



estudio previo de terrenos



Corredor del sur

TRAMO : LA CAROLINA - ANDUJAR

MOP

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

73-05

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

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

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

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

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

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

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

ESTUDIO PREVIO DE TERRENOS

CORREDOR DEL SUR
TRAMO: LA CAROLINA – ANDUJAR

Estudio 73/5

FECHA DE EJECUCION: DICIEMBRE 1973

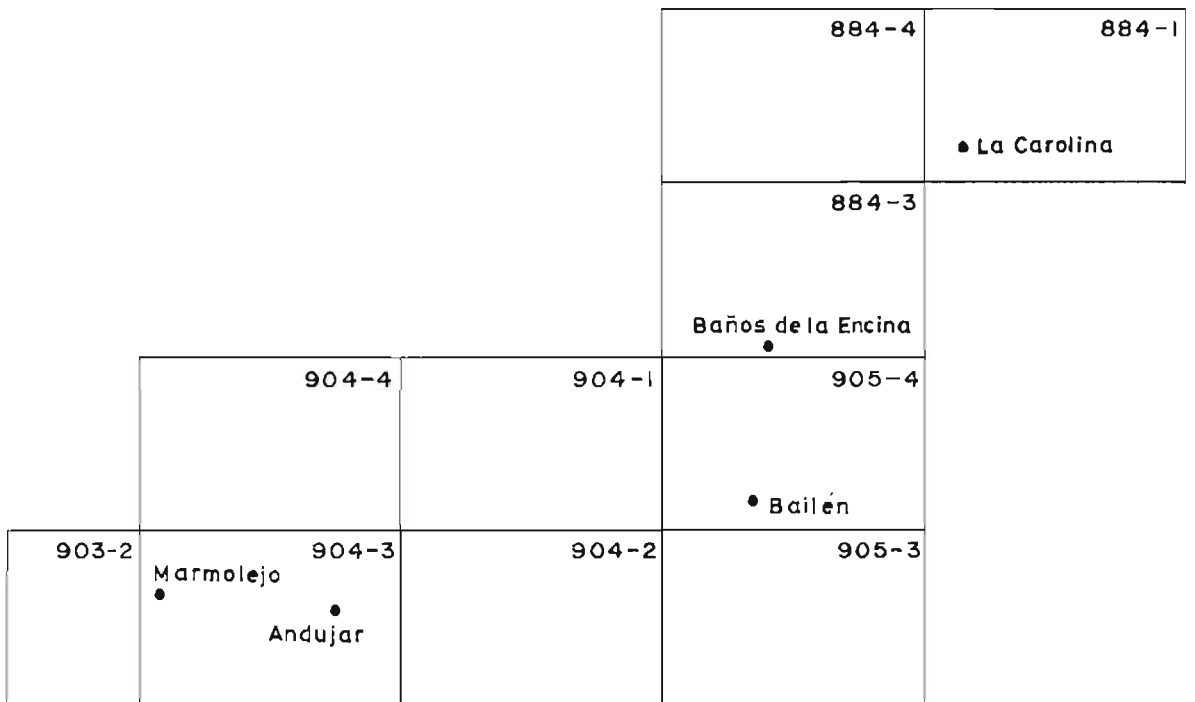


Fig. 1. Esquema del tramo.

INDICE

	Pág.
1. INTRODUCCION	
2. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO	3
2.1. GEOMORFOLOGIA	3
2.1.1. Caracteres generales	3
2.1.2. Unidades geomorfológicas	3
2.2. TECTONICA	8
2.3. ESTRATIGRAFIA	11
2.3.1. Introducción	11
2.3.2. Columna estratigráfica	13
a) Paleozoicos y Triásicos	13
b) Terciario y Cuaternario	14
2.3.3. Geología histórica del Tramo	15
2.4. ESTUDIO DE SUELOS Y RECUBRIMIENTOS	16
2.5. GRUPOS GEOTECNICOS	18
3. ESTUDIO DE ZONAS	21
3.0. ZONAS DE ESTUDIO	21
3.1. ZONA NOROESTE	21
3.1.1. Geomorfología y Tectónica	21
3.1.2. Columna estratigráfica	22
3.1.3. Grupos geotécnicos	22
3.1.4. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la zona	32
3.2. ZONA SURESTE	32
3.2.1. Geomorfología y Tectónica	32
3.2.2. Columna estratigráfica	34
3.2.3. Grupos geotécnicos	35
3.2.4. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la zona	50

	Pág.
4. CONCLUSIONES GEOTECNICAS	52
4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS	52
4.1.1. Zona Noroeste	52
4.1.2. Zona Sureste	53
4.2. CORREDORES SUGERIDOS	57
5. ESTUDIO DE YACIMIENTOS	59
5.0. INTRODUCCION	59
5.1. CANTERAS	59
5.2. GRAVERAS	59
6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	62

1. INTRODUCCION

Este Estudio Previo de Terrenos, corresponde al tramo "La Carolina-Andújar" del Corredor del Sur.

El tramo comprende los siguientes cuadrantes de las hojas del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000 (Fig. 1).

Hojas 1/50.000	Cuadrantes
884 La Carolina	1, 3 y 4
905 Linares	3 y 4
904 Andújar	1, 2, 3 y 4
903 Montoro	mitad E del 2.

La memoria comprende una síntesis litológica, estratigráfica y morfológica, que se utiliza como base para el estudio geotécnico del tramo.

Acompañan a esta memoria dos planos conteniendo cada uno de ellos un mapa litológico-estructural a escala 1:50.000 así como cuatro esquemas a escala 1:200.000 donde vienen expresadas las características morfológicas, geológicas y geotécnicas así como los suelos y formaciones de pequeño espesor de la región estudiada, con sus leyendas correspondientes.

Han intervenido en la supervisión y realización de este estudio:

Dirección General de Carreteras
Subdirección General de Normas Técnicas y Prospecciones
Sección de Geotecnia y Prospecciones

Antonio Alcaide Pérez, doctor ingeniero de Caminos.

José Antonio Hinojosa Cabrera, ingeniero de Caminos.

María Concepción Bonet Muñoz, doctor en Ciencias Geológicas.

Gemat S.L.:

S. Fernández Blanco, ingeniero de Caminos.

Salvador Ordóñez Delgado, licenciado en Ciencias Geológicas.

2. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO

2.1. GEOMORFOLOGIA

2.1.1. CARACTERES GENERALES

Los caracteres geomorfológicos del tramo vienen dados por las dos grandes unidades geológicas que lo forman y por la acción sobre ella de los agentes modeladores del relieve. En la parte noroeste del tramo los materiales pizarrosos y graníticos, con una gran complejidad estructural, proporcionan unas características geomorfológicas muy diferentes de las de la zona sureste del mismo, caracterizadas por sedimentos más o menos modernos con estructuras sencillas. En esta zona sureste se hacen notar los efectos de la evolución del río Guadalquivir y de sus afluentes, que configuran y determinan la geomorfología de la misma.

De lo anteriormente expuesto se deduce la necesidad de dividir el tramo en dos zonas:

Zona noroeste, caracterizada por dar los relieves más fuertes, con amplia influencia de las estructuras y presencia de materiales pizarrosos y graníticos.

Zona sureste, con relieves tabulares, donde las características morfológicas vienen influidas en gran manera por la naturaleza litológica del subsuelo y por procesos edafogenéticos, con escasa influencia de las estructuras.

Ambas zonas, como se refleja en el corte de la figura 2, están separadas por la falla de Guarromán. En el ángulo suroeste del tramo el contacto entre ambas zonas es transgresivo y no mecanizado en general.

2.1.2. UNIDADES GEOMORFOLOGICAS

Dentro de las zonas señaladas en el apartado anterior podemos distinguir las siguientes unidades geomorfológicas:

ZONA NOROESTE

- a) Relieve en materiales cuarcíticos.
- b) Plataformas pre-triásicas.
- c) Valles profundos encajados en las plataformas pretriásicas.

ZONA SURESTE

- d) Relieves exhumados.
- e) Relieves tabulares.
- f) Relieves con flujo de terrenos.
- g) Glacis post-mioceno.
- h) Terrazas y aluviales.

a) **Relieves en materiales cuarcíticos**

La naturaleza de los materiales del Ordovícico (al norte del tramo) es extremadamente variable, tanto composicionalmente como desde el punto de vista de su alterabilidad y erosionabilidad; ésto condiciona el hecho de que los agentes del modelado actúen diferencialmente dando unos relieves marcados, fundamentalmente por la presencia de rocas silíceas, que dan formas positivas, estando las vaguadas y valles excavados en rocas pizarro-pelíticas. Estos materiales tan heterogéneos impiden el desarrollo del proceso de peneplanización del que luego hablaremos, observable en los otros materiales paleozoicos.

b) **Plataformas pretriásicas**

La litología homogénea de los amplios pizarrales, de posible edad Carbonífera, así como de las rocas graníticas y granitizadas, condiciona el desarrollo de una plataforma de edad pretriásica (Fig. 3). Esta edad viene condicionada por la de las series rojas que aparecen en la base de las formaciones postpaleozoicas, que han sido atribuidas siempre al Trías, extremo éste que no podemos asegurar dado su carácter azoico, así como la escasa posibilidad de establecer una correlación litoestratigráfica con otras zonas. Esta plataforma estaría situada a una cota de unos 600 m en la parte más septentrional descendiendo suavemente hacia el sur. Así en Baños de la Encina sólo se alcanzan los 480 m y sin embargo en la parte norte de Andújar la plataforma se mantiene aproximadamente en la cota primeramente citada.

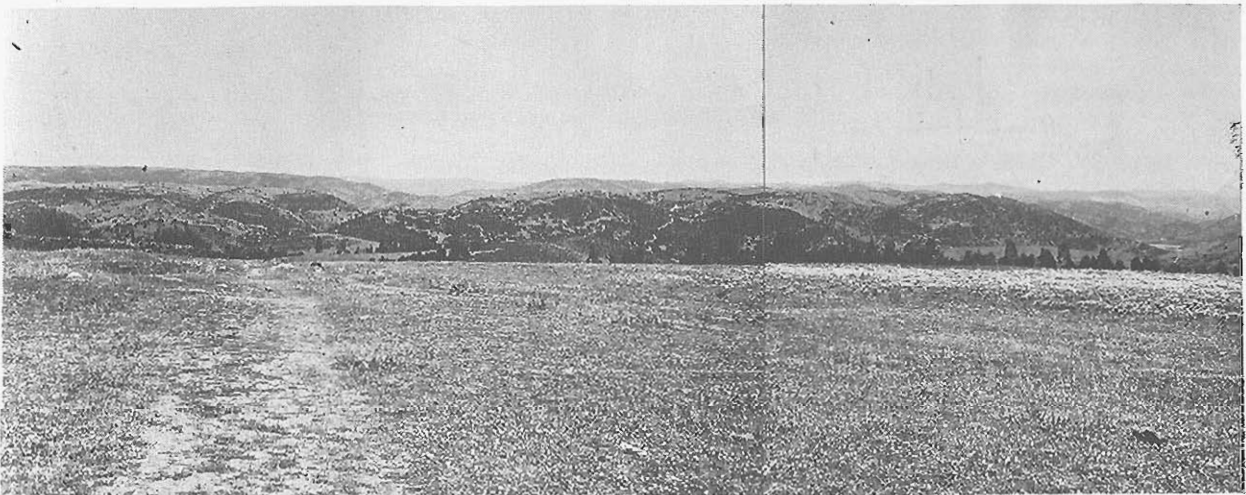


Fig. 3. Aspecto general de las "plataformas pre-triásicas" con los valles encajados en ellas.

c) Valles profundos encajados en las plataformas pretriásicas

La particular configuración de la plataforma pretriásica, suavemente inclinada hacia el sur, así como el rápido encajamiento del río Guadalquivir sobre unos materiales erosionables, condicionan el rápido descenso del nivel de base regional y, con ello el que se formen profundos valles (Fig. 3) que corren del norte a sur, sólo interrumpidos por alguna estructura de edad hercínica o alpina. Estos valles son muy diferentes según el tipo de materiales en que se desarrollan; así los que se asientan en materiales graníticos dan valles asimétricos, de laderas prácticamente verticales, y los que se asientan sobre pizarras dan valles un poco más abiertos y de laderas más suaves.

d) Relieves exhumados

Aunque exactamente este término no se ha aplicado con todo rigor científico, nos referimos a restos, de la antigua plataforma, un tanto erosionados, que afloran en la actualidad debido a haber sido desmontada la cobertera por los cauces actuales.

e) Relieves tabulares

En toda la zona desde La Carolina hasta Jabalquinto, la estructura horizontal de los miocenos marinos da una perfecta superficie plana sólo interrumpida por los valles de los grandes ríos, originando unos magníficos ejemplos de relieve en graderío condicionado por la litología diferencial (tramos blandos y duros), que cabecean suavemente hacia el valle. Estos relieves tabulares han servido en muchos casos como asientos de niveles de aterramiento y van desapareciendo hacia el este, siendo poco a poco sustituidos por relieves con flujo de terrenos (cuando los materiales con litología diferencial de los terciarios marinos son sustituidos por otros más plásticos y homogéneos), existiendo todos los tránsitos intermedios entre unos y otros.

f) Relieves con flujo de terrenos

Los materiales del mioceno marino en la zona de Villanueva de la Reina tienen unas características de plasticidad tales que son frecuentes en ellos las coladas o flujos de terreno. Allí donde la acción de los agentes morfológicos favorecen aún más este flujo, este carácter se aumenta originando auténticos deslizamientos.

