	32 c	Margas calcáreas con algunas calizas margosas y yesos muy diseminados, con frecuentes nódulos de silex. Potencia, 50 metros.	..
	Qm (Qc + Qy)	32 d	Margas alternando con calizas margosas y yesos. Potencia, 40 metros.	..
	Qm Qy (Qc)	32 f	Margas yesíferas que intercalan bancos de calizas margosas. Potencia, 20-40 metros.	Aquitaniense
	Qy + Qy Am	32 i	Potente formación de yesos alabastrinos compactos que alternan con otros terrosos más blandos, limos yesíferos y margas yesíferas. Potencia, más de 100 metros.	..

CALIZAS DE LA MUELA (32 a) (fig. 22)

Litología.—Constituye las partes altas de las laderas escarpadas de la plataforma de La Muela y del Cerro Montolar. Calizas masivas algo travertínicas muy compactas, que alternan hacia la parte inferior con niveles margosos. Se observan finos niveles de lignitos intercalados y nódulos de silex en las calizas. En la base hay limos calcáreos. La potencia es superior a los 25 metros.

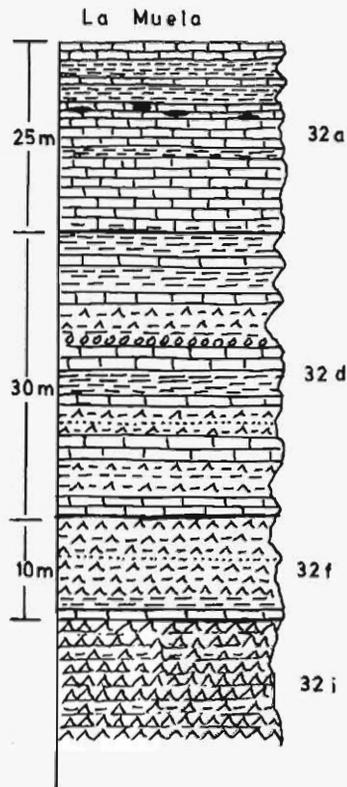


Fig. 22. Columna esquemática de las formaciones litológicas que constituyen La Muela

Estructura.—Formación horizontal que forma una plataforma estructural bastante extensa, bien estratificada, en bancos de 0,3 a 2 metros de potencia de caliza muy compacta, que alterna con otros de 0,2 a 0,5 de calizas margosas

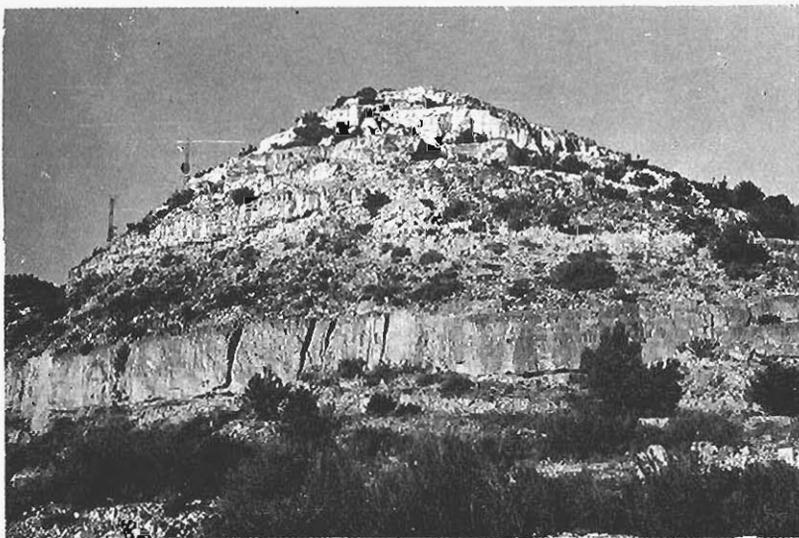


Fig. 23. Foto de las calizas y margas calcáreas de La Muela

Geotecnia.—Formación muy estable de buena capacidad portante. Poco ripable. La ripabilidad se facilita por el diaclasado de los bancos calizos y por estar alternando con calizas margosas más blandas. Estabilidad buena en taludes acusados, excepto en algunas zonas en el contacto con las formaciones margosas y yesíferas sobre las que descansa, en donde pueden producirse pequeños desprendimientos (fig. 23).

CALIZAS MARGOSAS CANTAPERDICES (32 b) (fig. 24)

Litología.—Calizas margosas y calizas con frecuentes nódulos y lentejones de sílex, bien estratificadas en bancos de 0,3 a 1 metro. Este grupo litológico, de tonos claros y bastante uniforme, tiene hasta 40 metros de potencia.

Estructura.—Bien estratificada buzando suavemente hacia el W.; constituye las partes altas de morfología suave de los montes de Epila y Lumpiaque.

Geotecnia.—Conjunto estable con buena capacidad portante; estos caracteres se manifiestan conjuntamente con el grupo infrayacente (32 c) por la formación de taludes acusados, en donde pueden producirse algunos desprendimientos muy localizados. Ripabilidad muy baja (10 al 20 por 100).



Fig. 24. Foto que muestra la estructura bien estratificada y compacta de los materiales yesíferos (32 i) y margo-calcareos (32 b y 32 c), que forman taludes bastante acusados en la región de Epila-Rueda de Jalón

MARGAS CALCAREAS DE LUMPIAQUE (32 c)

Litología.—Margas calcáreas con algunas calizas margosas y bancos de yeso. Esta formación, bastante potente (40 a 60 mts.), podía dividirse en tres tramos, el superior fundamentalmente calcáreo, constituido por calizas y calizas margosas bien estratificadas en bancos de 0,3 a 1,5 metros, con frecuentes nódulos y lentejones, a veces continuos, de sílex; el intermedio, constituido por margas calcáreas también con sílex; y el inferior, por margas calcáreas que intercalan bancos poco potentes de yesos alabastrinos (fig. 25).



Fig. 25. Foto de las margas calcáreas (32 c) con nódulos de sílex en Lumpiaque

Estructura.—Formación bien estratificada que buza ligeramente hacia el W., lo que hace que en Lumpiaque el sustrato yesífero (32 i) no aflore hacia el W.

Geotecnia.—Conjunto bastante estable con buena capacidad portante que admite taludes bastante acusados (fig. 26). Debido a que el río Jalón está bastante encajado en el Terciario, añadido a que este grupo descansa sobre materiales yesíferos, se pueden producir desprendimientos de masas rocosas a favor de diaclasas, favorecidos por la erosión diferencial y surgencias de aguas agresivas en el contacto de esta formación calcomargosa y los yesos (32 i). Poco ripable (menos del 20 por 100).

MARGAS, CALIZAS Y YESOS DEL PINAR (32 d)

Litología.—Este conjunto está situado inmediatamente debajo de las calizas del páramo (32 a). Margas calcáreas alternando con calizas margosas y yesos. En la parte alta de este conjunto litológico dominan las calizas, siendo una continuidad del grupo 32 a; hacia la parte baja son en cambio las margas y los yesos las que dominan.

Estructura.—Este conjunto litológico, de unos 30 a 60 metros de potencia, está bastante bien estratificado en bancos horizontales de 0,2 a 1 metro de espesor (fig. 22).

Geotecnia.—Formación de buena a mediana capacidad portante. Aceptable estabilidad en taludes acusados. Ripabilidad elevada por la alternancia frecuente de paquetes blandos. Se pueden presentar algunos problemas en terraplenes a media ladera, a causa de circulación de aguas seleníticas agresivas.

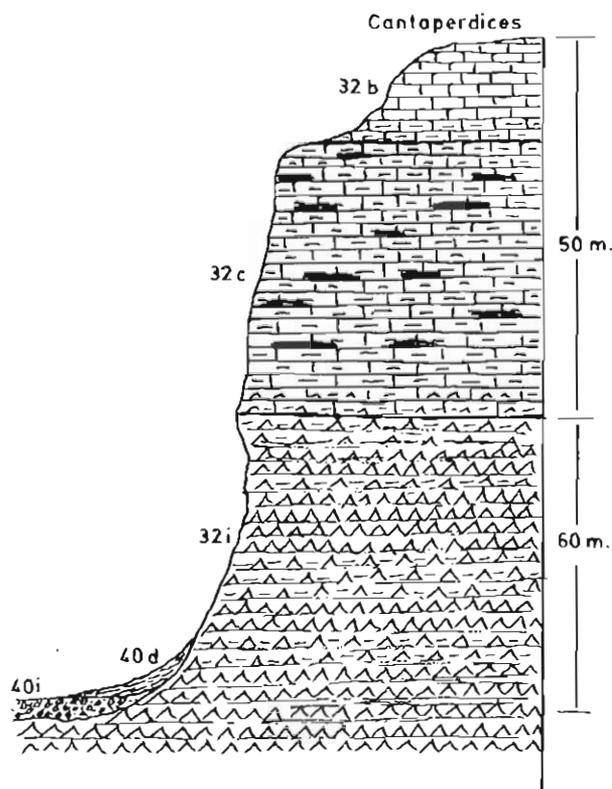


Fig. 26 Corte esquemático de las formaciones 32 i, 32 c y 32 b en el valle del río Jalón

MARGAS Y YESOS DEL BOHALAR (32 f)

Litología.—Este conjunto litológico constituye las laderas bajas de la zona N de La Muela. Corresponde a un cambio lateral de facies de la formación potente de yesos de Zaragoza (32 i) y que en la base del cerro de La Muela, sobre todo en la parte NE. y N., tiene un amplio desarrollo.

Está formada por margas, margas yesíferas y yesos alabastrinos que intercalan algún nivel de caliza margosa poco potente (fig. 22).

Estructura.—Formación horizontal, aunque a veces parece buzarse unos pocos grados hacia el N. debido al basculamiento del cerro de La Muela, a causa de los potentes sedimentos calcáreos. La estratificación no es muy acusada a causa del carácter margoso fundamental de los sedimentos.

Geotecnia.—Conjunto de mediana capacidad portante. Ripable. Debido al gran contenido en materiales blandos (margosos), es poco estable, no admitiendo taludes acusados. El mal drenaje, añadido a la agresividad de las aguas freáticas, confieren a este grupo litológico unas características geotécnicas negativas.

YESOS DE ZARAGOZA (32 i)

La potente y extensa formación de yesos de Zaragoza está ampliamente representada en esta parte del tramo. Como en la zona de Zaragoza,

estos materiales terciarios constituyen el sustrato sobre el que se apoyan los demás grupos litológicos.

Los caracteres litológicos, morfológicos-estructurales y geotécnicos de estos materiales en esta zona son similares a los observados en la parte de Zaragoza. Las únicas diferencias se reflejan en una mayor proporción de limos yesíferos en esta parte y una general vergencia de estos materiales hacia el W., haciendo que en la margen izquierda del Jalón no afloren o estén recubiertos por terrazas y glacis.

CONGLOMERADOS DE LA PEDREGOSA (36 a)

Litología.—Estos conglomerados están constituidos por pudingas de cantos silíceos y a veces calcáreos de 3 a 8 centímetros. Coronan y fosilizan a los materiales terciarios a la derecha de Urrea de Jalón. Su potencia oscila entre 0,5 y 3 metros; los conglomerados calcáreos están cementados por caliche, mientras que los silíceos están más sueltos.

Estructura.—Los conglomerados calcáreos forman estructuras más o menos continuas debido a estar compactados, mientras que los silíceos están a modo de mantos de coluviales poco potentes recubriendo a los materiales terciarios.

Geotecnia.—Estos materiales pueden constituir yacimientos granulares en la parte SW. de Lumpiaque por su fácil acceso, mientras que en la Pedregosa, al E. de Urrea, no son explotables por estar más diseminados y ser más difícil su acceso. Por lo demás, no presentan problemas geotécnicos por constituir una formación poco potente que descansa sobre materiales terciarios (32 c) con buena capacidad portante y estar casi siempre fosilizados por costras travertínicas que le confieren cierta estabilidad.

GLACIS DE EL GALACHE Y PLASENCIA (37a)

Litología.—Corresponden al tipo de glacis mixto con características intermedias entre los glacis terrígenos y conglomeráticos, es decir, constituidos por brechas calcáreas y pudingas silíceas con abundante matriz terrígena, más o menos cementados por material calco-margoso y costras travertínicas.

Estructura.—Forman planicies de suave pendiente vergentes hacia el río Jalón, de poca potencia (1 a 4 mts.) y que fosilizan a superficies terciarias de análoga morfología. Estos glacis pasan insensiblemente a las terrazas a través de unidades intermedias: terrazas-glacis.

Geotecnia.—Materiales bastante estables con buena capacidad portante al yacer sobre materiales terciarios con buena estabilidad. Son poco a medianamente ripables (40 por 100).

TERRAZA GLACIS DE LA LLANA (40 I)

Litología.—Son muy semejantes a los glacis en sus frentes, con gran contenido en gravas (pudingas calcosilíceas) y matriz terrígena.

Estructura.—Forman plataformas casi planas, enlazando por un lado con las terrazas del Jalón y por otro con los glacis de tipo mixto (Galache y Plasencia). Se diferencia de los glacis por su estructura más plana y mayor contenido en gravas; y de las terrazas, por estar fosilizadas por costras travertínicas.

Geotecnia.—Constituye el grupo litológico más adecuado para el trazado de autopistas a causa de su buena estabilidad y capacidad portante y por descansar sobre materiales terciarios no afectados por niveles freáticos importantes. Otros factores positivos son los de fácil acceso y expropiación económica, por constituir suelos muy áridos para la agricultura, difícilmente explotables.

TERRAZAS DEL RIO JALON (40 i, 40 j)

Son muy similares a las del Ebro en la parte de Zaragoza. Los caracteres diferenciales más acusados son: La terraza baja (40 i) contiene una gran cantidad de material areno-limoso, no sólo recubriéndola, sino también intercalado; su potencia oscila entre los 4 y 10 metros. Los caracteres geotécnicos son similares a los de la terraza baja del Ebro. La terraza intermedia (40 j) está medianamente consolidada y su naturaleza es poligénica, debido, sin duda, a los aportes de rañas erosionadas de origen transversal. Su potencia es de 2 a 6 metros y no presenta problemas geotécnicos graves.

RECUBRIMIENTOS CUATERNARIOS NO CONSOLIDADOS (40 a, 40 b, 40 d, 40 f)

Todos estos suelos presentan caracteres análogos a los de la parte de Zaragoza. Debido a su poca potencia y extensión superficial, muy reducida, no presentan problemas geotécnicos graves. Por su mala calidad y agresividad (40 b), no son aptos ni como yacimientos granulares ni como pres-tamos.

4.3. RESUMEN DE LA ZONA

Los caracteres geotécnicos en este área vienen condicionados fundamentalmente por tres factores, que son aplicables en todo el tramo.

- 1.º Morfología.
- 2.º Caracteres litológicos-geotécnicos de los materiales.
- 3.º Relación de los grupos geotécnicos con el nivel freático general.

Estos tres factores condicionan que a groso modo establezcamos tres zonas de características geotécnicas diferentes:

A) **Zonas sin problemas geotécnicos.**—Que corresponden a los grupos geotécnicos 40 j, 40 i y 37 a. Por sus características morfológicas, geotécnicas y económicas, son las más apropiadas para un futuro trazado de autopistas. Situadas en la margen izquierda del río Jalón, se extienden desde La Llana, Lumpiaque y Plasencia de Jalón, a la izquierda de la línea del ferrocarril Madrid-Zaragoza.

B) **Zonas con algunos problemas geotécnicos.**—Corresponden a zonas de relieves más acentuados y constituidas por masas calco-margosas que descansan sobre materiales yesíferos, en las que por la agresividad de acuíferos colgados o pequeños desprendimientos pueden acarrear problemas generalmente localizados. Ésta zona está representada por la parte media de la plataforma de La Muela.