La superficie morfológica está formada por unas sucesiones de formas cóncavas y convexas que descienden a lo largo de laderas muy tendidas (Fig. 4).

g) Glacis post-mioceno

Una serie de materiales fangloméricos rojizos definen un glacis de sedimentación que va desde la cota de 500 m, al noreste de la hoja 904 de Andújar, pasando por una altura de unos 460 m al norte de Bailén y

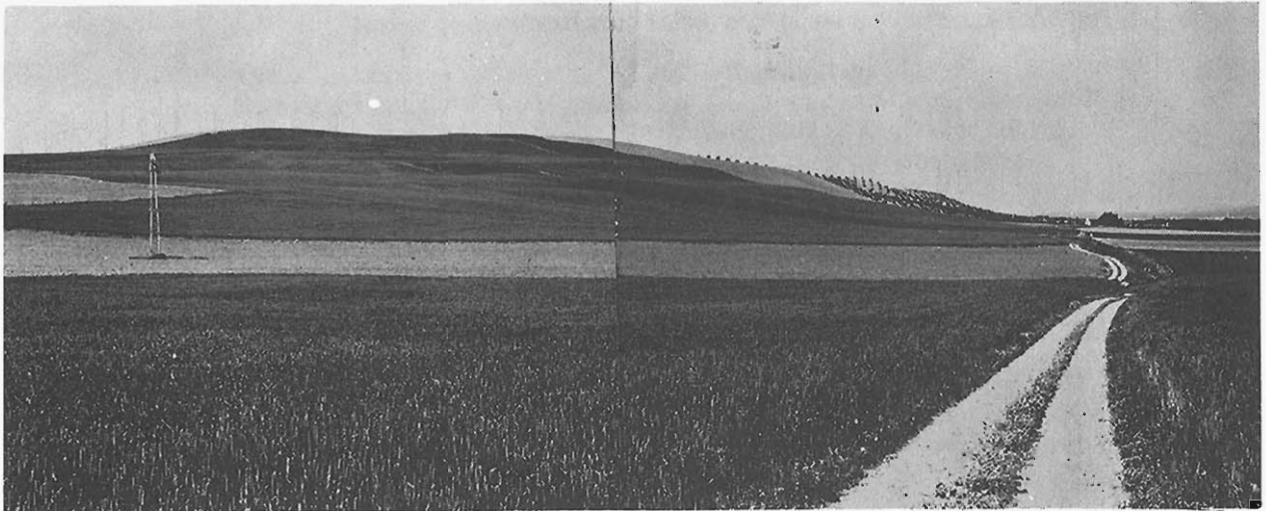


Fig. 4. Relieves con flujo de terrenos, al sur del tramo.
(Villanueva de la Reina).

alcanzando cotas aún más bajas hacia el sur. Esta superficie está ampliamente afectada por procesos edáficos, estando cementada por carbonatos allí donde su pendiente es menor y la naturaleza de los materiales lo permite.

Se han encontrado depósitos de este tipo, no señalados en la cartografía, en la carretera que va a la Presa del Embalse del río Jándula desde la Carretera local de Andújar al Santuario de la Virgen de la Cabeza, a una cota de unos 600 m, lo cual parece indicar la gran importancia que debió tener esta superficie, en cuanto a extensión se refiere.

h) Terrazas y aluviales

El río Guadalquivir y sus afluentes tienen una gran influencia sobre la morfología actual de la parte meridional del tramo.

La evolución de la red de drenaje queda reflejada en los aterrazamientos a diversas alturas enlazando la primera terraza con el nivel de los glaciares pliocenos.

Independiente del significado geomorfológico y sedimentario, los niveles definidos por las terrazas representan zonas estables o estabilizadas de gran importancia geotécnica.

Se pueden definir, de más antiguos a más modernos, los siguientes aterrazamientos:

1. Con cotas que oscilan entre 80-90 m sobre el nivel actual de los ríos, se observan en Espeluy (río Guadalquivir) y en los Llanos de Navamorquín (río Rumbiar); en este último el Plioceno está situado a 130 m sobre el cauce actual.

2. Situado entre 70-52 m. sobre el nivel actual, representados al norte de Andújar, en Espeluy (río Guadalquivir) y en Zocueca (río Rumbiar).

3. A alturas muy variables sobre el lecho actual, desde aproximadamente 47 m hasta 26 m; la población de Andújar se asienta sobre él, así como el poblado de la Arropera (río Guadalquivir). Se encuentra también en el puente de la Carretera de Linares a Bailén (río Guadiel), y en la Presa de regulación del Rumbiar (río Rumbiar).

4. Situado a 7-10 m sobre el cauce actual, muy bien representado a lo largo del cauce del río Guadalquivir, aparece representado con los otros, y

constituye una formación interesante en las proximidades de El Lugar Nuevo (río Jándula).

El río Guadalquivir presenta unos meandros sobreimpuestos sobre el aterrazamiento 4º (Figs. 5 y 6), que determinan la formación en la orilla cóncava, de graveras y una erosión muy fuerte en la orilla convexa, que cuando afecta a materiales margosos (Villanueva de la Reina) realiza una labor de zapa que hace que se produzcan movimientos de terreno en dichas formaciones margosas, y desprendimiento de la visera del último aterrazamiento sobre el cauce. La acción de estos meandros es extraordinariamente activa.

2.2. TECTONICA

En el tramo están representados ampliamente los movimientos hercínicos asociados con procesos de granitización, mineralizaciones, metamorfismo de contacto, etc. Estos materiales paleozoicos representan el zócalo de los materiales post-paleozoicos, presentándose en éstos una tectónica típica de cobertera, adaptándose sus estructuras a los procesos epirogénicos del zócalo.

El carácter, incompetente unas veces, frágil otras, de estos materiales, hace que su respuesta a la tectónica de bloques del zócalo se haya traducido en una acción pasiva, permaneciendo constantes sus parámetros estructurales, y estableciéndose únicamente desplazamientos en la vertical de los materiales.

Las direcciones hercínicas de fractura y esquistosidad son N70ºO aproximadamente, estando en general cicatrizadas por diques de cuarzo más o menos mineralizados; localmente, por ejemplo al norte de Marmolejo, estas fracturas aparecen relacionadas con sienitas. Una dirección similar se observa en el cabalgamiento de la formación Campana (Carbonífero) sobre el Ordovícico-Silúrico en la zona de Los Guindos (El Centenillo).

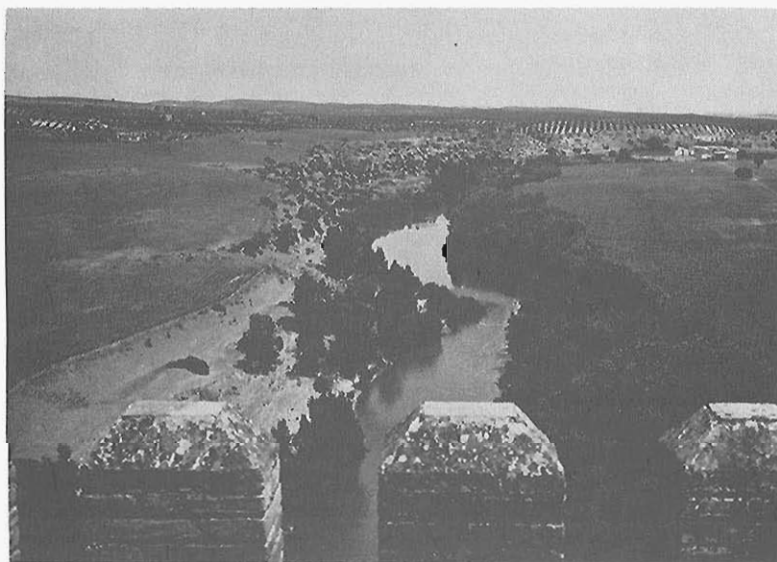


Fig. 5. Aspecto general del valle del río Guadalquivir.



Fig. 6. Meandro del río Guadalquivir en las proximidades de Espeluy.

Las direcciones post-hercínicas son variables, desde $N40^{\circ}E$ hasta $10^{\circ}E$, cortando totalmente las direcciones hercínicas. Se ha podido observar que estas zonas de fracturas están mineralizadas (la falla de Guarromán ha sido explotada). Sin embargo sólo un estudio profundo de la petrografía de estas mineralizaciones y su relación con las rocas encajantes podría dar luz sobre la posible edad de esta fractura, que no nos es posible saber si es una falla pre-triásica reactivada durante el Mioceno (condiciona la paleogeografía y batimetría de éste) y que sigue activa aún durante el Plioceno-Cuaternario, o bien es una falla de edad miocena.

Paralela a la falla de Guarromán, y dejando aparte una gran cantidad de fallas y estructuras menores, se encuentra la zona de fractura de El Centenillo-Andújar, mucho menos continua que la de Guarromán, pero de gran importancia pues representa la interrupción del batolito de Los Pedroches. Otra zona de fractura paralela a la de Guarromán es la del río Guadiel.

El bloque situado entre la falla de Guarromán y la del río Guadiel, es el que más se ha hundido (Fosa de Bailén), estando más o menos a su misma cota el bloque situado al este de la fractura del río Guadiel (Bloque Linares) y el que se encuentra entre la falla de Guarromán y la zona de fractura El Centenillo-Andújar (Bloque Rumbiar). (Fig. 7).

Con una edad posterior a la de los sedimentos rojos de la base de las formaciones post-paleozoicas (Triás) se produce una undación de dirección $N80^{\circ}E$, que es la que determina la formación de borde de la unidad estructural de la Fosa del Guadalquivir (Fontboté, 1962).

La intersección de la dirección de la undación (antiguamente llamada falla del Guadalquivir y hoy comprobada su inexistencia) con las fallas post-hercínicas (Guarromán y paralelas), nos da el contacto entre los materiales post-paleozoicos y paleozoicos en el tramo.

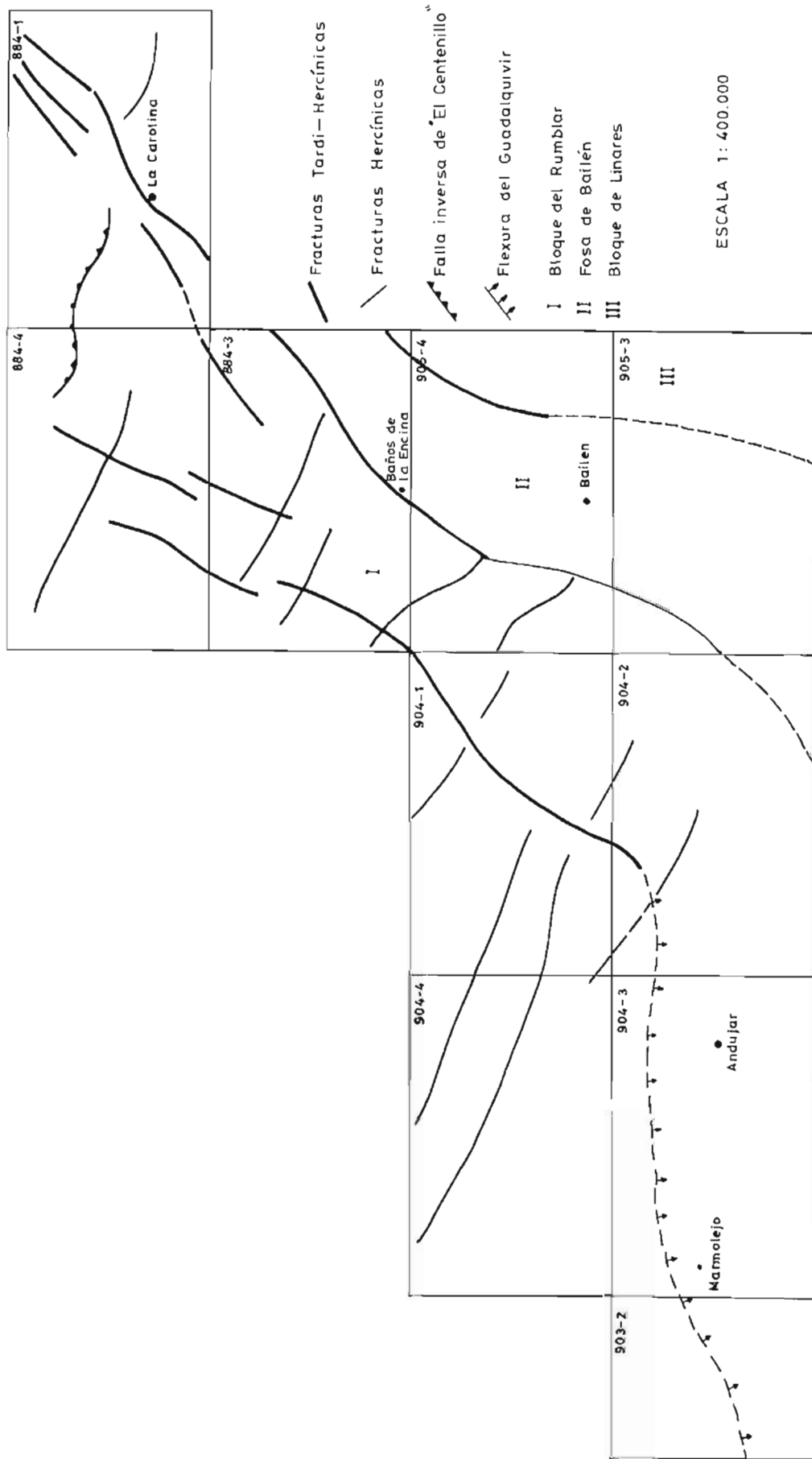


Fig. 7. Esquema estructural del tramo.

2.3. ESTRATIGRAFIA

2.3.1. INTRODUCCION

En el tramo La Carolina-Andújar se encuentran representadas series del Paleozoico, Mesozoico, Terciario y Cuaternario.

Los problemas cronoestratigráficos del Paleozoico no están ni mucho menos resueltos.

Los materiales situados al norte del tramo, en la zona de El Centenillo son los únicos del Paleozoico que tienen clara su edad; han sido atribuidos al Ordovícico-Silúrico por Henke (1926) y Guy Tamain (1967), y en ellos la abundante fauna ha permitido dar una bioestratigrafía afinada. No podemos decir que ocurra lo mismo con la edad de la denominada formación "Campana", situada desde la falla de Guarromán hasta los materiales del Ordovícico-Silúrico, atribuida al Carbonífero por Henke (1926). Varias publicaciones del I.G.M.E., Mapa Geológico escala 1:100.000 (1958), y otras, también le atribuyen esta edad; últimamente Marcel Peral y Guy Tamain (1967) han estudiado la litoestratigrafía de estos materiales y en sus conclusiones no ven claro el problema, ya que la ausencia de restos orgánicos determinativos no permite establecer su edad de un modo firme.

A este respecto transcribimos el último párrafo de la comunicación de los autores mencionados en último lugar: "... il est tentant d'établir un certain parallélisme entre notre "formation Campana" et le Culm viséen de l'Europe méridionale..., ce qui confirmerait et préciserait l'hypothèse de W. Henke".

De lo expuesto se deduce que no está ni mucho menos claro el que la formación "Campana" sea Carbonífero, y si a esto añadimos el hecho de que algunos niveles conglomeráticos estudiados por nosotros son facies pseudo-conglomeráticas, la correlación litoestratigráfica con el Culm resulta dudosa. Es por esto por lo que preferimos en la cartografía atribuir al Carbonífero sólo las formaciones pizarrosas de la zona situadas al oeste de La Carolina, y el resto de las formaciones hemos preferido darles el calificativo de "paleozoico indiferenciado", sin extrapolar, en ningún caso, la edad dada para las formaciones antes mencionadas.

La edad absoluta de los granitos es westfaliense, según parece deducirse de las medidas efectuadas por algunos autores (Reunión del Grupo Español del Suroeste, Cáceres, 1973).

El Mesozoico presenta graves problemas de datación puesto que en las facies rojas atribuibles al Trías, no se han encontrado restos orgánicos que permitan datarlas. Sin embargo hacia el este, y fuera del tramo, parece estar clara la presencia de series triásicas (Bunt, Keuper, Muschelkalk), lo que podría apoyar este supuesto. Aunque nosotros no hemos encontrado yesos en estos materiales ni señal alguna que nos permitiese razonablemente suponer que es Trías, sin embargo en un sondeo realizado en Bailén se han encontrado, debajo del Mioceno marino, 145 m de margas, arenas y conglomerados, arcillas rojas y verdes con yesos..., que son atribuidas al Trías. En el mapa de síntesis 1:200.000 se atribuye al Lías una mancha de materiales calcáreos situada al sur de La Carolina. Sin embargo nosotros hemos encontrado Ostreas, Pectínidos, Limas, sp, que junto con su situación respecto al Mioceno marino, nos permite suponer que se trata de un nivel calcáreo correspondiente al mencionado Mioceno. En este mismo sentido se pronuncian Hernández Pacheco y Macau (1962).

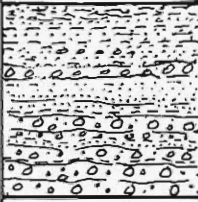






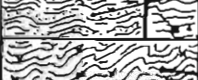

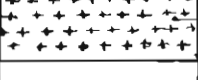

El Mioceno marino, perfectamente datado por su microfauna (Perconing, 1962), es de edad Helveciense-Burdigaliense. La característica más acusada de este Mioceno es su carácter extraordinariamente variable con muchos cambios laterales de facies, lo que nos lleva a definir cuatro formaciones características: Villanueva de la Reina, Bailén, Jabalquinto y La Carolina, como se puede observar en la columna correspondiente (Fig. 8).

A los sedimentos detríticos rojos que se superponen a las facies del Terciario marino pudiera atribuírseles una edad plio-cuaternaria, pudiendo ser correlacionables con el nivel de rañas. Dicho nivel estaría situado 130 m por encima de los cauces actuales.

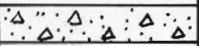
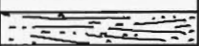

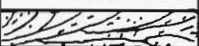
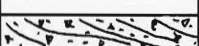
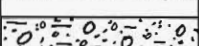
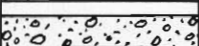
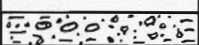
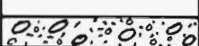
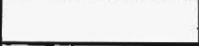
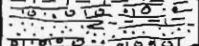






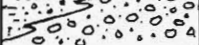
El Cuaternario está representado por los aterrazamientos a diversos niveles como se indicó en el apartado 2.1.2.h).

2.3.2. COLUMNA ESTRATIGRAFICA

2.3.2.a.

COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE PALEOZOICOS Y TRIASICOS			
COLUMNA LITOLOGICA	G. LITOL.	DESCRIPCION	EDAD
	211	Conglomerados, lutitas y areniscas de colores rojizos.	TRIASICO
	150a	Pizarras areniscosas, con niveles de microconglomerados.	PALEOZOICO
	150b	Pizarras satinadas, con intercalaciones areniscosas.	
	132a	Esquistos ampelíticos, localmente quiastolíticos.	
	131a	Cuarcitas y areniscas de colores claros en bancos masivos.	
	123b	Cuarcitas, areniscas y pizarras con intercalaciones calcáreas.	
	123a	Pizarras arcillosas con areniscas de grano medio.	
	100a	Pizarras oscuras muy silicificadas.	
	011c	Pizarras granitizadas.	
	011b	Apófisis y diques sieníticos, junto con pizarras granitizadas.	
	011a	Granodioritas con facies porfídicas y aplíticas en los bordes.	

2.3.2.b.

COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE TERCIARIO Y CUATERNARIO			
COLUMNA LITOLOGICA	G. LITOL.	DESCRIPCION	EDAD
	W	Escombreras.	CUATERNARIO
	A, a	Aluviales arenosos.	
	V, v	Eluviales.	
	D, d	Conos de deyección.	
	C, c	Coluviales.	
	Td	Gravas del lecho de inundación.	
	Tc	Terraza cuarta.	
	Tb	Terraza tercera.	
	Ta	Terrazas primera y segunda.	
	322 d	Margas, areniscas y conglomerados cementados por carbonatos.	
	322 c	Conglomerado de cantos de cuarcita con abundante matriz margosa.	
	322 b	Areniscas cuarzo-feldespáticas con matriz margosa y cantos dispersos.	
	322 a	Conglomerado de cantos silíceos, con escasa matriz margosa.	
	321 e	Calizas fosilíferas.	MIOCENO
	321 d	Areniscas en bancos.	
	321 b	Areniscas muy margosas.	
	321 c	Areniscas y margas areniscosas alternando irregularmente.	
	321 a	Margas areniscosas.	

2.3.3. GEOLOGIA HISTORICA DEL TRAMO

Los materiales más antiguos que afloran en el tramo son de edad Ordovícico-Silúrico. Los movimientos hercínicos previos afectaron a una serie compleja de materiales, plegándola, a la vez que se generó una serie de formaciones granitoideas concordantes con la estructura regional, y que se observan hoy al norte de la presa del Rumblar. El metamorfismo de las series es escaso, no pasando de la facies de esquistos verdes. El proceso de granitización continuó hasta su interrupción en el Carbonífero Superior (Westfaliense), según datos de edades absolutas. El emplazamiento de las granodioritas a niveles de bajas presiones da lugar a un metamorfismo de contacto, no sólo en las márgenes de masas graníticas sino también en pequeñas apófisis graníticas, abundantes en toda la zona norte. Este emplazamiento señala la formación de yacimientos hidrotermales en los granitoides y en las rocas pizarrosas.

Las grandes directrices de rotura ya deben de estar constituidas a final del Carbonífero.

A lo largo de grandes fracturas, como ocurre en la región de El Centenillo, son visibles pizarras quiastolíticas muy abundantes, sin relación aparente con granitos. Señalamos este hecho ya que si bien en superficie no existen granitos, no es menos cierto que no deben de estar muy profundos.

Los granitos situados al norte de Andújar pertenecientes a la unidad geológica denominada batolito de Los Pedroches.

Durante el Trías se produce un proceso de peneplanización de los materiales paleozoicos, que a partir de entonces actúan ya como un cratón.

El Trías aparece como una sedimentación detrítica, con lutitas hacia el techo. Sobre estos materiales aparecen los materiales del Terciario marino en posible contacto erosivo (Pacheco y Macau, 1962), aunque nosotros no hemos encontrado un criterio que nos permita asegurar este extremo. Si bien es cierto que el Terciario marino es regresivo con respecto al Trías, y que existe un cambio brusco desde una sedimentación en ambiente continental o paracontinental (series rojas) hasta una sedimentación claramente marina (facies de ostreas y pectínidos), la verdad es que es difícil asegurar que las facies rojas inferiores sean del Trías, ya que no aflora en todo el tramo ningún otro sedimento mesozoico que permitiera establecer la columna regional de esta era.

El posible Trías y los sedimentos marinos del Mioceno son afectados en conjunto por una serie de fallas entre las cuales la más importante es la de Guarromán (Fig. 9) con un salto que se puede estimar en casi un centenar de metros en la zona de Baños de la Encina, siendo mucho menor hacia La Carolina.

Las zonas de fractura de Guarromán, lo mismo que la que hemos denominado Centenillo-Andújar y la del río Guadiel, configuran la topografía de la cuenca terciaria, así como su paleogeografía. La sedimentación de los glaciares miocenos es debida a un proceso de reactivación de los zócalos paleozoicos, ligado posiblemente con la destrucción de los suelos que se habían desarrollado sobre dichos zócalos, al igual que ocurre en otras zonas de España.

Los aportes tienen una dirección preferente norte-sur, y los movimientos póstumos de las fracturas afectan a estos materiales.

La dinámica fluvial diferencial entre el nivel de base local dado por el río Guadalquivir, y los ríos de la zona (Yeguas, Jándula, Rumblar y afluentes y Guadiel) condiciona el hecho de que éstos evolucionen rápidamente encajándose en valles profundos y de laderas escarpadas, con escaso desarrollo de formaciones aluviales, mientras que en el valle del río Guadalquivir se encuentran representados una serie completa de episodios de formación de aterrazamientos.

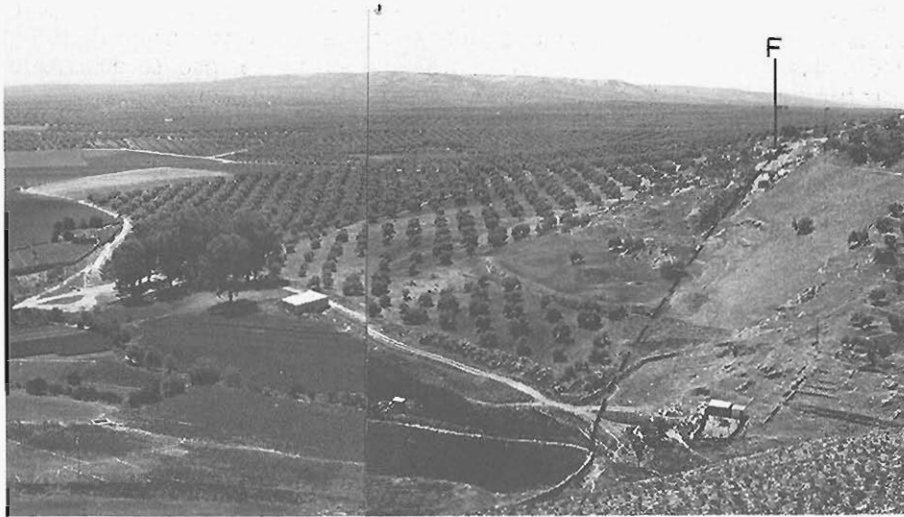


Fig. 9. Contacto mecanizado por la falla de Guarromán entre el Terciario Marino y el Paleozoico en las proximidades de Baños de la Encina.