C) **Zonas con problemas geotécnicos.**—Corresponden a la parte baja del valle del Jalón, y en la que se pueden localizan dos tipos de problemas:
1.º Hundimientos de la terraza baja que descansa sobre los yesos; y
2.º Desprendimientos de masas rocosas en la margen derecha, a causa de la topografía más acusada y a la presencia de materiales diferencialmente erosionables.

5. ZONA DE ALAGON

5.1. GEOMORFOLOGIA

Esta zona comprende los cuadrantes 354-3 y 354-4. La característica más acusada es la existencia del gran valle fluvial del río Ebro, que recorre la zona de NW. a SE., y aunque menos importante, el valle del río Jalón que atraviesa la zona de SW. a NE.

Dentro de esta zona pueden distinguirse tres «zonas» morfológicas muy distintas: 1.º El valle aluvial y terraza baja; 2.º Margen izquierda del Ebro; y 3.º Margen derecha del Ebro.

El valle aluvial y terraza baja del Ebro y Jalón es, como en otras zonas, bastante extensa (3-5 Kms. de anchura). A pesar de su potencia es un conjunto bastante inestable a causa de su estructura y por descansar sobre materiales yesíferos que son atacados por las aguas subterráneas.

La morfología de la margen izquierda del río Ebro es, como en todo el tramo, bastante abrupta, a causa de que dicho río parece como si fuese desplazado hacia esa margen, con lo que al efecto erosivo longitudinal hay que añadir uno bastante intenso transversal. Esto añadido a que los grupos litológicos a pesar de estar constituidos por formaciones yesíferas, son bastante compactos, hace que se originen relieves con taludes bastante acusados, que en Mina Real, enfrente de Torres de Berrellén, alcanzan los 170 metros (fig. 27).

La margen derecha del Ebro se caracteriza, en cambio, por una morfología muy suave, constituida por plataformas de pendientes poco acusadas que desde el valle fluvial alcanza las estribaciones marginales de las plataformas calcáreas de La Muela y Epila. Esta parte está constituida, como casi todo el tramo, por terrazas, terrazas-glacis y glacis consolidados. Dentro de estos últimos debemos destacar por su extensión al gran glacis de Valenzuela-Pinseque, pues su morfología caracteriza gran parte del cuadrante (354-3). Estos extensos recubrimientos, bastante consolidados, hacen que apenas en esta margen aflore el sustrato terciario, que es yesífero (yesos de Zaragoza, 32 i) (fig. 28).

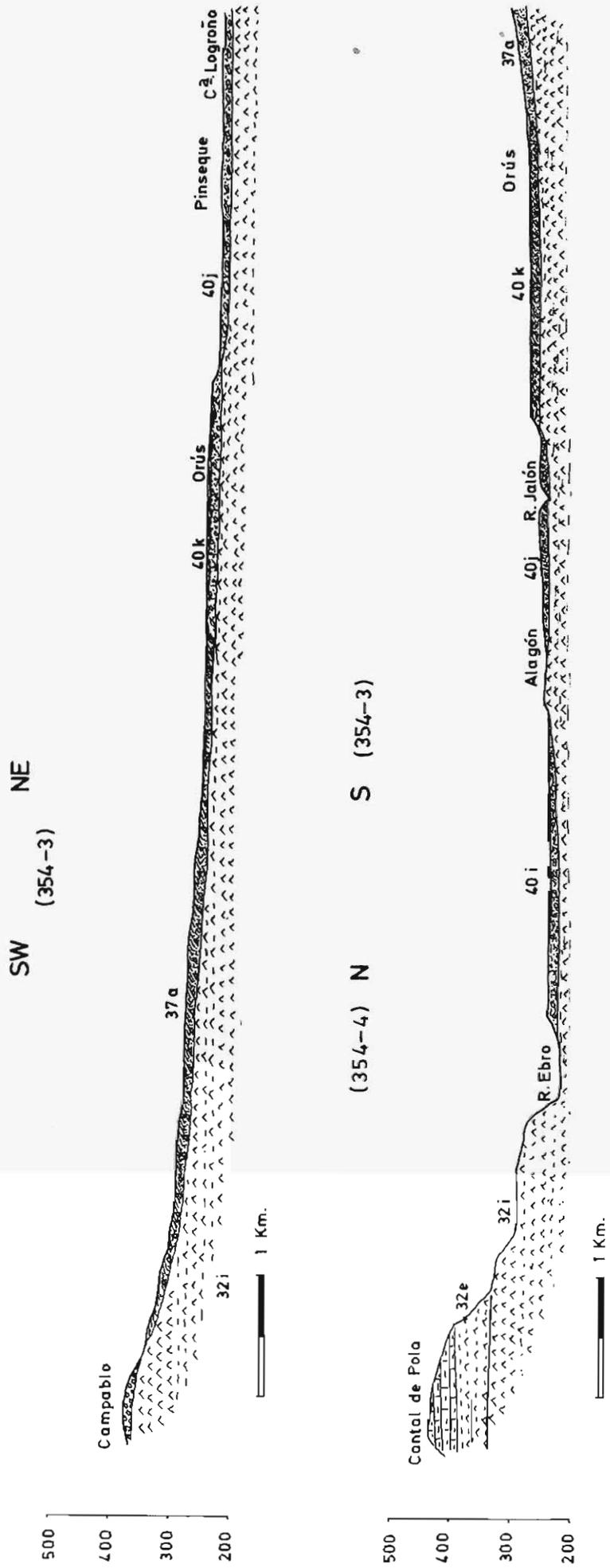


Fig. 27. Cortes geológicos generales de la zona de Alagón, con los caracteres morfológicos y litológicos más importantes



Fig. 28. Foto aérea del gran glacis de Pinseque y parte del valle aluvial del río Ebro en la zona de Alagón

5.2. GRUPOS GEOTECNICOS

Columna litológica	Referencia		Descripción	Edad
	Fotoplanos 1/25.000	Mapa 1/50.000		
	A4, A6, a4, a6	40a	Aluviales limo-arenosos poco o nada plásticos.	CUATERNARIO
	A5, a5	40b	Aluviales limosos y arcillo-yesíferos plásticos.	..
	L4, L6	40c	Depósitos lagunares limo-arcillosos algo plásticos.	..
	(c+a)4,6 + GP	40f	Depósitos tipo aluvial-coluvial de fondo de valle poco clasificados.	..
	D4, D6	40g	Conos de deyección limo-arenosos poco plásticos.	..
	AGP + SM	40h	Aluviones del río Ebro, pudingas calcáreas y abundante matriz arenosa.	..
	T ₁ GP + SM	40i	Terraza baja constituida por limos sobre gravas calcáreas poco cementadas (12-20 m.)	..
	T ₂ GP + SM	40j	Terraza intermedia medianamente cementada (4-10 m.), formada por gravas calcáreas.	..
	T ₃ GP + SM	40k	Terraza elevada, más cementada y casi siempre indentada en los glaciares.	..
	c'(Qt) / T ₂₋₃	40l	Terraza-glaciares de gravas calco-silíceas y matriz calcarenítica, bien cementada.	..
	c'4 + GM	39a	Glaciares de brechas calcáreas y pudingas silíceas con abundante matriz terrígena mal clasificada.	PLIO-CUATERNARIA
	Dp	36a	Pudingas silíceas con matriz limo-arenosa, poco a medianamente cementadas.	PLIOCENO
				MIOCENO
	Qm Qc + Qy	32e	Margas calcáreas que alternan con bancos de yesos alabastrinos y terrosos. Potencia, 30 metros.	Vindoboniense
	Qy + Qy Am + Ar Qs	32h	Yesos alabastrinos y terrosos que alternan con limos y margas yesíferas que contienen niveles de sales (ClNa) (más de 50 m.)	Aquitaniense
	Qy · Qy Am	32i	Yesos alabastrinos y terrosos que alternan con limos yesíferos y algunas margas yesíferas con cloruros. Potencia, más de 50 metros.	..
	Qm Ar(Da)	32t	Margas arcillosas abigarradas que intercalan areniscas muy finas calcareníticas-yesíferas. Potencia, más de 10 metros.	..

MARGAS CALCAREAS Y YESOS DE CANTAL DE POLA (32 e)

Litología.—Margas calcáreas de tonos claros alternando con yesos terrosos, margosos y alabastrinos. Todos ellos estratificados en bancos de 0,2 a 1 metro de espesor. La potencia es de unos 30 metros.

Estructura.—Grupo litológico bien estratificado, horizontal, que generalmente corona a los materiales yesíferos (32 i y 32 h) de la margen izquierda del río Ebro (fig. 29).

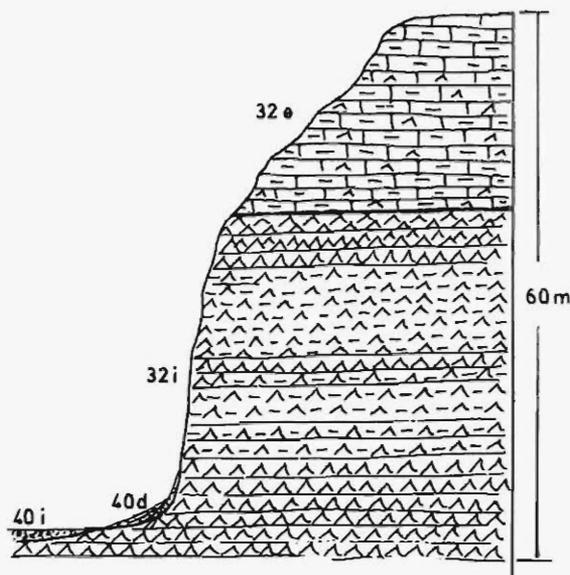


Fig. 29. Corte esquemático de las formaciones terciarias en la parte de Cantal de Pola

Geotecnia.—Formación relativamente estable en taludes moderados, con buena capacidad portante. Ripable en un 40 por 100. No son de esperar problemas geotécnicos graves a pesar de descansar sobre materiales yesíferos, ya que éstos son bastante compactos y estables y a que entre ellos no son frecuentes surgencias de aguas agresivas.

YESOS, MARGAS YESIFERAS Y SALINAS DE REMOLINOS (32 h) (fig. 30)

Litología.—Formación constituida por más de 50 metros de yesos en estructuras alabastrinas, concrecionales y nodulosas alternando con limos yesíferos y margas salinas constituidas por margas abigarradas con lentejones de halita, que más al Norte, en la zona de Remolinos, puede llegar a los 6 metros de potencia.

Estructura.—Todos estos materiales, aun los más blandos, están bien estratificados y horizontales, que a causa de la erosión del río Ebro presentan relieves bastante abruptos. La potencia total es mayor de 50 metros.

Geotecnia.—Formación en general bastante estable que admite taludes acusados. La capacidad portante es buena, y su ripabilidad, mediana, está facilitada por las intercalaciones de los tramos blandos margosos y por el

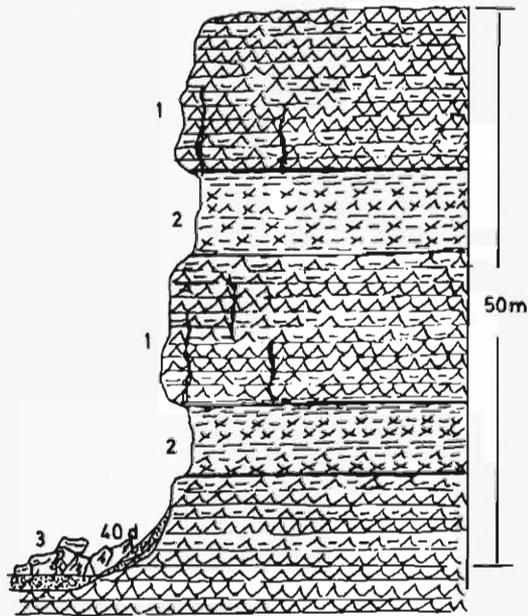


Fig. 30. Corte esquemático de las formaciones salinas en la margen izquierda del río Ebro (32 h y 32 i). 1. Yesos masivos. 2. Margas yesíferas con sales. 3. Bloques caídos

diaclasado de los yesos compactos. Pueden presentarse problemas de desprendimientos a causa de la erosión diferencial (fig. 31).



Fig. 31. Foto de las formaciones yesíferas-salinas (32 h) de la margen izquierda del río Ebro

YESOS Y LIMOS YESIFEROS DE ZARAGOZA (32 i) (fig. 32)

Esta formación, ya descrita en la zona de Zaragoza, está aquí ampliamente representada en la margen izquierda del Ebro. Los caracteres lito-

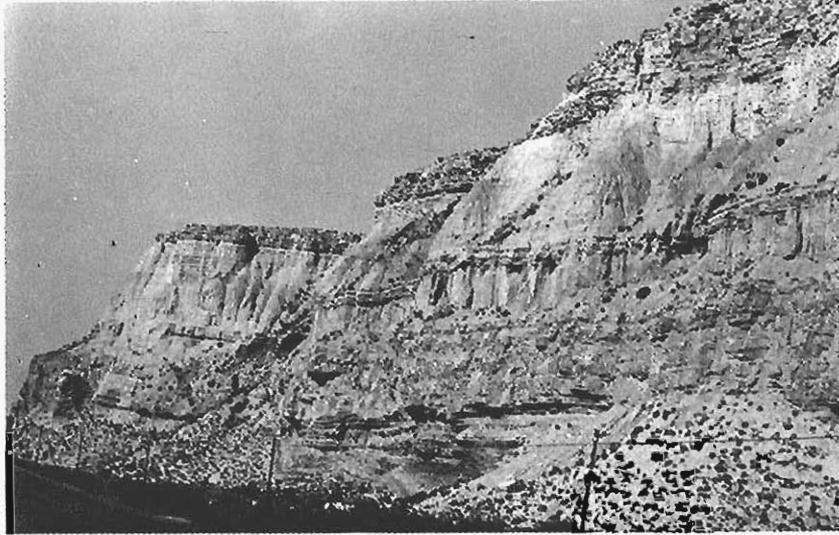


Fig. 32. Foto de los yesos y limos yesíferos (32 i) en la margen izquierda del río Ebro

lógicos, morfológicos y geotécnicos son similares a los ya descritos en tal zona. Las diferencias más acusadas que hemos podido advertir aquí son las siguientes:

- a) Menor proporción de yesos alabastrinos y mayor de otras estructuras: concrecionales, nodulosas y terrosas.
- b) Mayor proporción de niveles blandos intercalados y con mayor contenido en sales solubles.

MARGAS ARCILLOSAS CON ARENISCAS DE ALAGON (32 t) (fig. 33)

Litología.—Margas arcillosas abigarradas que intercalan capas más duras de areniscas muy finas. El estudio petrográfico de estas areniscas revela que son calcarenitas yesíferas. La potencia visible es de 5 a 10 metros.

Estructura.—Los escasos afloramientos en esta zona de este grupo litológico muestran que están medianamente a bien estratificados y que parecen corresponder al nivel inferior del terciario en esta zona.

Geotecnia.—Constituyen materiales con buena capacidad portante y con estabilidad aceptable aun en taludes acusados. Es ripable en su totalidad.

PUDINGAS SILICEAS DE LA COSCOLLETA (36 a)

Las rañas silíceas están pobremente representadas en esta zona; únicamente en la parte SW. del cuadrante 354-3 aparece un afloramiento algo

disperso por estar erosionado. Estos materiales son importantes desde el punto de vista genético de muchos glaciares, ya que a los materiales calco-terrigenos de los macizos periféricos se suman estas pudingas silíceas, que a veces por ser abundantes en los glaciares hace que se puedan confundir con terrazas-glaciares y terrazas.



Fig. 33. Terraza calco-silicea de Alagón que descansa sobre margas arcillosas y areniscosas

GLACIS DE PINSEQUE (37a) (fig. 28)

Litología.—Este recubrimiento pliocuaternario constituye un típico ejemplo de glacis mixto, constituido por una costra travertínica poco potente que fosiliza a materiales calco-terrigenos que en la parte inferior engloban abundantes cantos silíceos.

Estructura.—Gran parte de esta zona está definida por la morfología de este extenso glacis, que desde las estribaciones de La Muela se extiende por los cuadrantes 363-4, 354-3 y 383-1, indentándose con la terraza elevada (40 k). Como todos los glaciares, su morfología es suave, sobre todo en el frente, que es casi plana (fig. 34).

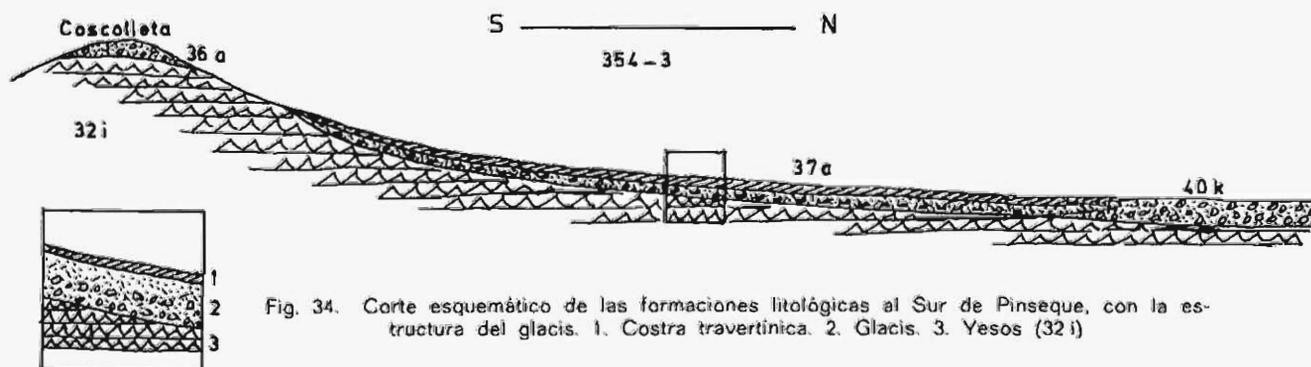


Fig. 34. Corte esquemático de las formaciones litológicas al Sur de Pinseque, con la estructura del glacis. 1. Costra travertínica. 2. Glacis. 3. Yesos (32 i)

Geotecnia.—Este gran recubrimiento, sobre todo en la parte Norte (frente del glacis), no presenta problemas geotécnicos acusados; buena capacidad portante; poco ripable. No son de esperar hundimientos del terreno a pesar de descansar sobre la formación yesífera (32 i), que en este nivel es bastante estable.

OTROS DEPOSITOS CUATERNARIOS

Los demás recubrimientos cuaternarios presentan caracteres muy similares a los de la zona de Zaragoza, por lo que no los describimos aquí.

Únicamente queremos hacer notar el gran desarrollo de la terraza elevada (40 k), de naturaleza calcosilicea, y que puede constituir yacimientos granulares importantes.

5.3. RESUMEN DE LA ZONA

El resumen geotécnico de esta zona viene definido por las tres «zonas» morfológicas en que hemos dividido la zona de Gallur: valle aluvial y terraza baja; margen izquierda y margen derecha, si tenemos en cuenta los caracteres generales geotécnicos del valle del Ebro en este tramo. En síntesis, los problemas geotécnicos son los siguientes:

En el valle aluvial y terraza baja pueden originarse graves problemas geotécnicos traducidos por hundimientos del terreno.

Margen izquierda: Los únicos problemas pueden ser originados por pequeños desprendimientos en taludes acusados, a causa de la alternancia de paquetes duros y blandos.

Margen derecha: No presenta en principio problemas geotécnicos al estar constituida por una morfología más suave de recubrimientos consolidados sobre un terciario bastante estable.

6. ZONA DE GALLUR

6.1. GEOMORFOLOGIA

Esta zona comprende los cuadrantes 321-2 y 353-1.

Como las demás zonas del tramo, excepto en La Muela-Epila, la morfología viene en gran parte condicionada por el gran valle fluvial del Ebro, que ocupa una ancha franja de dirección NW.-SE. Igual que en la zona anterior, se pueden distinguir tres subzonas:

- 1.º Zona baja o valle aluvial del Ebro.
- 2.º Margen izquierda del Ebro.
- 3.º Margen derecha del Ebro.

El valle aluvial del Ebro en esta zona presenta unos caracteres que la diferencian de las anteriores; éstos se caracterizan por una estructura bastante simétrica en cuanto al desarrollo de aluviales y terrazas en ambas márgenes, que añadido al amplio desarrollo de las mismas hace que este nivel morfológico ocupe una gran extensión dentro de la zona. Esta distribución simétrica de aluviales y terraza baja, generalmente poco cementados, condiciona en gran parte el desarrollo de abundantes meandros, como ocurre en la zona de Alcalá de Ebro, en el SE. de la zona (fig. 35).

La morfología en la margen izquierda es en parte una continuidad de la zona anterior (Alagón), aunque aquí es algo más suave a causa de que el Ebro no está encajado sobre el terciario al interponerse terrazas bastante desarrolladas. Únicamente en la región de Ojo Salado pueden apreciarse taludes de materiales salinos (yesos y otras sales) de unos 40 a 60 metros.

La margen derecha es muy similar a la de la zona de Alagón, es decir, de morfología poco acusada, constituida por terrazas-glacis y glacis de pendiente suave que fosilizan en gran parte a los materiales terciarios, relativamente blandos margo-yesíferos (fig. 36).

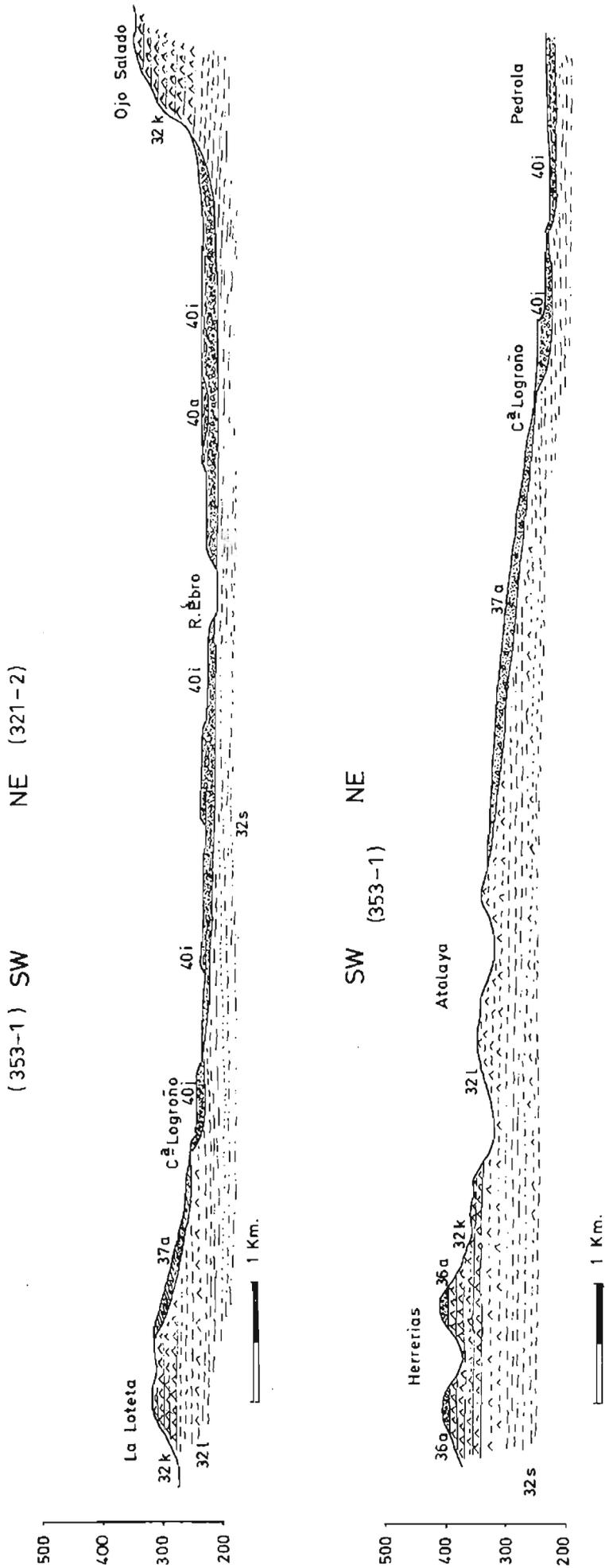


Fig. 35. Cortes geológicos generales de la zona de Gallur, con los caracteres morfológicos y grupos litológicos más importantes



Fig. 36. Foto aérea de la región de Pedrola, zona de Gallur, en donde se aprecian los recubrimientos tipo glacis, terrazas y aluviales en la margen derecha del río Ebro

6.2. GRUPOS GEOTECNICOS

Columna litológica	Referencia		Descripción	Edad
	Fotoplanos 1/25.000	Mapa 1/50.000		
	A4, A6, a4, a6	40 a	Aluviales limo-arenosos poco o nada plásticos.	CUATERNARIO
	A5, a5	40 b	Aluviales limosos y arcillo-yesíferos plásticos.	"
	c4, c6	40 d	Coluviales limosos poco potentes.	"
	c'4, 6 + GP	40 e	Coluviales poco potentes constituidos por restos de glaciares y rañas erosionadas.	"
	(c+a)4, 6 + GP	40 f	Depósitos tipo aluvial-coluvial de fondo de Valle poco clasificados.	"
	D4, D6	40 g	Conos de deyección limo-arenosos poco plásticos.	"
	AGP + SM	40 h	Aluviones del río Ebro, pudingas calcáreas y abundante matriz arenosa.	"
	T ₁ 4/GP + SM	40 i	Terraza baja constituida por limos sobre gravas calcáreas poco cementadas (12-20 m.)	"
	T ₂ GP + SM	40 j	Terraza intermedia medianamente cementada (4-10 m.), formada por gravas calcáreas.	"
	c'(Qt)/T ₂₋₃	40 l	Terraza-glaciares de gravas calco-silíceas y matriz calcarenítica bien cementada.	"
	c'4 + GM	39 a	Glaciares de brechas calcáreas y pudingas silíceas con abundante matriz terrígena mal clasificada.	PLIO-CUATERNA.
	Dp	36 a	Pudingas silíceas con matriz limo-arenosa, poco a medianamente cementadas.	PLIOCENO
MIOCENO				
Aquitaniense				
	Qy· Qm Qy (Qm Qc)	32 g	Yesos alabastrinos y terrosos que alternan con limos y arcillas yesíferas e intercalan margas calcáreas. Potencia superior a 70 m.	"
	Qy· Qm Qy + Ar Qs	32 h	Yesos alabastrinos y terrosos que alternan con margas yesíferas y salinas ricas en cloruros. Potencia superior a 80 metros.	"
	Qy (Ar)	32 k	Yesos alabastrinos que intercalan niveles de arcillas o margas arcillosas (25 m.).	"
	Ar (Qy)	32 l	Arcillas o margas arcillosas abigarradas que intercalan yesos nada estratificados de tonos pardos. Potencia, 20 metros.	"
	Qm Ar (Qy + Da)	32 r	Margas arcillosas abigarradas que intercalan areniscas muy finas calcareníticas-yesíferas y algún filete yesífero (10 m.).	"
	Qm Ar (Qm Da + Qy)	32 s	Margas arcillosas abigarradas que intercalan areniscas margosas y yesos fibrosos. Potencia superior a los 10 metros.	"

YESOS Y MARGAS YESIFERAS Y CALCAREAS DE TAUSTE (32 g)

Litología.—Yesos alabastrinos y margas yesíferas de tonos abigarrados que alternan, sobre todo en la parte superior, con margas calcáreas tableadas. Corresponde a un cambio de facies de la formación yesífera salina (32 h). La potencia total sobrepasa los 70 metros.

Estructura.—Grupo litológico bien estratificado, horizontal en bancos de 0,3 a 0,8 metros, que presenta una morfología suave fosilizada por restos de glacia conglomeráticos erosionados (40 e).

Geotecnia.—Por su morfología y por no estar bajo la influencia de niveles acuíferos importantes, resulta una formación bastante estable, con buena capacidad portante. La estratificación fina, añadido a la intercalación de paquetes blandos (margas yesíferas), hacen que la ripabilidad sea de un 50 a 75 por 100.

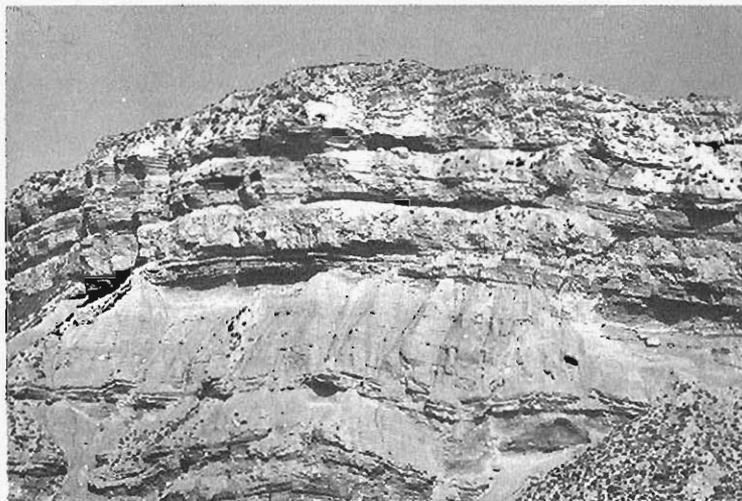


Fig. 37. Foto de los yesos y margas yesíferas-salinas (32 h) de la margen izquierda del río Ebro

YESOS, MARGAS YESIFERAS Y SALINAS (32 h) (fig. 37)

Litología.—Conjunto litológico constituido por una alternancia de niveles yesíferos casi puros, compactos bien estratificados (10-40 cms.) y niveles algo más blandos de margas yesíferas con lentejones de sales (halita principalmente). La potencia sobrepasa los 80 metros.

Estructura.—Este grupo litológico presenta una morfología más acusada, quizá en parte al haber estado bajo la influencia erosiva del río Ebro hasta no hace mucho tiempo. Como casi todo el terciario de la zona, está bien estratificado en bancos horizontales.

Geotecnia.—Conjunto estable que admite taludes de hasta 50 metros bastante acusados. Son ripables los tramos margosos y poco ripables los yesíferos. Los problemas geotécnicos se reducen a algunos desprendimientos de paquetes yesíferos a causa de la erosión diferencial (fig. 38).