2.4. ESTUDIO DE SUELOS Y RECUBRIMIENTOS

El tipo de suelos que se desarrolla sobre las formaciones geológicas viene condicionado por la morfología y por el clima. El estudio que se ha hecho de los suelos del tramo responde más al concepto de dicho término en Mecánica del suelo que al concepto que del mismo se tiene en Edafología. Sin embargo a veces haremos referencia a la vegetación cuando lo consideramos necesario para el mejor conocimiento de los problemas que pudieran plantearse por la destrucción del suelo vegetal, y por ende de su papel protector contra la erosión.

a) Suelos y recubrimientos de la zona noroeste

Esta zona se caracteriza por la ausencia de suelos vegetales desarrollados, aflorando normalmente la roca fresca o estando cubierta por un pequeño suelo vegetal muy incipiente, con monte bajo (pináceas, encinas, praderas, etc.). Se han distinguido, atendiendo a caracteres litológicos, los siguientes tipos:

NC-2. Recubrimientos de piedemonte de formaciones cuarcíticas y pizarras, con abundantes cantos angulosos de cuarcita, más escasamente pizarras, y matriz areno-limosa. Estos materiales son difíciles de estabilizar una vez roto el precario equilibrio en que se encuentran.

NC-3. Recubrimientos de "lem granítico" sobre granitos en pendiente; una vez destruida la cobertera vegetal son muy erosionables; en superficies planas o de poca pendiente son permeables y drenan muy bien.

NC-3'. Recubrimientos de "lem granítico" con características especiales: por un lado restos de fenocristales y por otro una mayor proporción de

minerales arcillosos; estos caracteres hacen que la erosionabilidad en pendientes sea mayor y que la permeabilidad y drenaje también disminuyan.

NC-4. Recubrimientos arenosos, con algún canto pizarroso; su desarrollo en profundidad es pequeño y no presentan problemas especiales.

b) Suelos y recubrimientos de la zona sureste

En esta zona el desarrollo del suelo vegetal es mucho más importante, condicionado esto por un clima mucho más benigno y una morfología más evolucionada. Se distinguen los siguientes tipos:

NC-5. Recubrimiento con cantos bien redondeados y matriz areno-arcillosa; es escaso el desarrollo de suelo vegetal y sobre ellos se asientan extensas zonas de olivar; se trata de un recubrimiento poco permeable con encharcamientos en los puntos en los que no existe un drenaje aceptable por escorrentía.

NC-6. Recubrimiento de arenas y arenas arcillosas, con un suelo vegetal escaso; hay desarrollo de niveles carbonatados y el conjunto es muy impermeable.

NC-7. Aluviales y terrazas del río Guadalquivir; la superficie morfológica de las terrazas está ocupada localmente por limos; esta zona presenta un contenido en materia orgánica superior al de los recubrimientos del resto de la zona.

C-1. Recubrimientos de materiales procedentes de la alteración de las margas del Mioceno marino; fluyen plásticamente por absorción de las aguas superficiales.

C-2. Recubrimientos de margas, limos y arcillas con desarrollo de un horizonte carbonatado; presentan como característica esencial su bajísima permeabilidad y pésimo drenaje.

2.5. GRUPOS GEOTECNICOS

En este apartado se realiza una clasificación geotécnica de los distintos grupos litológicos enumerados en las columnas estratigráficas del apartado 2.3.1. Se plasma esto en el cuadro I y se seguirá esta notación y agrupación en el estudio de zonas que constituyen el apartado siguiente.

Los grupos geotécnicos los hemos designado por las letras del alfabeto, y se han distinguido en total 25. Coinciden en general con los grupos litológicos, si bien se han efectuado algunas agrupaciones. Así, el grupo E comprende los 123 a y 123 b, el grupo H los 150 a y 150 b, el grupo J los 321 a y 321 b y el O, los grupos 322 b y 322 c.

En esta agrupación si bien se han considerado las características geotécnicas de los diferentes grupos litológicos, se ha respetado también la estratigrafía, con lo cual el número de grupos obtenidos es más elevado del que se pudiera haber obtenido. Además, también la litología ha sido un factor importante, frente a otros que hubieran permitido un criterio más amplio.

Las características de cada uno de estos grupos geotécnicos se describen con detalle en los apartados 3.1.3. y 3.2.3., y en los apartados 3.1.4. y 3.2.4. se presenta un resumen de los problemas geotécnicos de las dos zonas que se han distinguido en el tramo.

**CUADRO I.— EQUIVALENCIAS ENTRE GRUPOS
LITOLÓGICOS Y GEOTÉCNICOS**

GRUPO LITOLÓGICO	GRUPO GEOTÉCNICO	GRUPO LITOLÓGICO	GRUPO GEOTÉCNICO
011a	A	322a	N
011b	B	322b	O
011c	C	322c	O
10a	D	322d	P
123a	E	Ta Tb Tc Td C,c D,d V,v A,a w	Q
123b	E		R
131a	F		S
132a	G		T
150a	H		U
150b	H		V
211	I		X
321a	J		Y
321b	J		Z
321c	K		
321d	L		
321e	M		

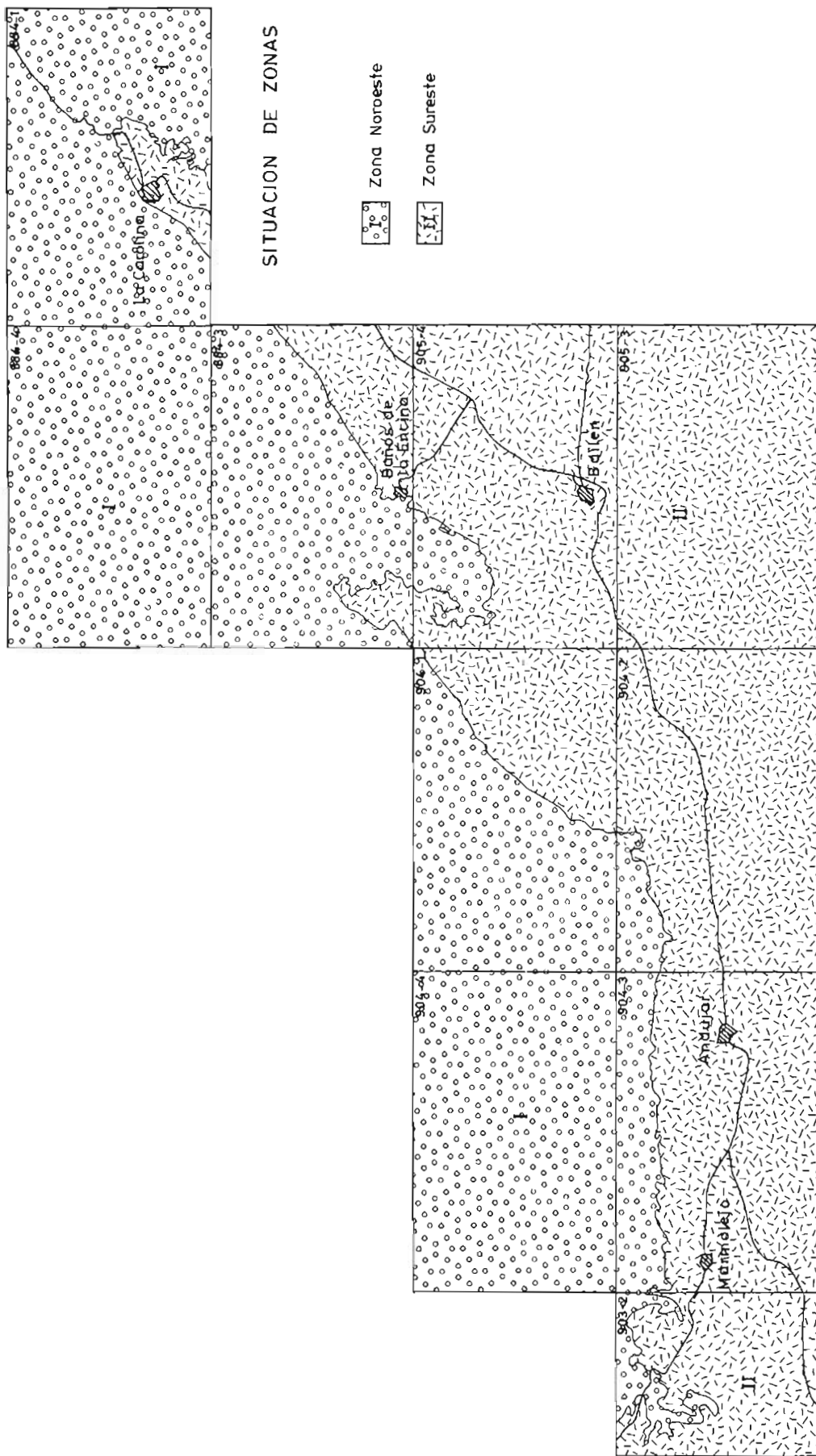


Fig. 10. Esquema de situación de zonas.

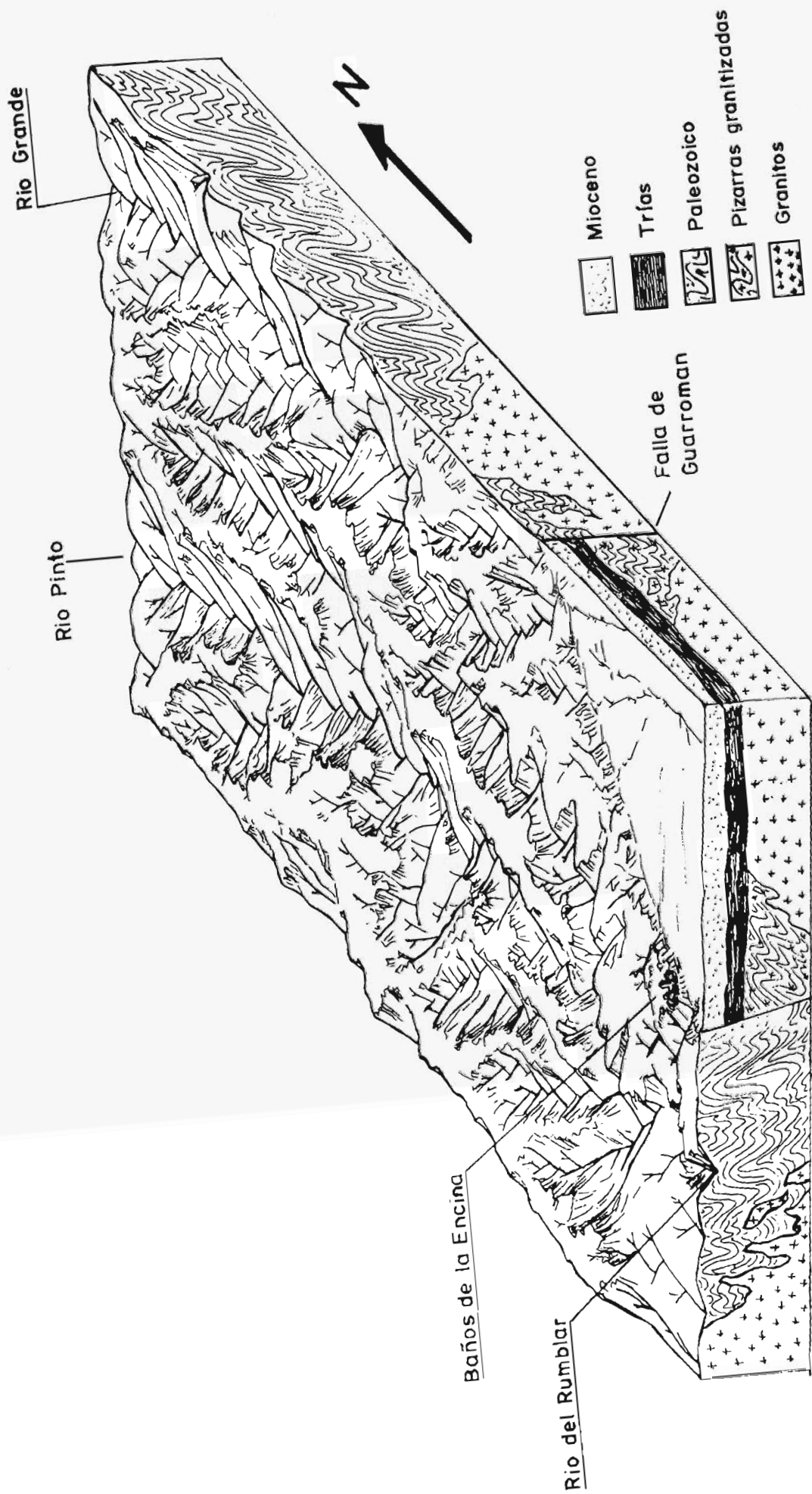


Fig. 11. Bloque diagrama de la Zona Noroeste.

3. ESTUDIO DE ZONAS

3.0. ZONAS DE ESTUDIO

Como se ha indicado en el apartado 2.1.1. (Unidades geomorfológicas), en el presente tramo se pueden distinguir dos grandes zonas, que se esquematizan en la figura 10. Estas zonas son:

- Zona noroeste
- Zona sureste

Hemos utilizado únicamente criterios geomorfológicos para establecer las zonas, por entender que es dicho criterio el que mejor define y compendia las características geotécnicas de la región por nosotros estudiada.

3.1. ZONA NOROESTE

3.1.1. GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA

La zona noroeste presenta unas características geomorfológicas que la diferencian perfectamente de la zona sureste, fig. 11.