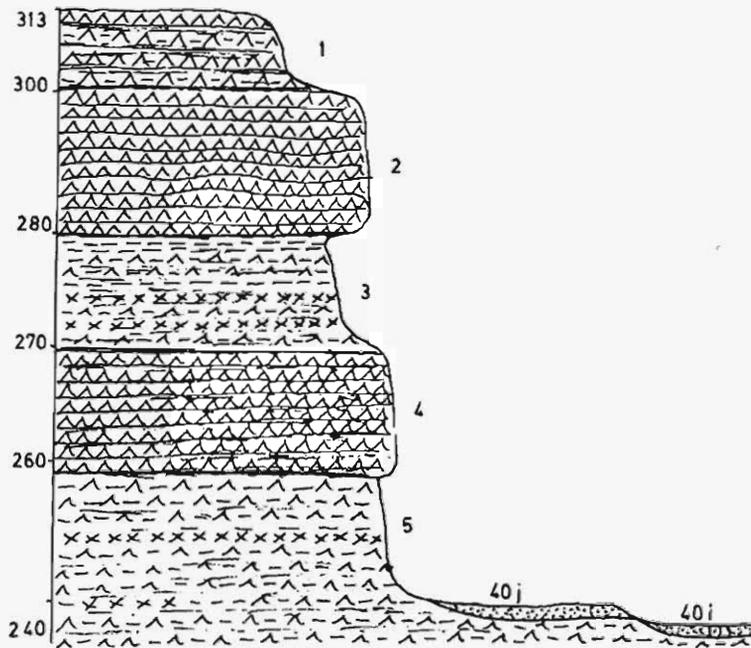


Fig. 38. Corte esquemático de los materiales yesíferos-salinos en Ojo Salado, margen izquierda del río Ebro. 1, 2 y 4. Yesos alabastrinos compactos. 3 y 5. Margas yesíferas con sales (CINa)

YESOS Y ARCILLAS DE LA LOTETA (32 k)

Litología.—Yesos blancos alabastrinos bien estratificados en bancos poco potentes (10-40 cms.) que intercalan algunos niveles arcillosos abigarrados.

Estructura.—Constituyen los últimos materiales terciarios de morfología más o menos acusada dentro del cuadrante 353-1, fosilizados muchas veces por rañas o glaciares silíceos. La potencia de este grupo, que yace horizontalmente, es de unos 20 a 30 metros (fig. 39).

Geotecnia.—Conjunto estable con buena capacidad portante. Pueden presentarse problemas de pequeños deslizamientos o desprendimientos en taludes artificiales en que las bases estén constituidas por el grupo 321 (arcillas margosas abigarradas con yesos). Este conjunto es medianamente ripable (30 al 50 por 100).

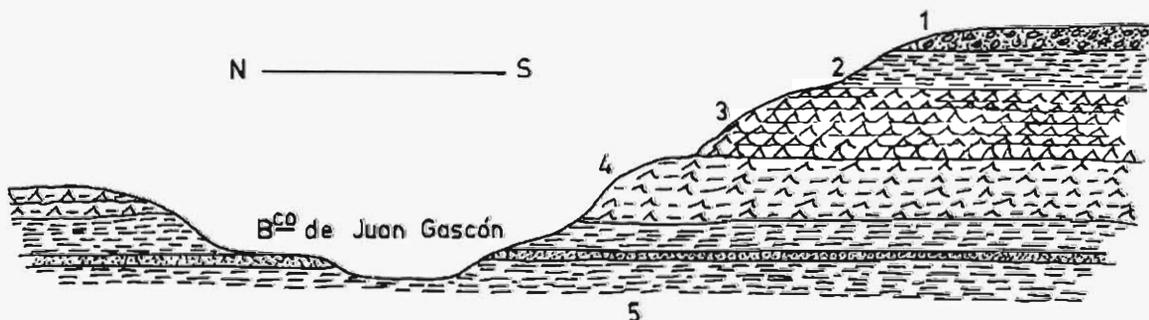


Fig. 39. Corte esquemático de los conjuntos litológicos al W. de Pedro-la. 1. Raña de pudingas silíceas, 0,7 metros (36 a). 2. Margas blancas-amarillentas, 8 metros. 3. Yesos alabastrinos, 20 metros (32 k). 4. Arcillas margosas yesíferas, 20 metros (32 l). 5. Margas arcillosas abigarradas con areniscas (32 s)

ARCILLAS ABIGARRADAS CON YESOS DE LA ATALAYA (32 I)

Litología.—Arcillas algo margosas abigarradas que intercalan lentejones poco potentes o cristales aislados de yeso bien cristalizado de color parduzco. Este grupo es el más arcilloso de todo el tramo, siendo explotado actualmente por la industria de la construcción (ladrillos).

Estructura.—Este conjunto, a causa de los materiales blandos, está groseramente estratificado, originando relieves de morfología suave a causa de su erosionabilidad (fig. 39).

Geotecnia.—Conjunto de mediana estabilidad y capacidad portante. Ripable en su totalidad. Sin apenas problemas geotécnicos debido a la morfología poco abrupta y a la falta de niveles acuíferos importantes que pudieran originar aguas agresivas.

MARGAS ARCILLOSAS ABIGARRADAS DE GALLUR (32 r)

Litología.—Margas arcillosas abigarradas que intercalan bancos poco potentes de areniscas margosas muy finas y algunos yesos diseminados. La potencia visible es superior a los 10 metros.

Estructura.—Estos materiales terciarios horizontales corresponden a un cambio lateral de facies del grupo 32 I (arcillas margosas con algunos yesos). De morfología muy suave, están únicamente representados en los alrededores de Gallur.

Geotecnia.—Constituyen materiales que, aunque medianamente estables, no presentan graves problemas geotécnicos, ya que casi siempre están fosilizados por glaciares de tipo mixto bastante consolidados (Barranco de Paco) y que confieren al conjunto buena capacidad portante. Es ripable.

MARGAS CON ARENISCAS Y YESOS DE PEDROLA (32 s)

Litología.—Margas arcillosas abigarradas que intercalan areniscas margosas muy finas de naturaleza calcarenítica-yesífera e hiladas de yeso fibroso. La potencia es superior a los 10 metros.

Estructura.—Conjunto horizontal bien estratificado y que estratigráficamente corresponde a los materiales terciarios más inferiores de esta zona. La morfología es suave, apareciendo casi siempre fosilizada por glaciares.

Geotecnia.—Salvo en el barranco de Gascón, en donde afloran estos materiales están casi siempre fosilizados por glaciares mixtos, los que confieren al conjunto cierta estabilidad. Son ripables; en general no presentan problemas geotécnicos.

RECUBRIMIENTOS PLIOCENOS Y CUATERNARIOS

Los materiales de recubrimientos que fosilizan a los grupos litológicos terciarios en esta zona son los mismos que existen en las zonas anteriores, y que son muy constantes en todo el valle del Ebro, sobre todo por la margen derecha. De todos estos recubrimientos tenemos que destacar a los

glacis mixtos de edad pliocuaternaria, que constituyen la mayor parte de la zona. Sus rasgos morfológicos y aun litológicos son muy característicos en todo el tramo.

GLACIS DE PEDROLA-GALLUR (37a)

Litología.—Son glacis mixtos constituidos por abundante materia terrígena, que engloba en la parte superior brechas calcáreas poligénicas de pequeño tamaño y en la inferior abundantes cantos redondeados (pudingas) de pequeño a mediano tamaño (Md = 6 cms.) de naturaleza silícea.

Estructura.—Estos extensos recubrimientos corresponden al frente del gran glacis originado en los macizos calco-margosos de Borja. Como todos ellos, son de morfología muy suave, hasta llana en los frentes, al indentarse con la terraza intermedia.

Geotecnia.—Formación bastante estable por encontrarse algo cementada y encalichada: Al estar fosilizando al terciario confiere al conjunto una elevada estabilidad. Algunos frentes pueden ser explotados como yacimientos granulares.

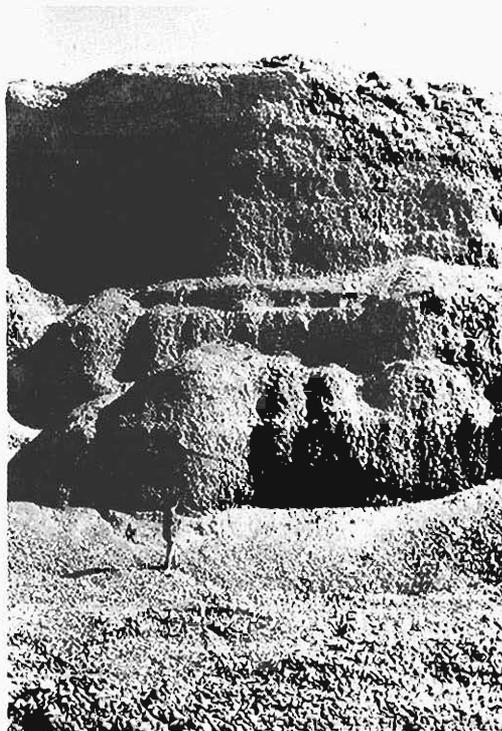


Fig. 40. Potente terraza-glacis de la Ermita de Pedrola, de naturaleza silícea y algo cementada

TERRAZA-GLACIS DE LA ERMITA (40 I) (fig. 40)

Litología.—Potente «terrazza» travertinizada, constituida casi enteramente por pudingas silíceas, sin duda de origen lateral a partir de rañas erosionadas. Los cantos son de pequeño tamaño (Md = 6 cms.).

Estructura.—Constituyen una banda bastante continua de morfología casi plana con poca profundidad transversal y que se indenta en el gran

glacis de Pedrola-Gallur. La granulometría es muy buena por estar las pudingas bastante bien clasificadas y lavadas.

Geotecnia.—Por su potencia y extensión longitudinal, paralela a líneas de comunicación actuales, constituyen yacimientos granulares importantes, como el de la Ermita de Pedrola. Las costras travertínicas superficiales y su moderada cementación hace que su ripabilidad sea mediana.

6.3. RESUMEN DE LA ZONA

En esta zona pueden distinguirse dos áreas con caracteres geotécnicos muy diferentes: 1.º El gran valle aluvial y terraza no consolidada; y 2.º Las márgenes de este valle aluvial.

El valle aluvial del Ebro en esta zona es muy amplio debido al gran desarrollo de la terraza no consolidada en ambas márgenes. Esto, añadido a que el sustrato está constituido por materiales yesíferos, hace que el 50 por ciento de esta zona, que es la extensión aproximada de este valle, presente graves problemas geotécnicos a causa del fenómeno, repetido numerosas veces, de hundimientos del terreno por disolución y emigración de los sulfatos.

Los problemas geotécnicos en las márgenes del río Ebro son mucho menos importantes, pues si bien hay abundancia de materiales yesíferos, la relativa compacidad, morfología suave, ausencia de niveles acuíferos importantes y, por último, estar parcialmente fosilizados por recubrimientos bastante estables hacen que su comportamiento geotécnico sea bastante positivo.

7. ZONA DE MALLÉN

7.1. GEOMORFOLOGIA

Esta zona comprende los cuadrantes 321-3 y 321-4 en la parte más occidental del tramo.

Como en las zonas anteriores, la peculiaridad morfológica más acusada es el valle fluvial del Ebro, al cual se suma el valle del río Huecha.

La zona morfológica más importante está formada por los valles de los ríos Ebro y el de su afluente Huecha por la margen derecha. Ambos forman amplias vegas y terrazas que se extienden de NW. y SE. en el río Ebro y N.-S. en el río Huecha. El valle del Ebro es ligeramente asimétrico, pues si bien es verdad que los mayores depósitos de terrazas, sobre todo las elevadas, se localizan en la margen derecha, también lo es que la terraza baja tiene cierto desarrollo en la margen izquierda, lo que origina que dicho río no se encaje lateralmente en las formaciones terciarias. El valle del Ebro en esta zona tiene de 5 a 8 kilómetros de anchura (fig. 41).

A pesar de que el río Huecha es poco importante, lo son en cambio los sedimentos aluviales y terrazas que se localizan a ambos márgenes de dicho río.

Esta red fluvial Ebro-Huecha delimita tres «zonas» de relieve, constituidas por materiales terciarios más o menos abruptos. En la parte izquierda del río Ebro el relieve es moderadamente acusado, modelado sobre terrenos margo-yesíferos y calcáreos de estabilidad mediana, lo que origina taludes no muy acusados de unos 40-60 metros.

En el área de Mallén, de características litológicas estructurales análogas, el relieve es generalmente suave, salvo en el Cerro Burrén (481 mts.), estando casi siempre fosilizados por glaciares de tipo mixto (fig. 42).

En la parte de Magallón, al SW. de la zona, la morfología es bastante semejante, aunque más homogénea, y en la que los relieves más acusados (440 mts.) están formados en su parte superior por yesos bastante compactos.

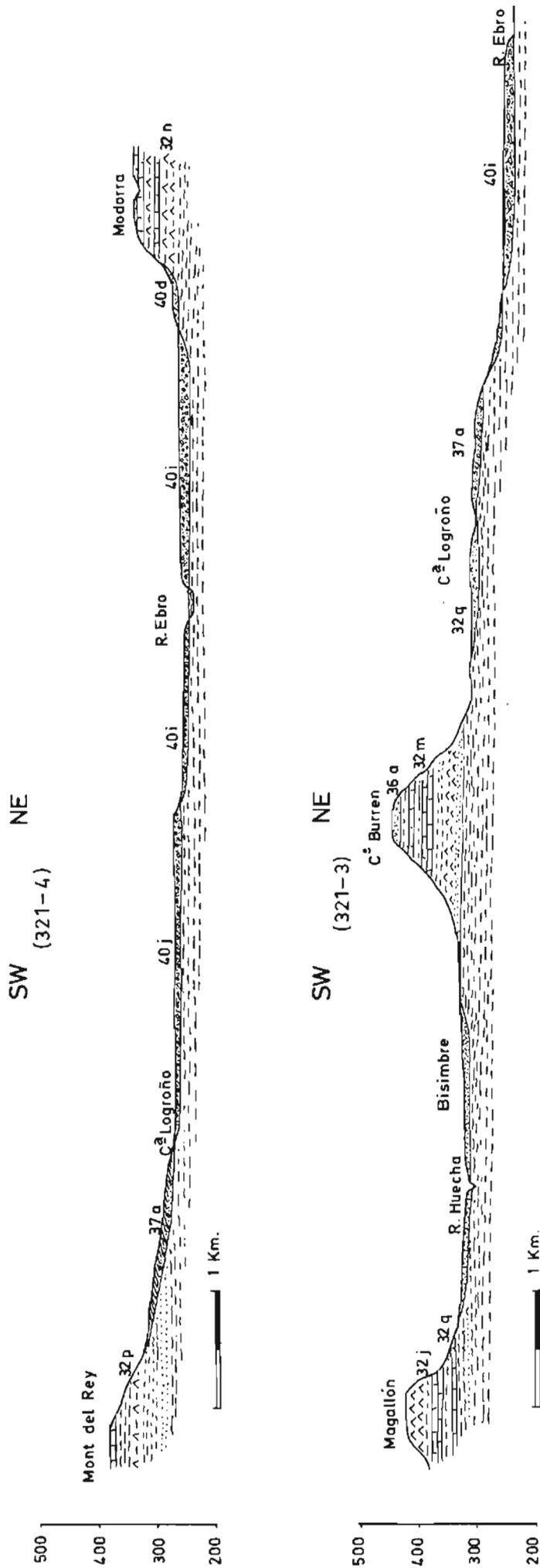


Fig. 41. Cortes geológicos generales de la zona de Mallén, con los rasgos morfológicos y grupos litológicos más importantes