Pertenece a la unidad estructural denominada "bafolito de Los Pedroches". Esta unidad está formada por un conjunto de materiales pizarroso-cuarzíticos atravesados por un gran batolito granítico y numerosos stocks con él relacionados, ya que no son sino apófisis de la unidad principal.

Las direcciones de fractura son fundamentalmente dos: una de dirección noroeste-sureste, casi siempre cicatrizada por diques de cuarzo, aplíticos, sieníticos, etc.; y otra de dirección noreste-suroeste, mucho más reciente y que define una serie de unidades estructurales que han quedado reflejadas en el apartado 2.2. (Tectónica).

Todas las formas geomorfológicas de la zona se derivan de tres procesos fundamentales:

1. Formación de la superficie de erosión pretriásica que determina una plataforma con una suave pendiente hacia el sur, dicha plataforma ha sufrido una serie de levantamientos diferenciales posteriores que han modificado su aspecto primitivo.

2. El encajamiento de los ríos Yeguas (Fig. 12), Jándula (Fig. 13), Rum-

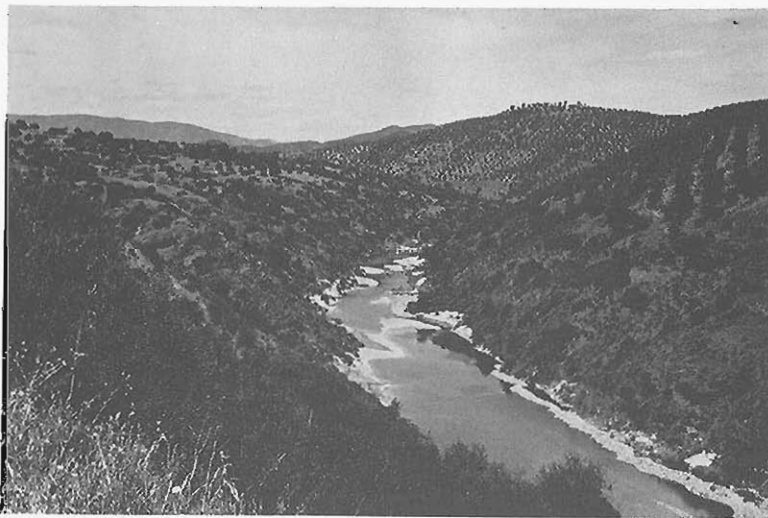


Fig. 12. Valle del río Yeguas.



Fig. 13. Vista general del río Jándula, en las proximidades de El Lugar Nuevo.

blar y de sus afluentes, debido al rápido descenso del nivel de base local (río Guadalquivir) condicionado por la alta erosionabilidad de los materiales del valle de dicho río. Dicho encajamiento se efectúa a favor de las direcciones de fractura antes mencionadas, lo cual imprime una forma característica al curso de los mismos. Sus valles son profundos, las laderas escarpadas, y los cursos cambian bruscamente de dirección.

3. La litología heterogénea condiciona, allí donde se presenta con dichos caracteres, el desarrollo de formas de relieve con fuertes pendientes.

3.1.2. COLUMNA ESTRATIGRAFICA

La columna estratigráfica con los grupos litológicos y geotécnicos se detalla en el cuadro de la página siguiente.

3.1.3. GRUPOS GEOTECNICOS

A) Granodioritas de "El lugar Nuevo" (011a)

Litología

Granodioritas y adamellitas de grano medio con facies porfídicas y abundantes gabarros en la zona de borde. Atravesando el conjunto aparecen gran cantidad de diques aplíticos y sieníticos, con mayor profusión hacia las zonas del borde. Las apófisis graníticas de este grupo (por ejemplo el stock de Los Salcedo (Hoja de La Carolina, 884-3), son más feldespáticas y con cierta tendencia a dar facies pegmatíticas, siendo en general muy alterables originando morfologías muy características (Fig. 14).

Estructura

A grandes rasgos los granitos de la unidad "batolito de Los Pedroches" son concordantes con las estructuras hercínicas; sin embargo el hecho de dar un metamorfismo de contacto y atravesar las estructuras hercínicas a la meso escala, nos permite clasificar estos granitos como post-cinemáticos, no



Fig. 14. Aspecto general del grupo A (011 a) en la Ctra de Andújar al Santuario de la Virgen de la Cabeza.

descartando la hipótesis, confirmada por la presencia de leucogranitos (norte de la presa del Rumblar), de que se pueda hablar de unos granitoides sin-cinemáticos atravesados por unos granitos post-cinemáticos, estando unidos granitoides y granitos por un origen común y dos momentos evolutivos diferentes.

Geotecnia

Sus características geotécnicas, en general están en función del tipo petrográfico y del grado de alteración y diaclasado, así por ejemplo la permeabilidad es variable, en general media, en función del grado de diaclasado. Localmente pueden ser muy ripables en las partes superficiales alteradas, cuyo espesor es variable, siendo baja en roca fresca.

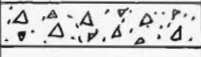
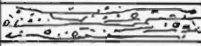

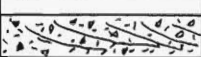
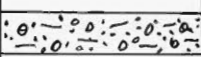
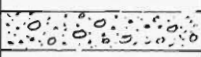
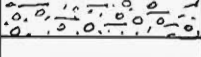
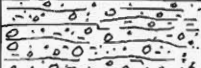
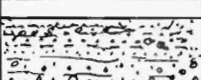








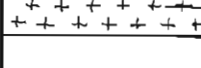

Se presenta en la zona en dos grandes manchas, una al norte de Andújar (Fig. 14) (cuadrantes 904-1 y 904-4) y otra al noreste de La Carolina (cuadrante 884-1).

En la gran mancha situada al norte de Andújar, la topografía es más agreste encajándose en ella el valle del río Jándula. Origina aquí grandes crestones, con peligro potencial de desprendimientos importantes, apareciendo en general bastante diaclasado. En las partes llanas de la plataforma que origina hacia el sur entre los valles del Jándula y del Guadalquivir, se presenta en general muy alterado, siendo frecuentes los recubrimientos en lem granítico.

En la mancha situada al noreste de La Carolina se presenta con una topografía suave, desarrollándose a modo de una plataforma entre las cotas 700 m y 824 m (Vértice "Madroño"), sin problemas especiales dignos de mención; señalamos que el diaclasado y tectonización son crecientes hacia los bordes.

Da taludes naturales de muy variada inclinación y altura, y en general estables. En las carreteras del área ocupada por este grupo son frecuentes los taludes artificiales verticales, de alturas muy diversas y siempre estables.

COLUMNA LITO-ESTRATIGRAFICA

COLUMNA LITOLOGICA	G. LITOL.	Gr. GEO.	DESCRIPCION	EDAD
	W	Z	Escombreras	CUATERNARIO
	A, a	Y	Aluviales	
	V, v	X	Eluviales	
	C, c	U	Coluviales	
	Tc	S	Terraza cuarta	
	Tb	R	Terraza tercera	
	Ta	Q	Terrazas primera y segunda.	
	322 a	N	Conglomerados de cantos silíceos con matriz margosa escasa.	PLIOCENO
	211	I	Conglomerados, lutitas y areniscas de colores rojizos.	
	150 a	H	Pizarras satinadas con intercalaciones areniscosas.	PALEOZOICO
	150 b			
	132 a	G	Esquistos ampelíticos, localmente quiasistolíticos.	
	131 a	F	Cuarcitas y areniscas de colores claros en bancos masivos.	
	123 b	E	Cuarcitas areniscosas y pizarras con intercalaciones calcáreas.	
	123 a			
	100 a	D	Pizarras oscuras, muy silicificadas.	
	011 c	C	Pizarras granitizadas.	
	011 b	B	Apófisis y diques, junto con pizarras granitizadas.	
	011 a	A	Granodioritas con facies porfídicas y aplíticas en los bordes.	

B) Esquistos andalucíticos, esquistos cordieríticos y pizarras del río Jándula (011 b)

Litología

Este grupo engloba un heterogéneo conjunto de materiales constituidos por un sinfín de diquecillos y apófisis sieníticos, aplíticos, pegmatíticos, silíceos, etc., que atraviesan un conjunto de esquistos localmente andalucíticos y cordieríticos, sin una distribución espacial que justifique la aplicación del mencionado nombre a la generalidad del grupo geotécnico. Son frecuentes en este grupo un gran número de mineralizaciones sulfurosas de cierta importancia.

Estructura

Forman una banda paralela al contacto con el granito (011 a); presentan unas características estructurales diferentes de éste, apareciendo claramente en estos materiales la esquistosidad de dirección noroeste-sureste, así como una intensa fracturación sensiblemente paralela a las direcciones tardihercínicas, menos patentes en el granito por estar cicatrizadas. En la gran mayoría de los casos representan un tránsito entre los granitos p.d. y las pizarras granitizadas.

Geotecnia

Se trata de un grupo con características geotécnicas variables según el grado de alteración y diaclasado. El conjunto es ripable en la parte superficial alterada, que es de espesor variable. La topografía de las áreas ocupadas por él es en general más suave que las que ocupa el grupo A, predominando las zonas sensiblemente llanas con ligeras ondulaciones, siendo el drenaje superficial en general bueno, y siempre aceptable. Se puede considerar el grupo como de alterabilidad media, siendo la permeabilidad variable según las características señaladas al principio.

C) Pizarras granitizadas de Santa Elena (011 c)

Se presentan en la zona formando una pequeña franja en el borde sur del afloramiento granítico al sureste de La Carolina, y una gran mancha, en forma de punta, al suroeste del afloramiento granítico situado al norte de Andújar. La primera, por su poca extensión, carece de importancia.

Litología

Este grupo presenta algunas características similares al grupo 011 b, pero se diferencia de él en la intensidad menor en la aparición de diques ácidos, su textura granuda característica, y por la presencia de abundantes silicificaciones, andalucitas quiastolíticas y mineralizaciones de sulfuros diseminados.

Estructura

Estas pizarras forman el contacto (Fig. 15) con el granito en las apófisis y masas graníticas que no han desarrollado unas rocas del tipo 011 b y presentan unas características estructurales análogas a ellas, si bien debemos señalar que la esquistosidad regional está mucho más marcada.

Geotecnia

Las características geotécnicas son bastante variables siendo su alterabilidad media o alta según la intensidad de granitización. La ripabilidad es alta en la parte superior alterada, de espesor variable. La topografía que originan estas pizarras es ondulada, en general suave, si bien también origina fuertes



Fig. 15. Contacto entre el grupo C (011 c) y el A (011 a). En la carretera N-IV.

barrancos, como los del Valle del Jándula. Como su esquistosidad suele ser grande y superficialmente se presentan en general alteradas (sobre todo cuando la topografía es movida) pueden plantear problemas de estabilidad en los desmontes, particular que debe de cuidarse y en el que influye sobremanera la dirección de esquistosidad local. El drenaje superficial en las áreas ocupadas por él es en general bueno y siempre aceptable, exceptuando puntos locales donde pueden plantearse problemas al respecto. Taludes naturales estables de altura e inclinación muy variados.

D) Pizarras silíceas del río Yeguas (100 a)

Se presentan en el tramo en una importante franja al norte de Andújar, en dirección este-oeste, y una pequeña mancha al suroeste de Baños de la Encina, en donde está apoyada la presa del Rumblar.

Litología

Pizarras y esquistos de grano fino que oscilan de negros a verdosos, atravesados por abundantes diquecillos de cuarzo, concordantes con la esquistosidad casi siempre, aunque a veces la atraviesan. Localmente aparecen algunos esquistos más cuarcíticos y de colores pardos (Fig. 16).

Estructura

El grado de esquistosidad de este grupo es muy variable, siendo en general sus planos muy verticales (Fig. 17). Todo el conjunto está ampliamente tectonizado.

Geotecnia

Las características geotécnicas de este grupo son variables con el grado de esquistosidad. Dan lugar a relieves alomados, con pendientes en general

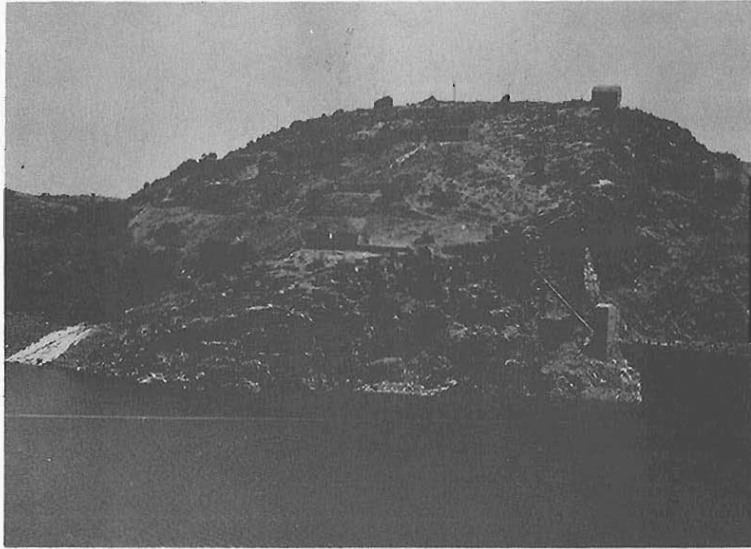


Fig. 16. Vista de las cuarcitas y pizarras del grupo D (100 a) en el estribo izquierdo de la Presa del Rumblar.



Fig. 17. Esquistosidad vertical en pizarras del grupo D (100 a).

suaves, siendo el drenaje superficial de las áreas ocupadas por el grupo bastante bueno. Son ripables en la parte superficial alterada (de espesor variable), y en las zonas, bastante frecuentes, de gran intensidad de esquistosidad.

Si bien no plantea problemas topográficos acusados, debe preverse la inestabilidad de los taludes en los desmontes que se efectúen, aunque en general no es un problema de gran escala. Son frecuentes en las carreteras actuales los desconches de los taludes; así ocurre en la de Marmolejo a Cardeña, al atravesar el valle del río Yeguas y en la carretera de acceso a la presa del Rumblar. Estos materiales son en general buenos para préstamos. Los taludes naturales observados son de más de 40 m de altura y presentan inclinaciones comprendidas entre 20 y 30° siendo en todos los casos estables.

E) Cuarzitas, pizarras y areniscas de La Aliseda (123 a y 123 b)

Litología

Conjunto heterogéneo de cuarzitas areniscosas blanquecinas, con esquistosidad y restos orgánicos que pasan hacia la parte superior a areniscas de cuarzo con cemento silíceo (Cuarzitas Botella), y éstas a su vez evolucionan a pizarras esquistosas verdosas (Esquistos Cantera). Suelen aparecer esporádicamente intercalaciones de calizas fosilíferas. Por encima de esta serie basal aparecen unas pizarras areniscosas de colores pardos con intercalaciones de areniscas y calizas mal representadas y de pequeño espesor (Caliza Urbana), para acabar en un nuevo episodio areniscoso.

Estructura

Todos estos materiales de tan diversa competencia se comportan muy diferencialmente frente a los esfuerzos tectónicos, lo que condiciona la gran cantidad de despegues existentes entre unos niveles y otros. El conjunto está atravesado por un sin número de mineralizaciones filonianas, hidrotermales, etc.

Geotecnia

La presencia del grupo se reduce a la mancha situada al norte de La Carolina, en el borde norte del tramo. Dada la heterogeneidad del grupo, sus características geotécnicas son muy variadas. La permeabilidad puede considerarse en general como media. La ripabilidad es muy variable, siendo en general alta en las partes superficiales alteradas, y en aquellas áreas (bastante frecuentes) en las que la intensidad de fracturación es alta y los diferentes paquetes aparecen cuarteados y despegados. El drenaje superficial de las áreas ocupadas por este grupo es, en general, aceptable, fig. 18.

La topografía de las áreas ocupadas por el grupo es bastante movida, con valles encajados y pendientes de medias a altas, con desniveles en general altos. Se pueden considerar como áreas inestables, con peligro potencial de desplomes de grandes bloques de cuarzitas y de corrimientos de paquetes a favor de la estratificación.

F) Cuarzitas y areniscas de "El Centenillo" (131 a)

Litología

Este grupo está formado por un conjunto de areniscas de granos de cuarzo y cemento silíceo y cuarzitas en bancos masivos de colores claros y con alteraciones de colores rojizos. A veces presentan niveles de cuarzitas oscuras. Materiales muy coherentes.

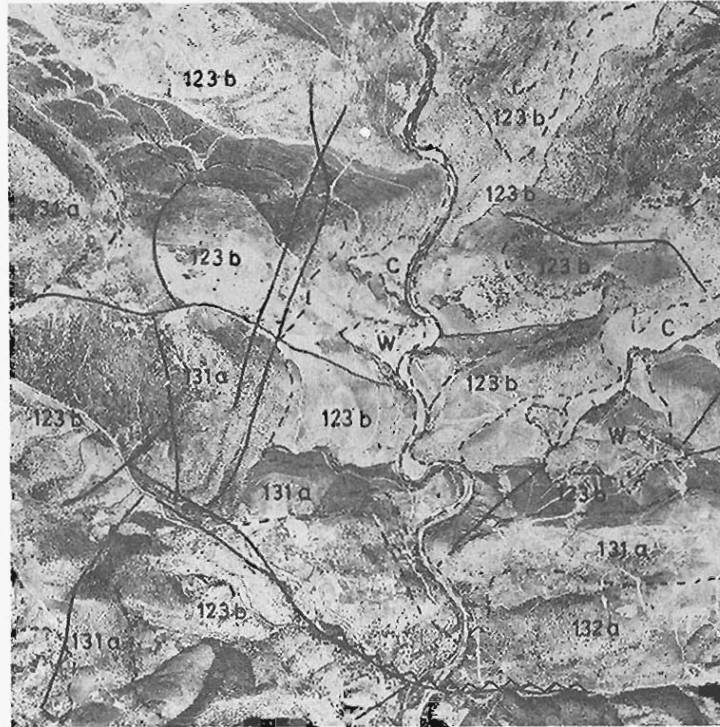


Fig. 18. Vista aérea del Valle del río Grande.

Estructura

Son disarmónicas con el conjunto infrayacente. Dan lugar a los relieves de Padre Santo, los Guindos, Cerro del Aguila, etc. En sus proximidades se ubica la minería de la región. Estos materiales presentan niveles muy discontinuos y semejan formas intrusivas silíceas.

Geotecnia

Se presentan en una pequeña franja al norte y noroeste de La Carolina. La permeabilidad es variable con el grado de fracturación, siendo ripables en las partes superficiales alteradas y en las zonas más fracturadas, aunque en general son muy duras.

Presenta problemas de desprendimientos de bloques, siendo la topografía del área ocupada bastante agreste. Los taludes naturales observados son de inclinación y altura muy variados, siendo con frecuencia de alturas superiores a los 40 m y prácticamente verticales; en general son estables.

G) Esquistos grafitosos de Los Iniestares (Valle del río Grande) (132 a)

Este grupo se presenta en una pequeña franja al norte y noroeste de La Carolina, prácticamente paralela a la del grupo F y presenta una topografía alomada.

Litología

Se trata de unas pizarras negras esquistosas, que desarrollan localmente cristales de andalucita de variedad quiastolita. Corresponden a pizarras ampelíticas con fauna de graptolitos. El proceso de formación de andalucitas parece estar relacionado con una falla inversa de dirección este-oeste.

Estructura

Estos materiales están discordantes sobre los materiales infrayacentes siendo en general, su esquistosidad vertical.

Están bastante fracturados, las fracturas se encuentran cicatrizadas por cuarzo hidrotermal.

Geotecnia

Presenta este grupo un drenaje superficial aceptable. La permeabilidad es variable con el grado de alteración y fracturación, y son ripables en la parte superficial alterada de espesor variable.

Aunque la presencia de cristales de andalucita condiciona un ligero cosido de los diferentes paquetes, debe preverse el problema de inestabilidad en los desmontes según la dirección de pizarrosidad, si bien no parece que se moverían volúmenes importantes. Taludes naturales de muy variada inclinación y altura, siendo en general estables.

H) Pizarras de Los Alarcones (150 a, 150 b)

Este grupo geotécnico ocupa gran parte de la zona, desarrollándose en los cuadrantes 884-1, 884-2 y 884-3.

Litología

Se trata de unas pizarras oscuras, con colores de alteración amarillentos y verdosos, con aspecto satinado; intercalados en éstas aparecen pizarras areniscosas algo micáceas, gris-amarillentas y conglomerados de cantos de sílice criptocristalina, cuarcitas, cuarzo, plagioclasas, etc. Esta formación está atravesada por diques de cuarzo de todos los tamaños y a todas las escalas.

Estructura

Estas pizarras dan una gran planicie de valles suaves donde no destaca ningún relieve importante. Se presentan ligeramente discordantes sobre los materiales subyacentes.

Geotecnia

La permeabilidad del grupo es variable según el grado de alteración y fracturación, siendo el drenaje superficial de las áreas ocupadas por él en general bueno, y siempre aceptable. Son ripables en la parte superficial alterada, cuyo espesor es bastante variable, siendo de destacar que hacia el oeste y suroeste del afloramiento del grupo (en donde se desarrolla el grupo litológico 150 b) la ripabilidad es más alta y la alterabilidad suele ser mayor y más profunda.

Conviene señalar que aparecen muy lajeadas y cuarteadas en superficie, siendo en general buenas para material de préstamos. Si bien los desniveles topográficos no son muy fuertes y no se les exigirán desmontes fuertes, debe preverse la inestabilidad de los taludes que en él se desarrollan. Hacia el noroeste son frecuentes las áreas de cierta inestabilidad, con corrimientos/ de paquetes cuando la pendiente de los valles se presenta a favor de la

pizarrosidad. En aquellas áreas, en general poco extensas e importantes, donde hay sobre ellas coluviales importantes, suelen originarse deslizamientos que incluso afectan a los niveles de pizarras.

Se han observado taludes naturales estables de más de 40 m de altura y de inclinación comprendida entre 10° y 20°.

N) Conglomerados de La Muela (322 a)

Este grupo está descrito en el apartado 3.2.3.

O) Conglomerados de Espeluy y Las Tiesas (T a)

Este grupo está descrito en el apartado 3.2.3.

R) Conglomerados y limos de Andújar (T b)

Este grupo está descrito en el apartado 3.2.3.

S) Conglomerados de la Estación de Espeluy (T c)

Este grupo está descrito en el apartado 3.2.3. (Fig. 19)

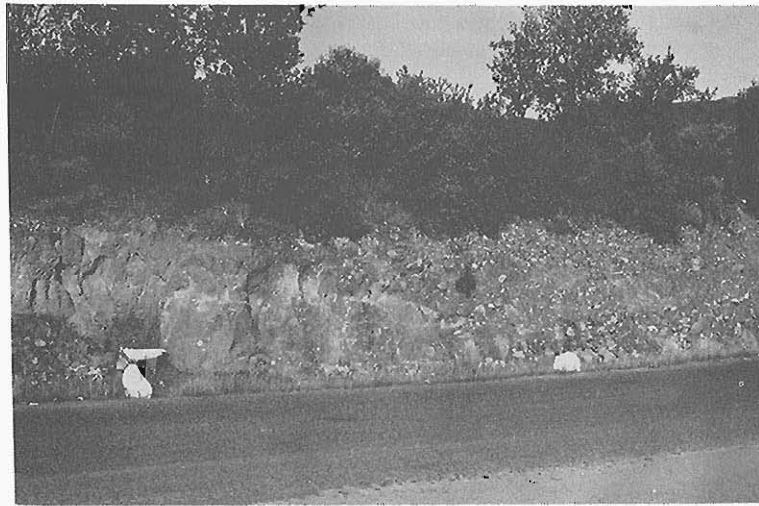


Fig. 19. Terraza baja del río Jándula, en la carretera de Andujar al Santuario de la Virgen de la Cabeza.

U) Coluviales de Los Alarcones (C, c)

Este grupo está descrito en el apartado 3.2.3.

X) Eluviales de Las Viñas (V, v)

Litología

Naturaleza litológica variable según el material de que proceden (Ver mapa litológico-estructural).

Geotecnia

Las características geotécnicas vienen condicionadas por los materiales infrayacentes de los que proceden.

Y) Aluviales del río Rumblar (A, a)

Este grupo está descrito en el apartado 3.2.3.

Z) Escombreras de Los Guindos (W)

Este grupo está descrito en el apartado 3.2.3.

3.1.4. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTÉCNICOS QUE PRESENTA LA ZONA

Parece conveniente referir los principales problemas geotécnicos a las unidades geomorfológicas que fueron definidas en el apartado 2.1.2. Se tiene así:

a) Relieves en materiales cuarcíticos

Engloba esta unidad los grupos E (123 a y 123 b), F (131 a) y G (132 a) desarrollándose en una pequeña mancha al norte del tramo (cuadrante 884-1 y 884-4). En ella se puede señalar como problema más importante la inestabilidad potencial, con peligros de desprendimientos y desplomes, así como de corrimientos de los paquetes.

b) Plataformas pretriásicas

Esta unidad tiene poca extensión y se desarrolla sobre materiales graníticos y pizarrosos. En general no plantea problemas dignos de mención.

c) Valles profundos encajados en las plataformas pretriásicas

Esta unidad tiene una gran extensión, y engloba fundamentalmente los valles de los ríos Yeguas, Jándula y Rumblar, y su zona de influencia. Se desarrolla en materiales graníticos y pizarrosos. Podemos señalar como problemas más importantes:

- Inestabilidad en las áreas ocupadas por coluviales, si bien son poco frecuentes.
- Inestabilidad potencial acusada, con peligros de desprendimientos y desplomes (áreas graníticas) y de deslizamientos y corrimientos a favor de la esquistosidad (áreas pizarrosas), si bien sólo en determinadas áreas.

3.2. ZONA SURESTE

3.2.1. GEOMORFOLOGIA Y TECTÓNICA

La litología y estructura del Mioceno marino condiciona la geomorfología de esta zona. Los bancos areniscos intercalados en dichas series dan un aspecto tabular al relieve, desapareciendo esta característica cuando desaparecen dichas intercalaciones.