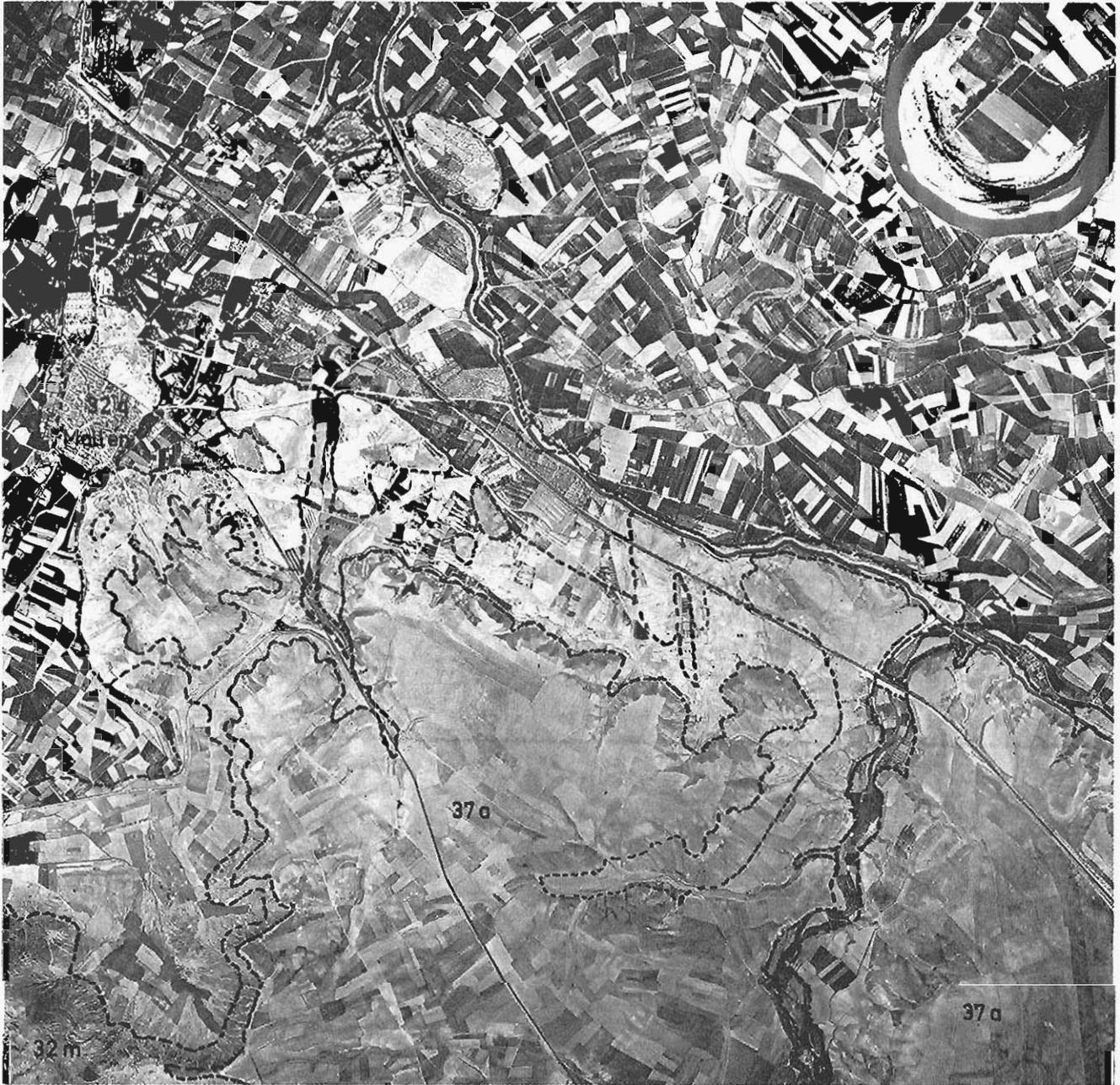


Fig. 42. Foto aérea de la zona de Mallén, en la que se aprecian los recubrimientos tipo glacis (37 a) y parte del valle fluvial del río Ebro

7.2. GRUPOS GEOTECNICOS

Columna litológica	Referencia		Descripción	Edad
	Fotoplanos 1/25.000	Mapa 1/50.000		
	A4, A6, a4, a6	40 a	Aluviales limo-arenosos poco o nada plásticos.	CUATERNARIO
	A5, a5	40 b	Aluviales limosos y arcillo-yesíferos plásticos.	
	L4, L6	40 c	Depósitos lagunares limo-arcillosos algo plásticos.	
	c' 4, 6 + GP	40 e	Coluviales poco potentes constituidos por restos de glaciares y rañas erosionadas.	
	(c+a) 4, 6 + GP	40 f	Depósitos tipo aluvial-coluvial de fondo de valle poco clasificados.	
	D4, D6	40 g	Conos de deyección limo-arenosos poco plásticos.	
	AGP + SM	40 h	Aluviones del río Ebro, pudingas calcáreas y abundante matriz arenosa.	
	T ₁ 4 / GP + SM	40 i	Terraza baja constituida por limos sobre gravas calcáreas poco cementadas (12-20 m.)	
	T ₂ GP + SM	40 j	Terraza intermedia medianamente cementada constituida por gravas calcáreas (4-10 m.)	
	T ₃ GP + SM	40 k	Terraza elevada, más cementada y casi siempre indentada en los glaciares.	
	c' (Qt) / T ₂₋₃	40 l	Terraza-glaciares de gravas calco-silíceas y matriz calcarenítica bien cementada.	
	c' 4 + GM	37 a	Glaciares de brechas calcáreas y pudingas silíceas con abundante matriz terrígena mal clasificada.	PLIO-CUATERNARIO
	Dp	36 a	Pudingas silíceas con matriz limo-arenosa, poco a medianamente cementadas.	PLIOCENO
				MIOCENO
	Qy / Qm Qc	32 j	Yesos alabastrinos sobre margas calcáreas tableadas y arcillosas. Potencia superior a los 40 metros.	Aquitaniense
	Qc Qm · Qm Ar	32 m	Calizas margosas tableadas alternando con margas arcillosas abigarradas (100 m.).	"
	Qm Ar · Qy · Qm Qc	32 n	Margas arcillosas con yesos alabastrinos y margas calcáreas tableadas blancas (100 m.).	"
	Qm Ar (Qm Qc)	32 o	Margas arcillosas abigarradas que intercalan margas calcáreas tableadas blancas. Potencia visible, 60 metros.	"
	Qm Ar (Da + Qm Qc)	32 p	Margas arcillosas abigarradas que intercalan areniscas finas calco-yesíferas y margas calcáreas tableadas. Potencia superior a los 80 metros.	"
	Qm Ar · Da (Qy)	32 q	Margas arcillosas abigarradas que alternan con areniscas finas calco-yesíferas y filetes de yeso fibroso. La potencia visible es superior a los 20 metros.	"

YESOS Y MARGAS CALCAREAS DE MAGALLON (32 j)

Litología.—Yesos alabastrinos y limos yesíferos sobre margas calcáreas blancas tableadas. Hacia la base aparecen pequeñas intercalaciones de margas arcillosas abigarradas. Potencia visible, 40 metros.

Estructura.—Esta formación horizontal constituye los relieves más elevados de forma tabular en la parte SW. del cuadrante 321-3 (fig. 43).

Geotecnia.—Formación estable a causa de la estructura compacta de los materiales. La ripabilidad es baja. Los únicos problemas geotécnicos se pueden reducir a pequeñas caídas de bloques yesíferos por erosión diferencial.

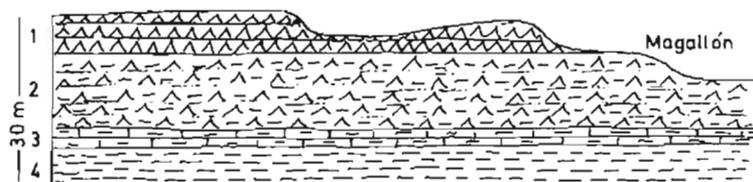


Fig. 43. Corte esquemático del terciario en Magallón. 1. Yesos alabastrinos. 2. Margas abigarradas yesíferas (10 m.). 3. Calizas margosas tableadas (3 m.). 4. Margas arcillosas abigarradas

CALIZAS MARGOSAS Y MARGAS DEL CERRO BURREN (32 m) (fig. 44)

Litología.—Conjunto potente (100 mts.), constituido por una alternancia de capas duras de calizas margosas tableadas de tonos muy claros que alternan con margas arcillosas abigarradas y margas amarillentas en la parte alta.

Estructura.—Constituye la forma de relieve más acentuada en esta zona, y originada a causa de estar formada por capas duras y blandas horizontales, fossilizadas por pudingas silíceas cementadas (36 a).

Geotecnia.—Esta alternancia de capas duras y blandas confiere al conjunto cierta estabilidad, como lo prueba la formación de taludes bastante acusados. Poco ripables los tramos calcáreos, lo son en cambio los tramos margo-arcillosos. Las calizas margosas de la base (potencia, 10 mts.) pueden ser explotadas como masas de canteras.

YESOS, MARGAS Y CALIZAS MARGOSAS DE MODORRA (32 n)

Litología.—Yesos alabastrinos alternando con margas arcillosas abigarradas y margas calcáreas tableadas de tonos claros. Potencia superior a los 100 metros.

Estructura.—Forma los relieves de morfología moderadamente acusados de la margen izquierda del río Ebro. Conjunto horizontal bien estratificado en bancos de 0,2 a 1 metro de potencia.

Geotecnia.—Conjunto estable en taludes moderados. La capacidad portante es de moderada a buena. Ripable en más del 50 por 100. No presenta graves problemas geotécnicos, salvo a la altura del nivel freático general (terracea baja).

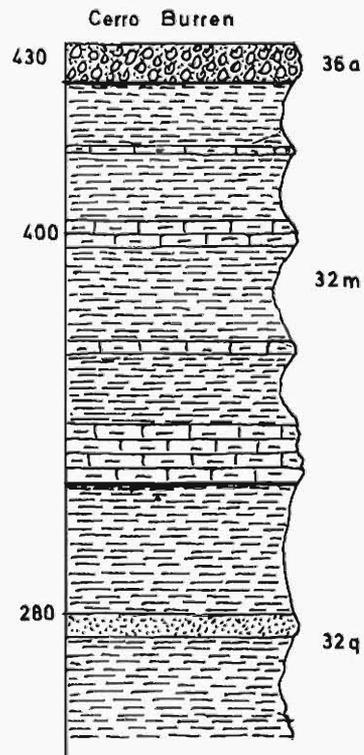


Fig. 44. Columna litológica esquemática del cerro Burren

MARGAS ARCILLOSAS Y CALCAREAS DE SAN GIL (32 o) (fig. 45)

Litología.—Margas arcillosas abigarradas que alternan, sobre todo hacia el techo, con margas calcáreas tableadas de tonos claros. La potencia visible es superior a los 50 metros.

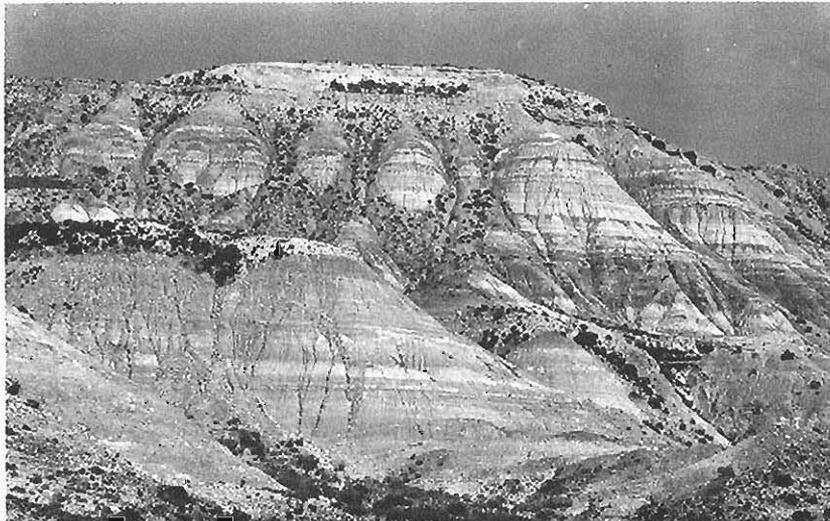


Fig. 45. Foto de los materiales calco-margosos (32 o) de San Gil

Estructura.—Constituye los relieves de morfología suave de la parte W. del cuadrante 321-3. Su estructura horizontal y su litología es una continuidad de parte del grupo litológico que constituye el Cerro Burrén (32 mts.).

Geotecnia.—Conjunto bastante estable con buena capacidad portante. Ripable en un 50 por 100. No son de esperar problemas geotécnicos a causa de su morfología, litología y ausencia de niveles acuíferos importantes.

MARGAS CON ARENISCAS Y MARGAS CALCAREAS DE MORREDON (32 p)

Litología.—Margas arcillosas abigarradas con intercalaciones de areniscas finas yesíferas y margas calcáreas claras. La potencia es superior a los 80 metros

Estructura.—Formación bien estratificada que buza suavemente hacia el SE. La morfología es relativamente moderada. Por cambio lateral de facies, este conjunto se hace más yesífero hacia el NW.

Geotecnia.—Formación estable en taludes moderados. Buena capacidad portante y ripabilidad mediana (50-70 por 100). No presenta en principio problemas geotécnicos acusados.

MARGAS Y ARENISCAS YESIFERAS DE MALLEN (32 q)

Litología.—Margas arcillosas abigarradas que alternan con bancos de areniscas muy finas y yesos diseminados.

Estructura.—Formación horizontal, bien estratificada y que estratigráficamente corresponde a los materiales terciarios más inferiores de esta zona. La morfología de estos materiales es suave, estando parcialmente erosionados y fosilizados por glacia (Mallen).

Geotecnia.—La erosionabilidad de los tramos margo-arcillosos viene compensada por la mayor dureza y estabilidad de las capas areniscosas, que añadido a la morfología suave hace que el conjunto sea relativamente estable, con mediana a buena capacidad portante. La ripabilidad es del 50 al 80 por 100

RECUBRIMIENTOS PLIO-CUATERNARIOS (fig. 46)

Los depósitos de rañas (36 a), glacia (37 a), terrazas (40 i, 40 j, 40 k), etc., son una continuidad de la zona anterior, y debido a que sus caracteres morfológicos, litológicos y geotécnicos son muy semejantes a los ya descritos en la zona de Gallur, creemos que todos estos materiales están suficientemente definidos tanto en el mapa litológico 1/50.000 como en sus características generales a través de la presente memoria.

7.3. RESUMEN DE LA ZONA

Los problemas geotécnicos en esta zona no son tan acusados como en zonas anteriores. Los factores que condicionan esta ausencia de problemas graves geotécnicos son:



Fig. 46. Foto del glacis mixto de La Bellota (321-3)

1.º Una mayor estabilidad en el valle aluvial y terraza no consolidada de los ríos Ebro y Huecha, ya que no se han observado ni parecen preverse hundimientos en estos terrenos.

2.º La morfología relativamente suave es un factor geotécnico positivo, puesto que elimina muchos problemas, como son los desprendimientos, deslizamientos, etc. Los únicos relieves acusados están localizados en áreas en donde no es fácil que se presenten problemas graves a causa de la relativa estabilidad de los materiales y ausencia de niveles acuíferos importantes.

3.º La presencia de masas salinas yesíferas es en esta zona mucho más escasa que en las anteriores; esto hace que el grave problema de disolución originado por las aguas freáticas sobre estos materiales, muy frecuente en otras zonas, esté aquí casi ausente y sea muy poco importante.

8. RECOMENDACIONES GENERALES

8.1. GEOTECNICAS

Después de haber realizado el estudio morfológico, litológico y geotécnico de los materiales a lo largo del tramo, nos atrevemos a exponer algunas consideraciones y hacer recomendaciones geotécnicas sobre las distintas formaciones que creemos deben tener una importancia capital en todo trazado futuro de autopistas.