El río Guadiel, que circula en parte por la zona de fractura situada entre el bloque de Linares y Bailén, deja al descubierto el Paleozoico durante algunos kilómetros.

El río Guadalquivir discurre en todo el tramo sobre materiales fácilmente erosionables, que le han permitido tallar un amplio valle, en el cual ha ido dejando constancia de su evolución en los niveles de terrazas, tal como se ha señalado en el apartado 2.1.2.h). En la actualidad, discurre formando una serie de meandros que se han sobrepuesto sobre la cuarta terraza. Dichos meandros presentan interesantes fenómenos erosivos con consecuencias geotécnicas también interesantes (Fig. 20).

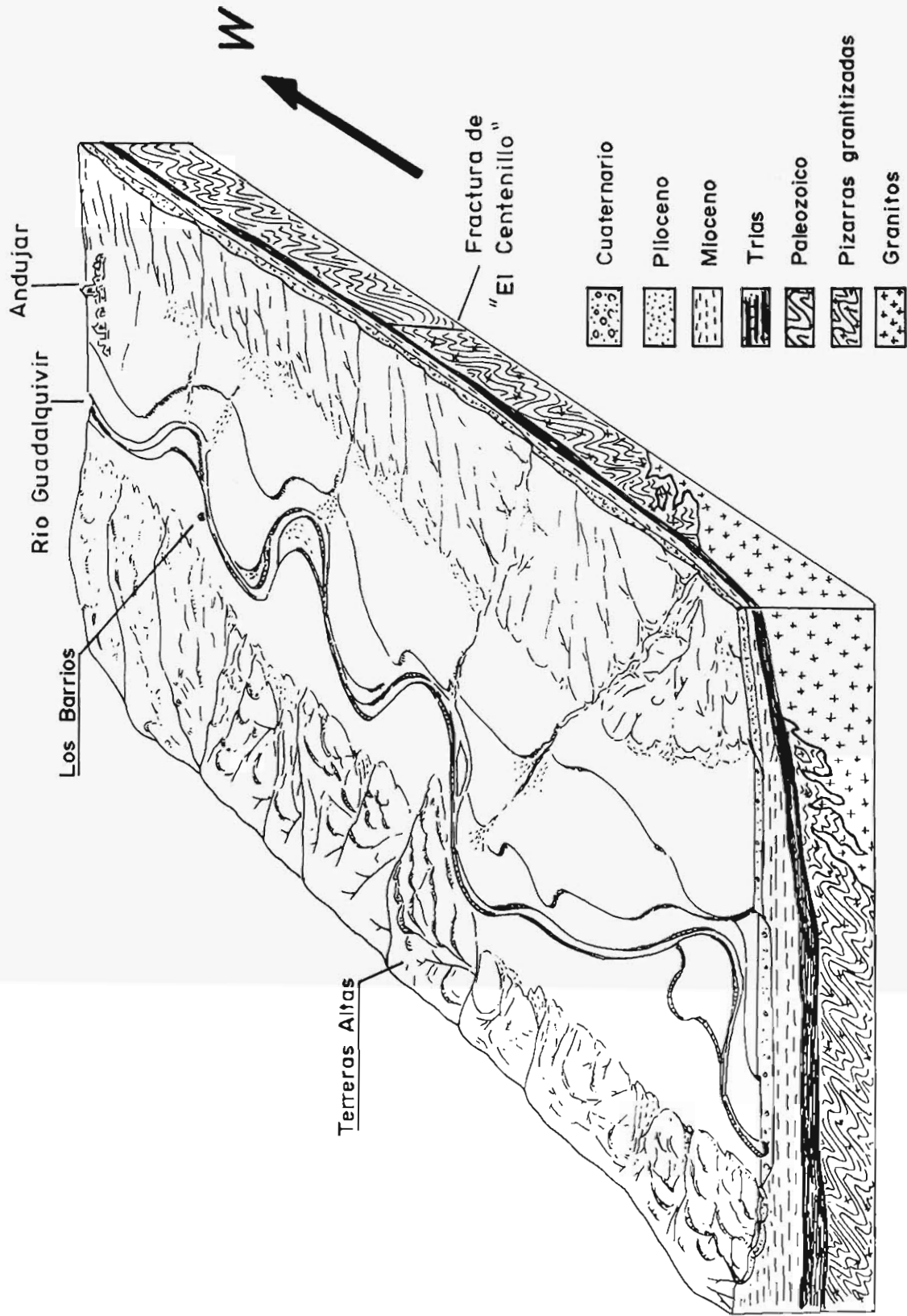


Fig. 20. Bloque diagrama de la zona Sureste.

3.2.2. COLUMNA ESTRATIGRAFICA.

COLUMNA LITO-ESTRATIGRAFICA				
COLUMNA LITOLOGICA	G. LITOL.	Gr. GEO.	DESCRIPCION	EDAD
	A, a	Y	Aluviales arenosos.	CUATERNARIO
	C, c	U	Coluviales.	
	W, w	Z	Escombreras.	
	D, d	V	Conos de deyección.	
	Td	T	Terrazas primera y segunda.	
	Tc	S	Terraza tercera.	
	Tb	R	Terraza cuarta.	
	Ta	Q	Gravas.	
	322 d	P	Margas, areniscas y conglomerados cementados por carbonatos.	
	322 c	O	Conglomerados y areniscas de matriz margosa.	
	322 b			
	322 a			N
	321 e	M	Calizas fosilíferas.	MIOCENO
	321 b	J	Margas arenosas y areniscas margosas.	
	321 a			
	321 d	L	Areniscas en bancos.	
	321 c	K	Areniscas y margas alternando irregularmente.	
	211	I	Conglomerados, lutitas, y areniscas de colores rojizos.	TRIASICO
	011 a	A	Granodioritas y adamellititas con facies porfídicas y aplíticas en los bordes.	PALEOZOICO
	100 a	D	Pizarras negras, muy silicificadas.	

3.2.3. GRUPOS GEOTECNICOS

A) Granodioritas de "El Lugar Nuevo" (011 a)

La presencia de este grupo en la zona se reduce a una franja a lo largo del río Guadiel (cuadrante 905-4), donde aparece diaclasado en las partes topográficamente más altas, así como en el cauce del río Rumblar con características muy semejantes (Fig. 21). Las características del grupo vienen indicadas en el apartado 3.1.3.



Fig. 21. Vista general de los granitos del grupo A (011 a) en el cruce del río Rumblar con la carretera N-IV.

D) Pizarras silíceas del río Yeguas (100 a)

En esta zona, los afloramientos del grupo, se reducen a unas pequeñas manchas al este de Bailén, en el valle del río Guadiel. Las características del mismo han sido descritas con detalle en la zona anterior y conviene señalar aquí que la topografía es más suave que en dicha zona. Las características litológicas, estructurales y geotécnicas vienen indicadas en el apartado 3.1.3.

I) Areniscas, lutitas y conglomerados de Las Navas de Tolosa (211)

Litología

Este grupo es de una gran heterogeneidad y difícil de definir. Suele presentar una zona de tránsito al Paleozoico con el desarrollo de un material con granulometría poco definida y matriz arcillo-arenosa de color rojo característico. Según las zonas aparecen facies conglomeráticas de cantos cuarcíticos con matriz areniscosa rojiza bien redondeados. Hacia el techo dichos conglomerados pasan a facies areniscosas (Fig. 22), micáceas de colores pardo-rojizos, y a lutitas arcillosas violáceas. Cuando los materiales de la posible área madre del Trías son granitos no existe dentro nivel conglomerático. Todos los materiales presentan una dureza variable estando a veces fuertemente silicificados.



Fig. 22. Aspecto del grupo I (211) en las proximidades de Baños de la Encina.

Estructura

Este grupo se encuentra en discordancia con el Paleozoico, y está afectado por un pequeño basculamiento hacia el sur. Su espesor varía desde pocos metros (p.e. en la zona de Baños de la Encina) a cerca de 200 m en Bailén (Perconig, 1962). La tectónica de reactivación de las fracturas post-hercínicas ha afectado a estos materiales con desplazamientos en la vertical de hasta un centenar de metros.

Geotecnia

Aflora en diversas manchas aisladas, de diferente extensión, a lo largo de toda la zona. Las características geotécnicas son muy variadas según las áreas.

En los afloramientos de Navas de Tolosa y los del sur de La Carolina (cuadrante 884-1), en general es ripable. En el afloramiento de Baños de la Encina aparecen unas areniscas muy duras, que si bien aparecen en general fracturadas, no son ripables salvo cuando su espesor se reduce a los valores citados anteriormente. En los afloramientos situados a lo largo del Valle del río Rumbero (cuadrante 905-4) se encuentran tramos ripables y tramos no ripables. En la mancha al oeste de Marmolejo, se han encontrado tramos de conglomerados cuarcíticos muy duros, no ripables, y tramos bastante sueltos.

La permeabilidad puede considerarse de media a baja, y el drenaje superficial de las áreas ocupadas por él es en general bueno. Se presenta frecuentemente con taludes naturales estables subverticales, de variada altura, si bien no muy elevada. Se han observado también taludes artificiales estables subverticales de alturas comprendidas entre 1 m y 10 m. Debe preverse el peligro potencial de desprendimiento de bloques de arenisca.

J) Margas arenosas y areniscas de Villanueva de la Reina (321 a y 321 b)

Litología

Este grupo geotécnico está constituido por los grupos litológicos 321 b y 321 a. El primero está formado por margas arenosas de colores grises verdosos con intercalaciones de niveles de areniscas silíceas con cemento calcáreo escaso. Hacia el oeste disminuyen las intercalaciones areniscosas, disminuyendo por tanto la cohesión del conjunto, pasando a unas margas de colores verdosos localmente arenosas (321 b). En la toponimia geotécnica y litológica se conocen estos materiales con el nombre de "margas azules del Guadalquivir".

Estructura

Las margas aparecen con estructura masiva sin observarse en ellas más que algún nivel de pequeño espesor algo más arenosos. No se reconoce, sobre todo hacia el oeste, ningún tipo de estratificación. La intensa actividad del zócalo paleozoico, con posterioridad a la deposición de estos materiales, no los ha afectado en absoluto, debido sin duda a su manifiesta incompetencia. En la zona de Bailén se ha dado la denominación de 321 b (Fig. 23) a unos materiales que estratigráficamente no se corresponden con los de Villanueva de la Reina, aunque presenten el mismo tipo de litología y propiedades geotécnicas similares.

Geotecnia

Ocupa este grupo geotécnico la mayor parte de la zona. En el área centrada en Bailén da una topografía llana con relieves tabulares, y en la desarrollada al sur del río Guadalquivir da una topografía alomada característica.

En general las áreas ocupadas por este grupo presentan claros signos de flujos en manto de terrenos, dando la típica topografía con alternancia de curvatura, sobre todo hacia el oeste de Villanueva de la Reina (Fig. 4). Los signos de su inestabilidad son claros en los taludes de la carretera N-IV a partir del p.k. 330 (al oeste del cuadrante 904-3 y en el cuadrante 903-2), donde, a pesar de que se han proyectado muy tendidos, en varios de ellos se han producido deslizamientos (Figs. 24 y 37).



Fig. 23. Explotación de materiales arcillosos en las proximidades de Bailén, grupo J (321 b).



Fig. 24. Talud de la carretera N-IV, km 332, sobre el grupo J (321 a).

En la carretera de Villanueva de la Reina a Higuera de Arjona (población fuera del tramo y al sur del mismo) y en la de este pueblo a Andújar, se ven claros signos de los efectos de este grupo, por no cuidar adecuadamente las características de la obra, siendo frecuentes los hundimientos y corrimientos superficiales. Asimismo, en la coronación de la denominada "Cuesta del Salado", en la carretera de Valle del río a Andújar (en el cuadrante 904-3), se ven los efectos del empuje de este terreno sobre el muro de contención del talud (Fig. 35).

Al sur del tramo, por la margen izquierda del río Guadalquivir, discurre el F.C. Linares-Córdoba, que generalmente lo hace por los bordes de esta formación. Se han presentado aquí numerosos y continuos problemas hasta que se realizaron las últimas obras de saneamiento, siendo de destacar las del lugar conocido por la "Torrentera", entre los p.k. 353,7 y 355 (justo en la margen izquierda del meandro de "la Casa de la Quintería"), donde las obras de contención adquieren un carácter ciertamente impresionante (Fig. 36).

De los afloramientos de la zona de Bailén y La Carolina, de tonos predominantemente ocres, se han recopilado datos de diversos ensayos efectuados por el Laboratorio del Transporte y Mecánica del Suelo con motivo de la variante de la carretera N.IV. Corresponden éstos a muestras tomadas del grupo litológico 321 b: al norte de Bailén, entre los p.k. 293 y 396 (grupo de nuestros "a" del cuadro); entre los p.k. 275 y 277 en el cuadrante 884-2, fuera del tramo, (grupo de nuestros "b" del cuadro); y en un desmonte de la localidad de Bailén (nuestra "c" del cuadro). En resumen los resultados se plasman en el cuadro II.