Las zonas que recomendamos para trazados de autopistas son las siguientes: frente de glacis (37a), terrazas-glacis (40 l) y terrazas consolidadas (40 k y 40 j). Estas recomendaciones vienen condicionadas por los siguientes factores:

- 1.º Gran estabilidad y buena capacidad portante de sus materiales.
- 2.º Por descansar sobre materiales terciarios bastante estables, como son las formaciones yesíferas (32 i) no afectadas por el nivel freático general.
- 3.º La morfología suave, a veces plana, de estos materiales es muy apta para el trazado, ya que elimina desmontes y terraplenes.
- 4.º Fácil acceso.
- 5.º Factor económico positivo en cuanto a que la expropiación debe ser relativamente barata por constituir estos grupos litológicos suelos áridos no cultivables a causa de estar travertinizados.

Las zonas poco recomendables para el trazado de autopistas son las que constituyen los aluviales (40 h) y terraza baja del río Ebro (40 i) y de sus afluentes principales, debido, entre otros, a los siguientes factores:

- 1.º Por estar poco consolidadas, constituidas por limos sobre gravas poco cementadas.
- 2.º Por constituir zonas de posibles hundimientos a causa de la interacción del nivel freático general, activo sobre el sustrato yesífero.
- 3.º Por ser zonas sujetas a inundaciones periódicas.
- 4.º Por constituir, desde el punto de vista económico, zonas muy aptas para la agricultura y elevado coste en las expropiaciones.

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

8.2. YACIMIENTOS Y CANTERAS

Son muchos los yacimientos granulares de fácil y provechosa explotación a lo largo de todo el tramo. De todos ellos recomendamos como grupo litológico más adecuado de explotación la terraza intermedia del Ebro (40 j) por los siguientes factores positivos:

1.º Por su gran extensión superficial y potencia que hace que el volumen sea ilimitado.

2.º Fácil acceso, pues gran parte de este extenso grupo litológico-geotécnico está muy próximo o está atravesado por una red importante de carreteras y ferrocarril.

3.º Por sus buenos caracteres granulométricos, buena selección con pudingas silíceas y calcáreas generalmente lavadas.

4.º No parecen presentar graves problemas técnicos para su explotación (pequeños desmontes 5-10 metros a cielo abierto).

5.º Por constituir terrenos de mal aprovechamiento para la agricultura, por lo que su expropiación resulta relativamente económica.

Estos caracteres positivos de este grupo litológico parecen que han sido ya advertidos desde hace tiempo, como lo demuestran las numerosas explotaciones de gravas sobre este nivel a través de todo el tramo.

Otros grupos litológicos que pueden ser explotados como yacimientos granulares son los aluviales del río Ebro (40 h), la terraza elevada (40 k), algunos afloramientos de rañas (36 a) y algunos frentes de glaciares de tipo conglomerático. Debido a que el grupo 40j está ampliamente distribuido a través de todo el tramo, pensamos que para las necesidades de las obras públicas son suficientes las graveras actuales y otras de posible explotación en dicho grupo. Se recomienda una prioridad, por los factores ya citados: la explotación de este grupo litológico.

Sobre masas canterables en el trazado de la autopista Zaragoza-Vascongadas, tramo Zaragoza-Tauste, no nos atrevemos a hacer ninguna recomendación por las siguientes observaciones:

1.º Las masas canterables, generalmente poco abundantes a través de todo el tramo, están casi todas ellas localizadas en la zona La Muela-Epila, que si es de fácil acceso para la autopista Madrid-Zaragoza, no lo es para la de Zaragoza-Tauste.

2.º Todas las masas susceptibles de explotación en cantera en las otras zonas del tramo no constituyen volúmenes considerables para su explotación ni resultarían económicas, por alternar esas masas canterables con otras más abundantes no utilizables (margas y margas yesíferas).

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

9. YACIMIENTOS Y CANTERAS

Las características de los yacimientos granulares y masas canterables han sido ya citadas numerosas veces a través de la presente memoria; en cuanto al orden prioritario para su explotación, hemos hecho algunas recomendaciones en el capítulo anterior, por lo que sólo nos queda aquí describir su situación, volumen, accesos, etc., para lo cual creemos que debe ser útil sintetizarlos en mapas reducidos en los que se visualice su situación, tipo de material, relación con los demás grupos litológicos y accesos desde las vías principales de comunicación, ya que en estas memorias no se acompañan los fotoplanos 1/25.000 y en los que todos estos caracteres están reflejados.

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

ZONA DE ZARAGOZA (fig. 47)

YACIMIENTOS GRANULARES

Estación	Situación	Grupos litológicos		Volumen	Observaciones
		1/25.000	1/50.000		
1	41°41'55" 2°47'00"	Dp	36a	ilimitado	
2	41°36'50" 2°45'40"	Dp	»	30.000	algo cementada
3	41°37'20" 2°45'50"	T ₃ GP + SM	40k	50.000	
4	41°39'40" 2°41'20"	c'4 + GM	37a	100.000	
5	41°38'35" 2°45'10"	T ₂ GP + SM	40j	100.000	
6	41°38'35" 2°45'40"	»	»	150.000	
7	41°39'20" 2°46'00"	»	»	100.000	
8	41°39'40" 2°44'10"	»	»	100.000	
9	41°39'40" 2°44'40"	»	»	150.000	
10	41°39'30" 2°42'35"	»	»	100.000	
11	41°39'40" 2°42'25"	»	»	50.000	
12	41°37'00" 2°49'35"	c'4 + GM	37a	100.000	algo cementada
13	41°36'05" 2°45'40"	T ₂ GP + SM	40j	50.000	
14	41°45'25" 2°49'30"	»	»	150.000	algo cementada
15	41°42'40" 2°40'20"	T ₁ GP + SM	40i	ilimitado	
16	41°42'30" 2°40'40"	»	»	»	
17	41°41'25" 2°42'35"	»	»	»	
18	41°41'10" 2°42'40"	»	»	»	
19	41°40'20" 2°44'30"	»	»	»	
20	41°39'50" 2°45'35"	»	»	»	
21	41°41'20" 2°45'00"	AGP + SM	40h	»	
22	41°42'25" 2°44'55"	»	»	»	
23	41°43'10" 2°43'05"	»	»	»	

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

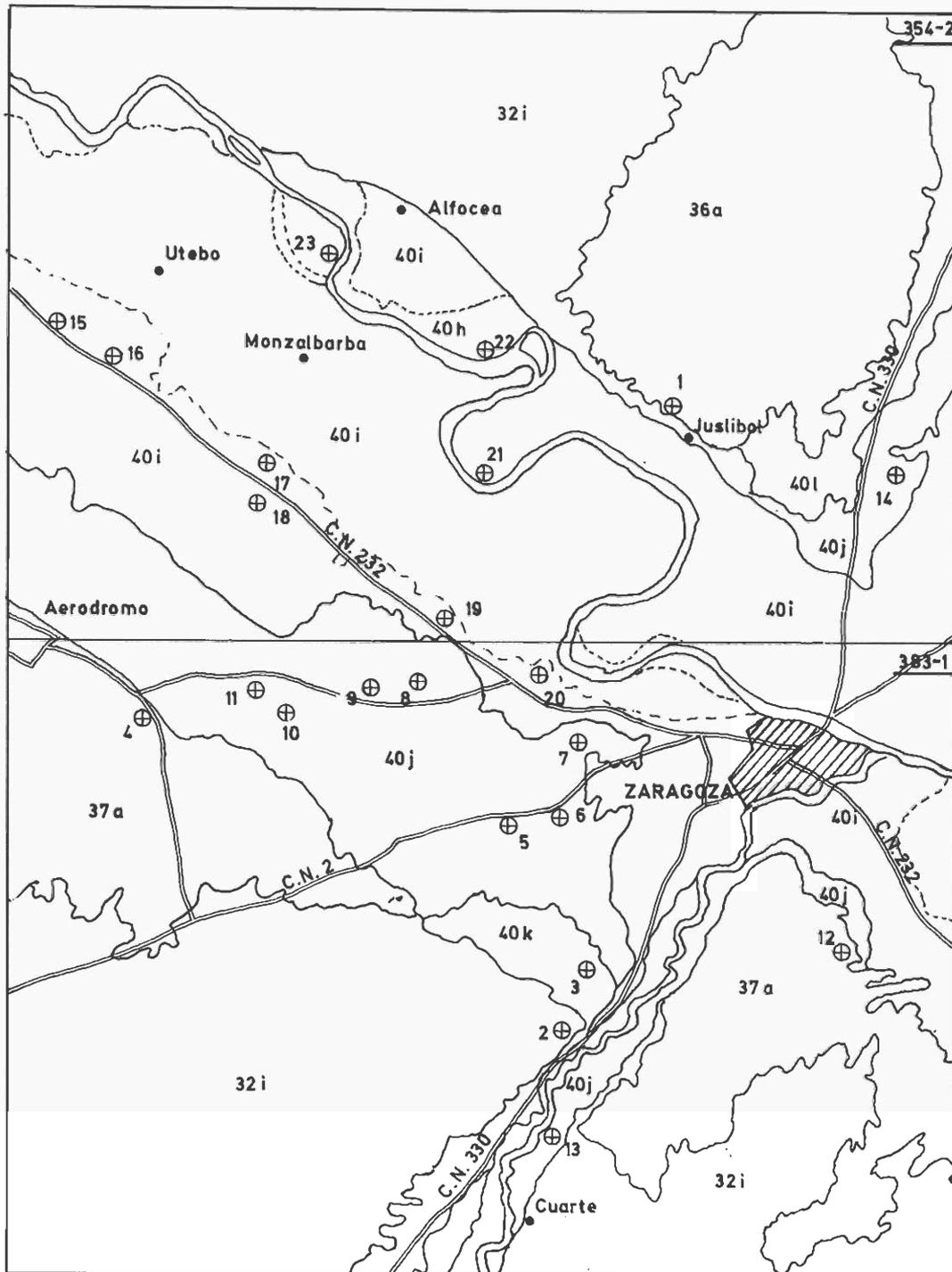


Fig. 47. Yacimientos granulares más importantes de la zona de Zaragoza

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

ZONA DE LA MUELA-EPILA (fig. 48)
YACIMIENTOS GRANULARES

Estación	Situación	Grupos litológicos		Volumen	Observaciones
		1/25.000	1/50.000		
1	41°37'20" 2°22'25"	Dp	36a	50.000	
2	41°36'30" 2°22'40"	.	.	50.000	
3	41°39'55" 2°25'10"	c'(Qt)/T ₂ GP	40 l	40.000	algo cementada
4	41°36'40" 2°21'20"	c'4 + GP	40e	25.000	
5	41°37'10" 2°21'20"	.	.	25.000	

CANTERAS

1	41°35'45" 2°35'35"	Qc (Qm)	32a	ilimitado	Caliza compacta
2	41°38'30" 2°27'20"	.	.	50.000	.

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

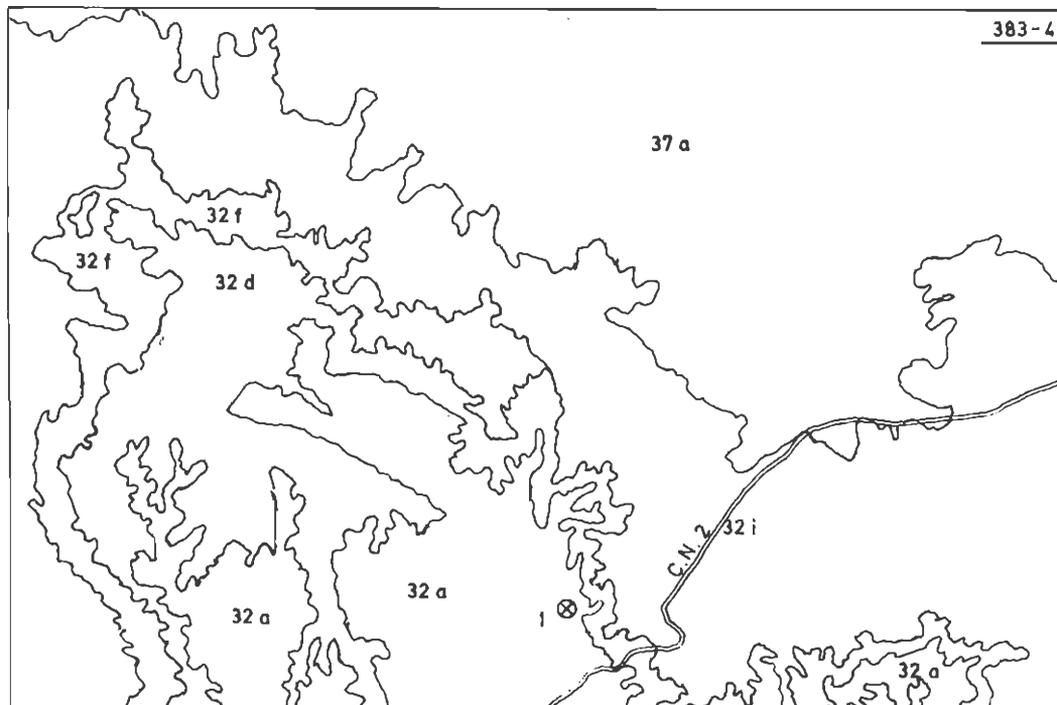
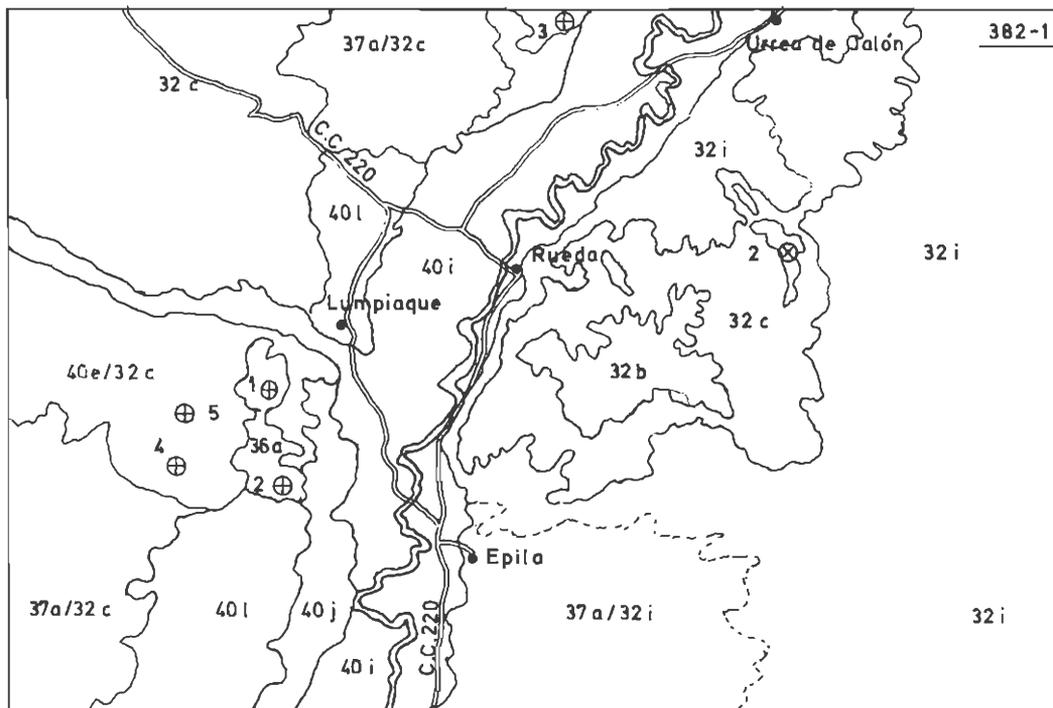


Fig. 48. Yacimientos granulares y canteras más importantes de la zona de La Muela-Epila

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

ZONA DE ALAGON (fig. 49)
YACIMIENTOS GRANULARES

Estación	Situación	Grupos litológicos		Volumen	Observaciones
		1/25.000	1/50.000		
1	41°41'00" 2°37'30"	T ₃ GP + SM	40k	100.000	algo cementada
2	41°42'10" 2°39'05"	T ₂ GP + SM	40j	200.000	•
3	41°42'50" 2°37'30"	•	•	150.000	•
4	41°43'20" 2°35'50"	•	•	100.000	•
5	41°44'20" 2°34'25"	•	•	100.000	•
6	41°44'50" 2°33'40"	•	•	150.000	•
7	41°44'15" 2°32'30"	•	•	50.000	•
8	41°42'45" 2°30'35"	•	•	30.000	•
9	41°45'50" 2°31'25"	c'(Qt)/T ₂ GP	40l	150.000	cementada
10	41°45'55" 2°30'25"	•	•	150.000	•
11	41°45'05" 2°34'00"	T ₁ GP + SM	40 l	200.000	
12	41°44'50" 2°35'45"	•	•	200.000	
13	41°44'30" 2°36'35"	•	•	150.000	
14	41°43'00" 2°39'50"	•	•	ilimitado	
15	41°45'20" 2°34'05"	T ₁ 4/GP + SM	•	•	
16	41°47'05" 2°30'55"	•	•	•	
17	41°45'15" 2°39'40"	AGP + SM	40h	100.000	
18	41°45'35" 2°39'00"	•	•	200.000	
19	41°46'50" 2°37'20"	•	•	100.000	
20	41°47'50" 2°34'30"	•	•	100.000	
21	41°47'10" 2°32'40"	•	•	100.000	
22	41°47'15" 2°32'25"	•	•	100.000	
23	41°47'25" 2°31'45"	•	•	200.000	
24	41°48'55" 2°31'05"	•	•	200.000	
25	41°49'15" 2°30'10"	•	•	200.000	

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

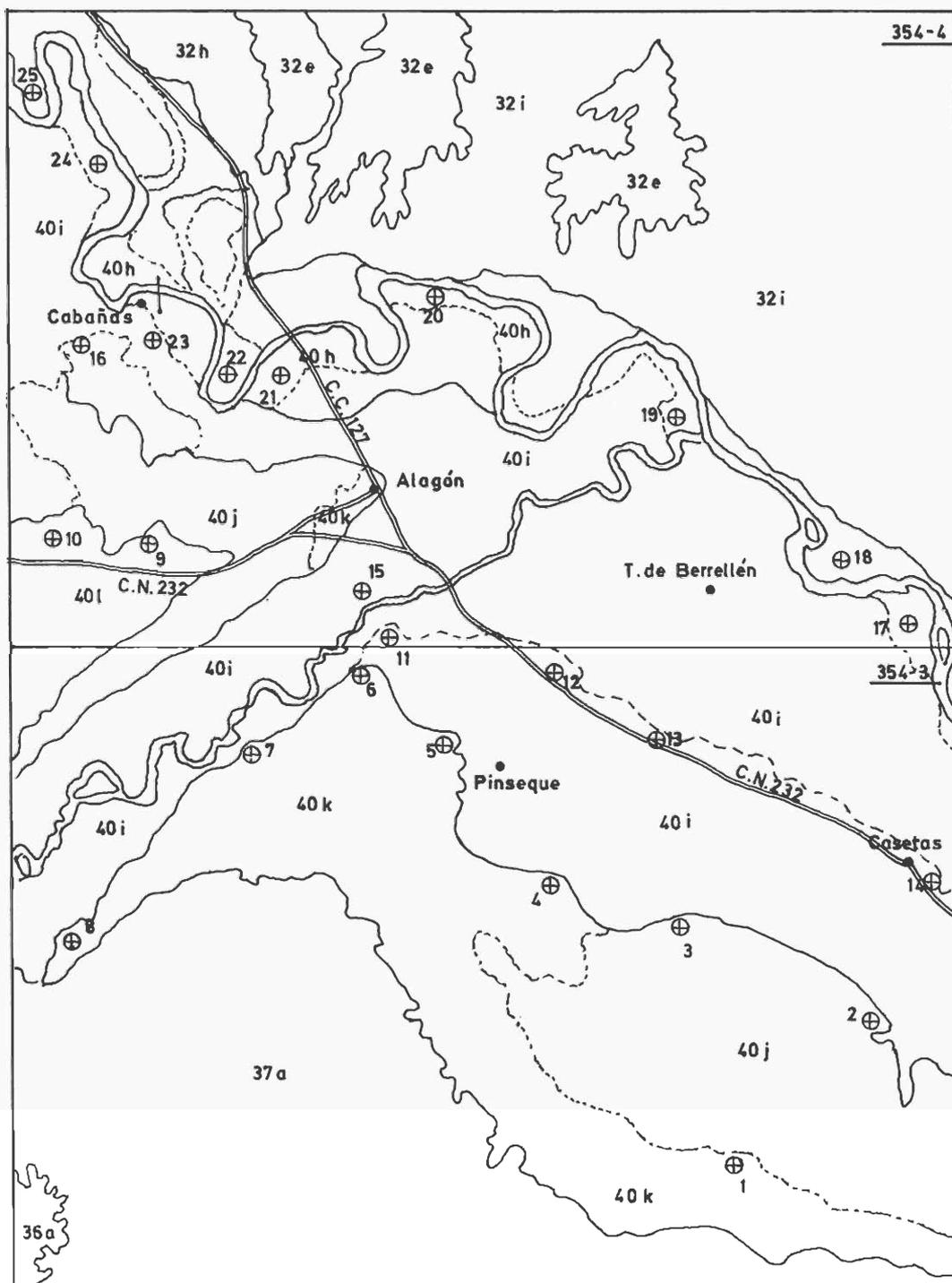


Fig. 49. Yacimientos granulares más importantes de la zona de Alagón

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

ZONA DE GALLUR (fig. 50)

YACIMIENTOS GRANULARES

Estación	Situación	Grupos litológicos		Volumen	Observaciones
		1/25.000	1/50.000		
1	41°45'40" 2°28'35"	c'GP + SM	37a	100.000	algo cementada
2	41°50'30" 2°20'55"	•	•	100.000	•
3	41°50'30" 2°20'15"	•	•	50.000	•
4	41°46'35" 2°27'30"	c'(Qt)T ₂ GP	40l	200.000	•
5	41°47'20" 2°26'30"	•	•	50.000	•
6	41°48'20" 2°25'50"	T ₂ GP + SM	40j	50.000	•
7	41°50'35" 2°23'15"	•	•	150.000	•
8	41°51'55" 2°22'20"	•	•	100.000	•
9	41°49'15" 2°27'35"	T ₁ 4/GP + SM	40i	ilimitado	
10	41°49'40" 2°27'00"	•	•	•	
11	41°50'15" 2°26'20"	•	•	•	
12	41°49'10" 2°28'30"	AGP + SM	40h	100.000	
13	41°49'20" 2°29'35"	•	•	100.000	
14	41°50'10" 2°27'35"	•	•	200.000	
15	41°50'40" 2°27'10"	•	•	300.000	
16	41°51'05" 2°26'55"	•	•	100.000	
17	41°51'20" 2°27'05"	•	•	200.000	
18	41°51'40" 2°27'00"	•	•	100.000	
19	41°51'50" 2°23'15"	T ₁ 4/GP + SM	40i	ilimitado	
20	41°53'55" 2°21'30"	AGP + SM	40h	200.000	
21	41°54'40" 2°21'05"	•	•	200.000	
22	41°54'30" 2°22'45"	T ₁ GP + SM	40i	ilimitado	
23	41°54'50" 2°22'05"	•	•	•	

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

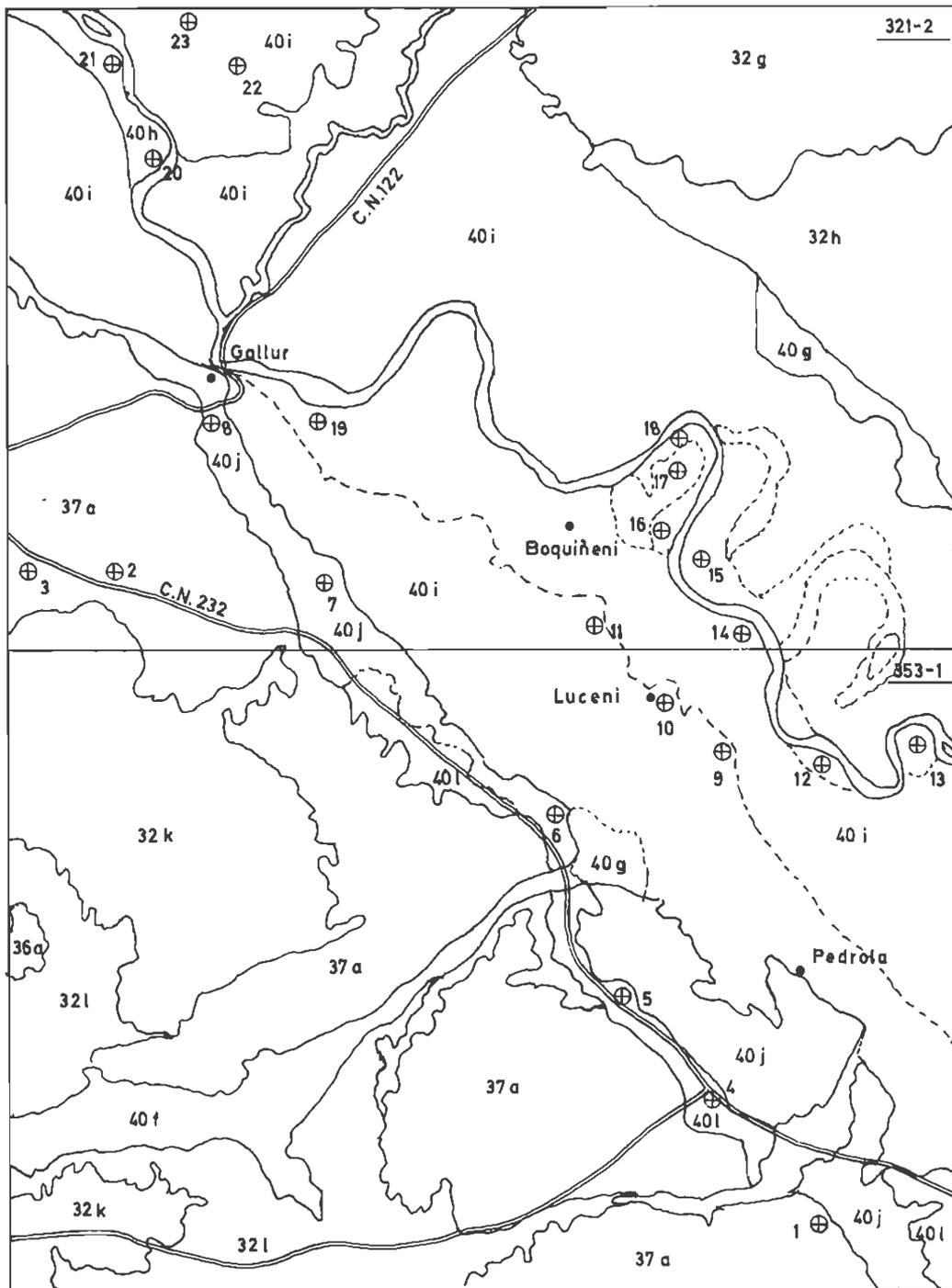


Fig. 50. Yacimientos granulares más importantes de la zona de Gallur

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

ZONA DE MALLEN (fig. 51)
YACIMIENTOS GRANULARES

Estación	Situación	Grupos litológicos		Volumen	Observaciones
		1/25.000	1/50.000		
1	41°53'15" 2°18'45"	T ₂ GP + SM	40j	150.000	algo cementada
2	41°53'35" 2°17'40"	▸	▸	100.000	▸
3	41°53'50" 2°17'15"	▸	▸	50.000	▸
4	41°55'30" 2°14'40"	▸	▸	150.000	▸
5	41°57'10" 2°13'30"	▸	▸	200.000	▸
6	41°58'50" 2°11'55"	▸	▸	200.000	▸
7	41°59'05" 2°10'40"	▸	▸	ilimitado	▸
8	41°58'30" 2°13'00"	T ₁ 4/GP + SM	40i	▸	
9	41°59'20" 2°14'00"	A/GP + SM	40h	300.000	
10	41°58'05" 2°15'50"	▸	▸	200.000	
11	41°57'30" 2°17'30"	▸	▸	100.000	
12	41°56'50" 2°18'00"	▸	▸	200.000	
13	41°56'20" 2°17'50"	▸	▸	150.000	
14	41°55'50" 2°18'30"	▸	▸	100.000	
15	41°54'55" 2°19'30"	▸	▸	100.000	

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

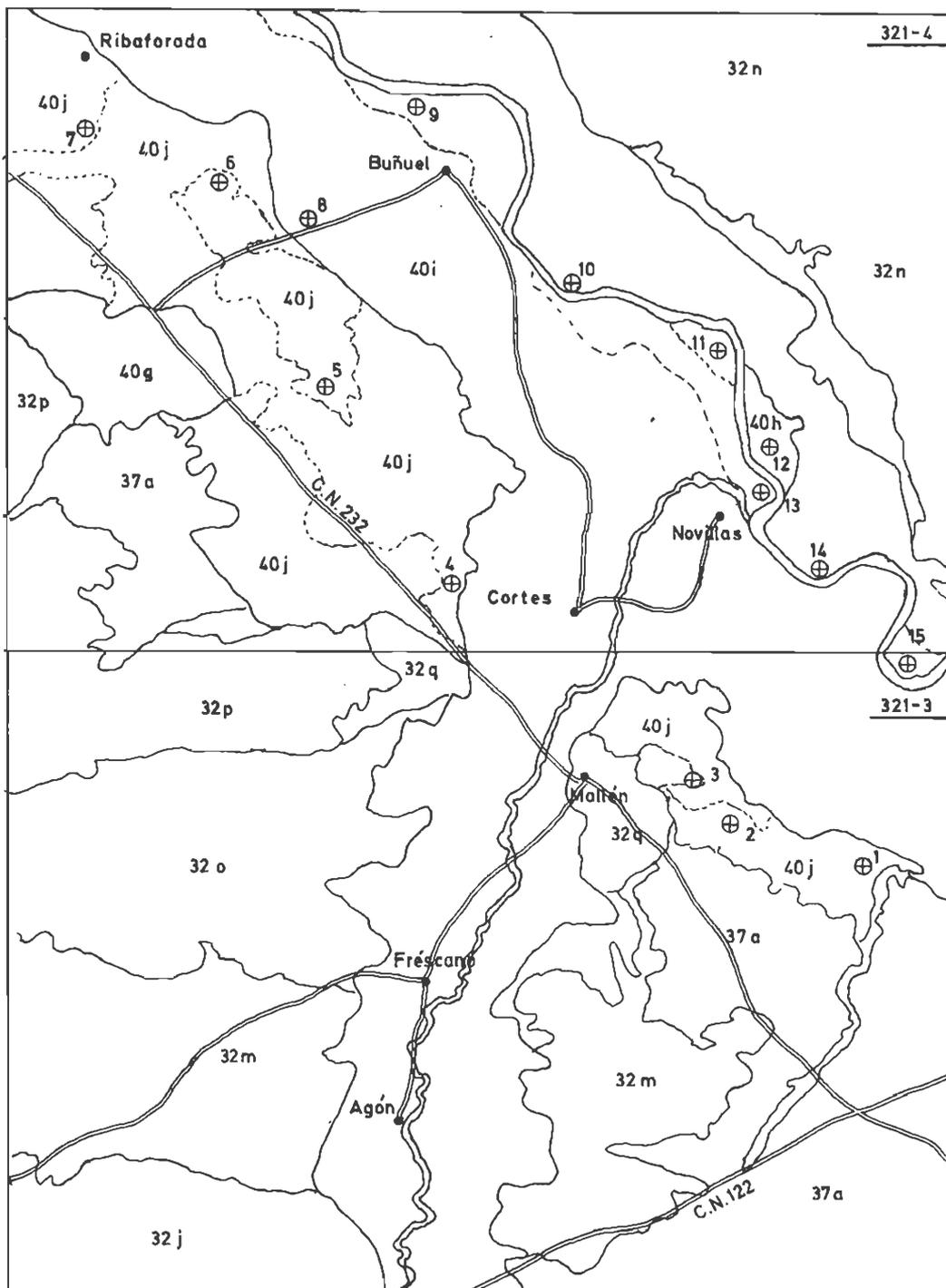
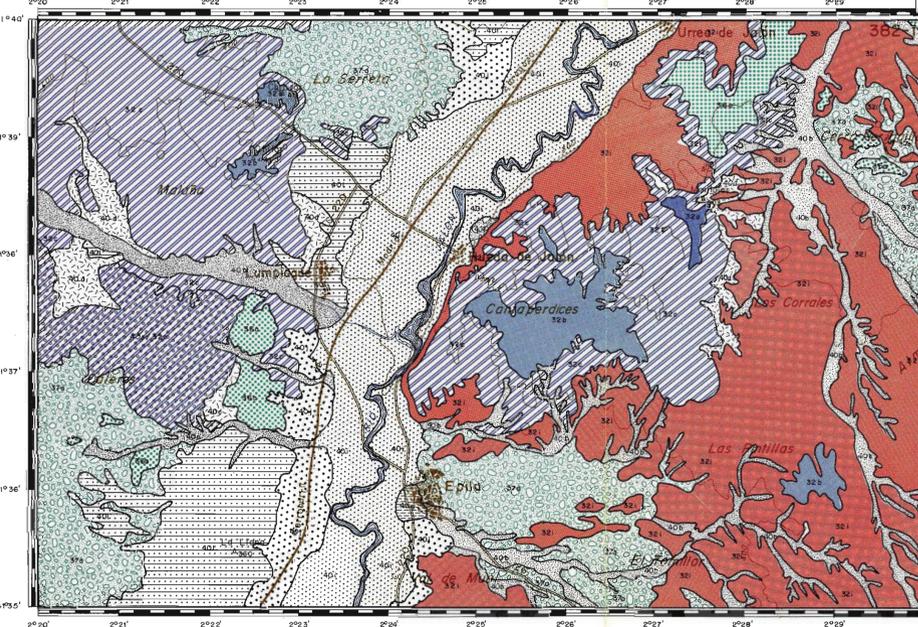
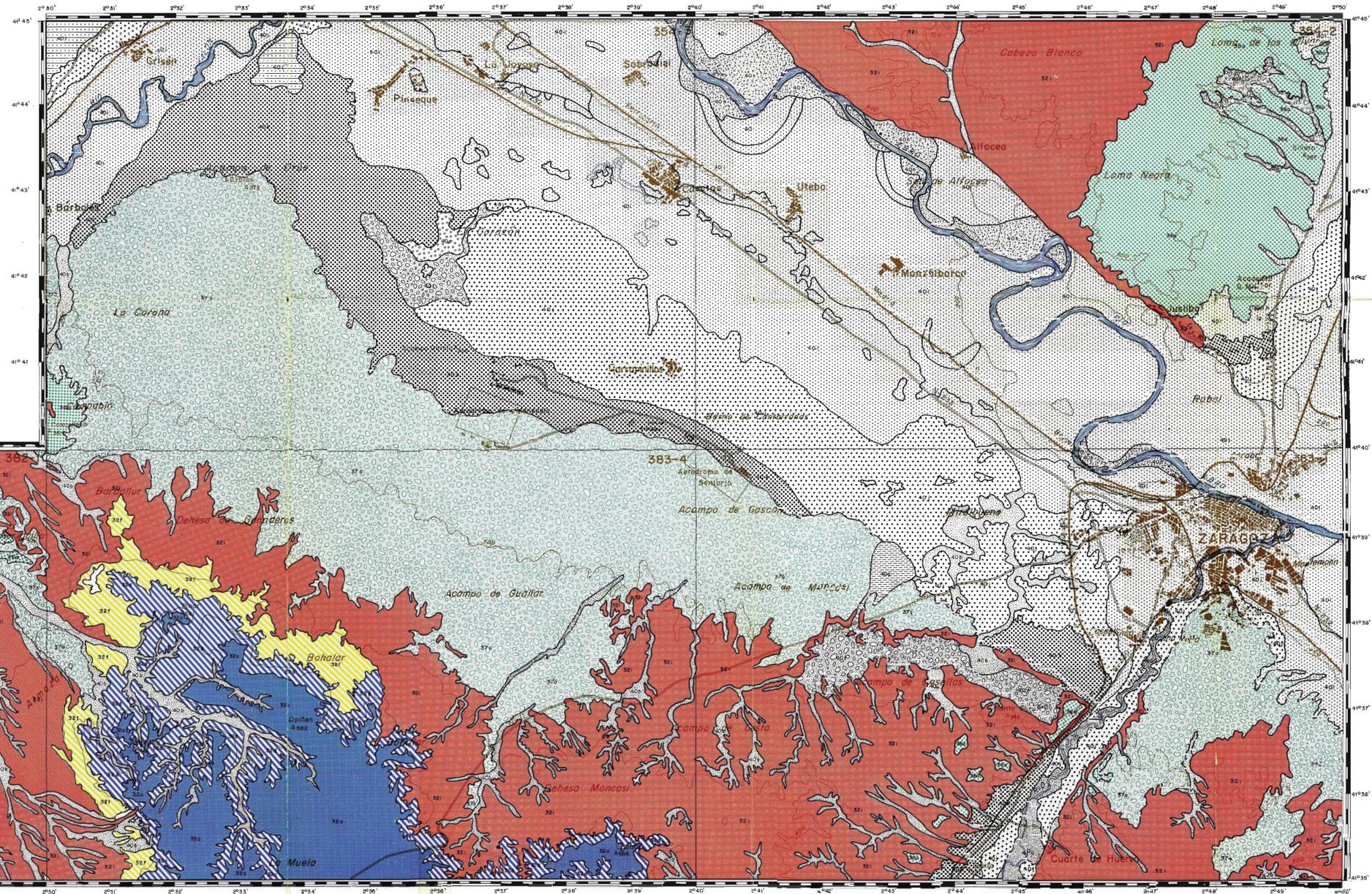
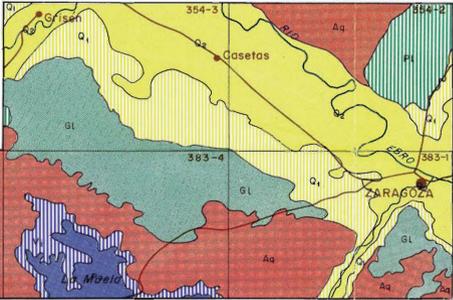


Fig. 51. Yacimientos granulares más importantes de la zona de Mallén

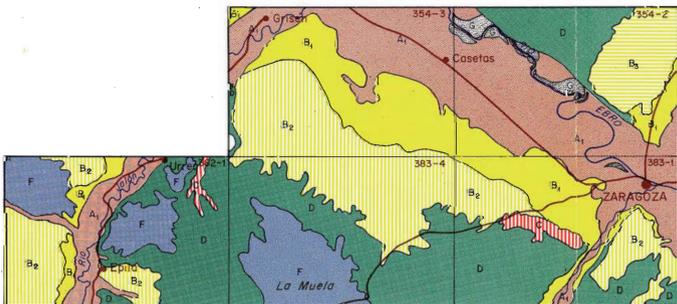
MAPA GEOLOGICO.- Escala, 1:200.000

- Q₂** CUATERNARIO- Aluviales, coluviales y terrazas bajas poco consolidadas
- Q₁** CUATERNARIO- Terrazas y terrazas-glaciares consolidadas
- Gl** PLIOCENARIO- Glaciares limo-arcillosos con brechas calcáreas
- H** PLIOCENO- Pudings silíceos
- P₂** PONTIENSE- Calizas de páramo
- V** VINDOBONIENSE- Margas, calizas y yesos
- Aq** AQUITANIENSE- Yesos, margas y arcillas



MAPA ESQUEMATICO GEOTECNICO.- Escala, 1:200.000

- A₁** Terrazas poco o nada consolidadas (limos sobre gravas y arenas y probables arcillas con materia orgánica) sobre yesos y margas yesíferas. Existencia de hundimientos del terreno a causa de la halocinesis de las masas salinas por estar el nivel freático próximo a la superficie. Son inundables. Ripables.
- B₁** Terrazas y glaciares-terrazas consolidadas que constituyen plataformas bastante estables al estar cementadas y fosilizadas por costras travertínicas, por lo que no deben presentar problemas geotécnicos. No inundables. Ripables en un 50 por 100.
- B₂** Coluviales de tipo glaciar que forman laderas de suave pendiente, constituidas por depósitos terrígenos muy mal clasificados y más o menos travertinizados. No presentan en general problemas de estabilidad, salvo en las cotas, que son menos compactas. Ripable las partes altas, poco ripable los frentes (parte baja).
- B₃** Pudings silíceos (rañas) que ocupan cotas superiores a los grupos anteriores. Están medianamente cementadas, por lo que pueden originar problemas de deslizamientos muy localizados.
- C** Suelos aluviales-coluviales arcillosos-yesíferos, plásticos sobre yesos y margas yesíferas. Terrenos de mala calidad, no aptos para apoyos y cimentación.
- D** Yesos alabastrinos compactos con algunos limos y margas yesíferas. Son bastante estables, admitiendo taludes verticales (hasta 60 metros) y soportando grandes cargas. En contacto con niveles acuíferos pueden producirse hundimientos (vega baja) y deslizamientos (margen izquierda del Ebro), a causa de la erosión lateral del río Ebro sobre estos materiales. Poco ripables, excepto los tramos margo-arcillosos.
- F** Calizas y margas calcáreas con yesos. Terrenos que forman plataformas, con taludes estables bastante acusados. Peligro de pequeños desprendimientos a causa de la fisuración y por descansar sobre terrenos blandos, margosos y yesíferos.
- S** Depósitos aluviales de gravas y arenas del Ebro que constituyen el lecho fluvial, parte del año inundado. Totalmente ripables.



RECUBRIMIENTOS CUATERNARIOS NO CONSOLIDADOS

- 31a** Aluviales limo-areniscosos de los afluentes del Ebro, poco o nada plásticos. Drenaje mediano.
- 40b** Aluviales limosos y arcillo-yesíferos sobre yesos y margas yesíferas, suelos de muy mala calidad, con plasticidad elevada y mal drenaje.
- 40c** Depósitos lagunares limo-arcillosos algo plásticos.
- 40d** Coluviales poco potentes fundamentalmente limosos, con variable contenido de material arenoso y arcilloso. Drenaje deficiente.
- 40e** Coluviales poco potentes, constituidos por pudings calco-silíceos con matriz limosa procedentes de glaciares y rañas erosionadas. Suelos poco potentes y suelos.
- 40f** Depósitos de fondo de valle de tipo aluvial-coluvial mal clasificados, constituidos por pudings y brechas poligénicas con abundante matriz fina arenolimosa y algunas veces con materia arcillo-orgánica. Drenaje deficiente y baja capacidad portante.
- 40g** Conos de deyección de caracteres análogos al grupo 40a.
- 40h** Aluviones actuales del río Ebro y afluentes principales, constituidos por pudings calcáreas, a veces calco-silíceos, y abundante matriz arenosa. Buen drenaje. Origen buenos yacimientos granulares al estar nada consolidados.
- 40i** Terraza baja del Ebro, potente (8-20 metros) y de gran extensión transversal (hasta 4 kilómetros por margen), constituida por 2 a 4 metros de limos sobre pudings poligénicas calco-silíceas. Ripabilidad alta. Peligro de hundimientos a causa de la acción de las aguas freáticas sobre el sustrato yesífero.
- 40j** Terraza intermedia del Ebro medianamente cementada de variable potencia, 4 a 10 metros, de litología poligénica: pudings calcáreas en el área de Zaragoza, calco-silíceas y silíceas hacia el NW. Por su ripabilidad, granulometría y fácil explotación, constituye el grupo más importante en todo el tramo como yacimientos granulares. Capacidad portante de mediana a buena.
- 40k** Terraza elevada del Ebro de naturaleza muy similar a la anterior (40j). A causa de su menor extensión y potencia, añadido a que muchas veces se indenta en los glaciares, constituye yacimientos granulares de menor importancia. Buena capacidad portante. Ripables en un 75 a un 25 por 100.
- 40l** Terraza-glaciares que puede corresponderse estratigráficamente con los grupos 40j y 40k, constituida por pudings calco-silíceos con matriz terrígena travertinizada. Buena estabilidad y capacidad portante. Ripable de un 50 a un 25 por 100.

GLACIAR Y RAÑAS CONSOLIDADAS

- 31b** Glaciares constituidos por brechas calcáreas y pudings silíceos con abundante matriz terrígena. Recubrimientos extensos de suave pendiente que por estar algo cementados y travertinizados presentan buena estabilidad y capacidad portante.
- 31c** Pudings silíceos con matriz limo-arenosa medianamente cementada. Ripable. Pueden constituir yacimientos granulares importantes (Juslibo). Capacidad portante de mediana a buena.

FORMACIONES CALCO-MARGOSAS.-

- 32a** Calizas, alternando con calizas margosas de las plataformas periféricas (La Muela). Estable en taludes acusados. Buena capacidad portante. Ripabilidad baja, menos del 20 por 100.
- 32b** Calizas margosas y margas calcáreas con nódulos de sílex. Buena estabilidad y capacidad portante. Poco ripable, del 20 al 40 por 100.

- 32c** Margas calcáreas con intercalaciones margosas y frecuentes hiladas y nódulos de sílex. Buena estabilidad y capacidad portante. Ripabilidad baja (del 20 al 40 por 100). Peligro de desprendimientos por descansar sobre yesos y margas yesíferas más erosionables (zona de Epila).
- 32d** Margas, alternando o intercalando margas calcáreas, y algunos yesos. Estabilidad mediana, ya que al descansar sobre las formaciones yesíferas (32) pueden producirse desprendimientos. Capacidad portante buena. Ripable los tramos margosos y yesíferos (hacia la base).

FORMACIONES YESIFERAS

- 32e** Margas yesíferas y limos yesíferos que corresponden al techo de la formación yesífera de Zaragoza. Ripable. Capacidad portante y estabilidad aceptables. Ripable. Problemas a causa de acuíferos colgados agresivos.
- 32f** Potente conjunto, constituido por yesos alabastrinos compactos arenosos con limos yesíferos y algunas margas yesíferas. Estabilidad buena en taludes acusados. Poco ripable. Buena capacidad portante. Drenaje deficiente. Pueden presentarse problemas geotécnicos en las zonas de aguas freáticas: hundimientos en terrazas por disolución y emigración de los sulfatos del sustrato.



COLUMNA ESTRATIGRAFICA

CUATERNARIO

- 40 a
- 40 b
- 40 c
- 40 d
- 40 e
- 40 f
- 40 g
- 40 h
- 40 i
- 40 j
- 40 k
- 40 l

PLIOCENARIO

- 36 a

PONTIENSE

- 32 a

VINDOBONIENSE

- 32 b
- 32 c
- 32 d

AQUITANIENSE

- 32 f
- 32 i