CUADRO II

Muestra o grupo de muestras	LL	I.P.	% que pasa por el tamiz n.º 200 de la serie A.S.T.M.	Ensayo densidad máxima (/cm ³)	Humedad (‰)
a	27 a 40	12 a 28	60-90	1,76 a 1,88	14 a 18
b	32 a 38	14 a 18	50-90	1,88 a 1,92	13 a 14
c	40	20	-?	1,7	17

Asimismo conviene señalar que en una muestra tomada por nosotros en los alrededores de Bailén y ensayada por la Sección de Geotecnia y Prospecciones en el Laboratorio Regional, se obtuvo un 16,6 por 100 de carbonatos (expresados en % de CO₃Ca), un L.L. de 35, un I.P. de 20, pasando el 90 por 100 por el tamiz n.º 200.

De los afloramientos situados al sur del río Guadalquivir, donde predominan los colores grisáceos, se han recopilado datos de diversos ensayos realizados con motivo de las obras de mejora de varios tramos del F.C. Linares-Córdoba. Corresponden estos a muestras tomadas del grupo 321 a y del borde oeste del grupo 321 b; entre los p.k. 347,9 y 348, en los p.k. 348,150 y 348,225 (ambos al este de Villarrubia de la Reina, cuadrante 904,3 y entre los p.k. 371,050 y 381,85 (en el cuadrante 903-2). En resumen se tiene:

- L.L., del orden de 50 y superior.
- I.P., alrededor de 25
- ángulos de rozamiento intenso entre 23° y 32°
- cambios potenciales de volumen, en el ensayo de Lambe, del orden de 6 y superiores, estando pues en las zonas crítica y muy crítica.

Se debe señalar, que en los proyectos de las obras de saneamiento que se ejecutaban se exigía, para las obras de fábrica, cemento sulfuresistente, por los contenidos de sulfatos que se encontraban.

En terrenos similares se han tomado 4 muestras, que fueron ensayadas en el Laboratorio Regional por la Sección de Geotecnia y Prospecciones. Una (la d del cuadro III), en los taludes de la carretera N.IV del p.k. 341 (cuadrante 903-2); otra (la e del cuadro III), al sur del término denominado "La Torrentera" (cuadrante 904-2); y otras dos (la f y g del cuadro III) en el nivel inferior de una de las canteras próximas a Bailén, donde se presentaban las margas con tonos azules. En resumen se obtuvieron los resultados que se plasma en el cuadro III.

CUADRO III

Muestra	L.L.	I.P.	Carbonatos(*)	Sulfatos Solubles(*)	% que pasa por el Tamiz n.º 200
d	69	38	33,6%	presencia	100
e	65	34	44 %	presencia	99
f	42	18	17 %	presencia	96
g	45	21	7 %	0,80%	98

(*) (el contenido en carbonatos está expresado en % de CO_3Ca y el contenido en sulfato en % de SO_4).

Este grupo tiene una permeabilidad baja en general, y el drenaje superficial de las áreas ocupadas por él puede considerarse aceptable (si bien con problemas locales) en las áreas al sur del río Guadalquivir (grupo litológico 321 a), y de aceptable a deficiente en el área centrada en Bailén (grupo litológico 321 b). Es ripable. Su alterabilidad y erosionabilidad son de medias a altas, crecientes hacia el suroeste.

De los resultados expuestos anteriormente se deduce que la plasticidad es claramente mayor en los afloramientos del sur del Guadalquivir que en el resto. Para dichos afloramientos la plasticidad se puede calificar de alta o muy alta, y para el resto de media a alta.

Se debe preveer una agresividad potencial a hormigones, por la presencia de sulfatos encontrada, que será mayor en el grupo 321 a y afloramientos del 321 b al oeste de Villanueva de la Reina. En el resto este problema debe considerarse más que como general como un problema de carácter local, que se presentará en determinadas zonas.

También presenta el grupo problemas de asientos, que podemos calificar de acusados en las áreas al sur del río Guadalquivir. En estas áreas debe tenerse en cuenta la expansividad puesta de manifiesto con los resultados del ensayo de Lambe, que antes hemos expuesto. Asimismo, en estos afloramientos los taludes naturales son de muy variadas inclinación y altura, siendo en general inestables, con movimientos en la actualidad; podemos calificar a estas áreas como de una gran inestabilidad. Los afloramientos al norte del río Guadalquivir, que ocupan el área centrada en Bailén, son en general estables.

K) Areniscas y margas de la Estación de Bailén (321 c)

Litología

Este grupo geotécnico está constituido por areniscas de granos de cuarzo y carbonatos con cemento calcáreo escaso, alternando con margas arenosas (Fig. 25) de colores grises. El tamaño de grano es muy variable siendo en general fino.



Fig. 25. El grupo K (311 c), en la carretera de Jabalquinto a la estación del F.C. del mismo pueblo.

Estructura

Presentan en general buena estratificación, estando cabeceados hacia los valles. Corresponden estratigráficamente al nivel de las margas azules, pero con una litología más arenosa y mejor estratificación. Dan fuertes relieves en graderío.

Geotecnia

La permeabilidad del grupo varía con el mayor o menor predominio de niveles arenosos siendo en general de media a alta. El drenaje superficial de las áreas ocupadas por él es en general bueno. El grupo puede considerarse ripable, pues los niveles areniscosos, aunque pueden ser bastante duros, tienen en general poco espesor. Conviene señalar la erosión diferencial de los taludes de los desmontes, produciéndose pequeños y frecuentes desplomes por la mayor agresividad de los tramos margosos blandos. Su capacidad portante es en general alta. Se han observado taludes artificiales de alturas casi nunca superiores a los 5 m, en general subverticales, y siempre estables. Taludes naturales estables y de muy variadas inclinación y altura.

L) Areniscas de Jabalquinto (321 d)

Este grupo se presenta en pequeñas manchas en los alrededores de Bailén, y en la parte sureste del tramo.

Litología

Se trata de areniscas de tonos amarillentos, formadas por granos muy finos de cuarzo y carbonatos con cemento calcáreo, presentan baja cohesión y localmente presentan algún nivel margoso (Fig. 26).

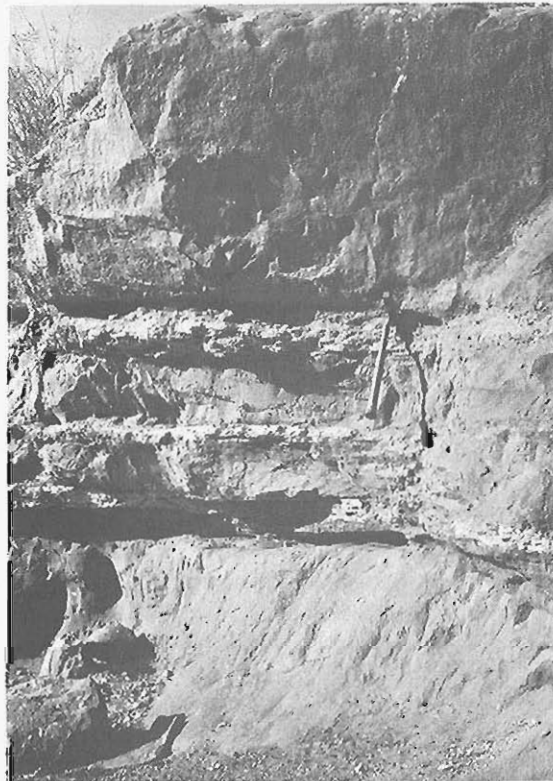


Fig. 26. Aspecto del grupo L (321 d), en las proximidades de Jabalquinto.

Estructura

Aparecen en bancos de algunos metros de espesor intercalados en el grupo 321 b, al cual dan cierta estabilidad. Presentan cambios laterales de facies así como acuñamientos. Originan plataformas y dan lugar a un relieve escalonado en el conjunto de formaciones en las que se interestratifican.

Geotecnia

Se trata de un grupo en general bastante ripable, que mantiene taludes verticales estables de alturas variables. Su permeabilidad es en general alta y el drenaje superficial de las áreas ocupadas por él aceptable. Capacidad portante alta.

M) Calizas fosilíferas de La Carolina (321 e)

Litología

Este grupo está constituido por calizas grisáceas con abundante fauna de ostreídos y pectínidos, con intercalaciones de margas blanquecinas y grisáceas.

Estructura

Estas calizas helvecienses culminan la serie terciaria en la zona de La Carolina. Tienen pequeña extensión geográfica y aparecen estratificadas en capas de 1 m de espesor.

Geotecnia

Este grupo carece prácticamente de importancia por su escasa representación, pudiendo emplearse como fuente de áridos para pequeñas obras de fábrica próximas, siendo de prever que produzcan alta proporción de finos en el machaqueo.

N) Conglomerados de La Muela (322 a)

Litología

Se trata de conglomerados sueltos de cantos de cuarzo y cuarcitas con matriz de margas areniscosas de colores rojizos. El tamaño de los cantos llega a 15 cm como máximo (Fig. 27).

Estructura

La estructura de este grupo es típica en glacia de sedimentación, tiene espesores muy variables y está casi siempre por encima de la cota de 400 m. Se encuentran estos materiales en extensas zonas cubiertas por un canturreal suelto muy característico, fosilizando a los terciarios marinos del centro de la cuenca y al Triás en los bordes. La reactivación de las fracturas del zócalo paleozoico ha afectado ligeramente a este grupo.

Geotecnia

Se trata de un conjunto bastante heterogéneo, apreciándose en los taludes abiertos en él diferentes mantos con contenidos variables de cantos. Su permeabilidad es de media a alta, dando áreas de drenaje superficial en general bueno. Son ripables y su erosionabilidad puede considerarse en general alta. Taludes naturales de alturas casi nunca superiores a los 15 m y de inclinaciones comprendidas entre 5° y 15°, siendo en general estables. Se han observado taludes artificiales estables de alturas entre 1 m y 3 m, y prácticamente verticales.



Fig. 27. Aspecto del grupo N (322a). Carretera N-IV. pK 305,50.

O) Areniscas y conglomerados del norte de Andújar (322 b y 322 c)

Litología

Este grupo está constituido por areniscas cuarzo-feldespáticas, con matriz margosa de colores pardo-rojizos (grupo 322 b), con abundantes cantos de cuarcitas y esquistos (grupo 322 c), de un tamaño medio de 4 cm. En la base de la formación predominan las areniscas margosas sobre los cantos y hacia el techo, los cantos sobre las areniscas. Este grupo geotécnico tiene una cohesión mayor que el grupo N (322 a), sobre todo en las zonas de poco relieve en que se desarrollan caliches.

Estructura

Se trata de auténticos paleocoluviales poco evolucionados, procedentes de la destrucción del suelo desarrollado en los paleozoicos durante el Mioceno. Dicha destrucción debe de estar relacionada con un cambio climático-morfológico acontecido a finales del Mioceno. Se encuentran fosilizando a los terciarios marinos y al Triás (Fig. 28). Por cambios laterales de facies evolucionan hacia el grupo N (322 a).

Geotecnia

Se trata de un conjunto heterogéneo de características variables. En general son ripables y su permeabilidad es de media a baja, dando áreas con drenaje superficial aceptable, por las pendientes con que suele presentarse.

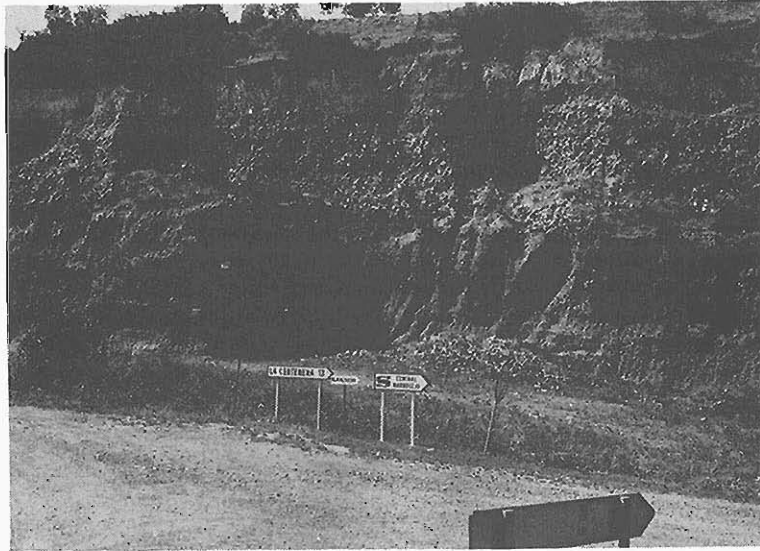


Fig. 28. Contacto erosivo entre el grupo O (322 b) y el I (211), (2), en las proximidades de la Central de Marmolejo.

Los materiales margosos tienen una plasticidad media. El conjunto es erosionable y de capacidad portante alta. Se han observado taludes artificiales estables de alturas comprendidas entre 1 m y 3 m, y prácticamente verticales.

P) Margas y costras travertínicas de Marmolejo (322 d)

Litología

Se trata de un conjunto de gran heterogeneidad constituido por materiales margosos, areniscosos y conglomeráticos sobre los que se desarrolla un sistema complejo de travertinización. Estos materiales presentan aspectos muy variados, desde conglomerados de cantos de cuarzo y cemento carbonático, hasta facies gredosas blanquecinas con cantos blancos (arcillosos). La cohesión es muy baja en condiciones naturales, endureciéndose por exposición al aire.

Estructura

Esta formación aparece en discordancia erosiva con los materiales infra-yacentes, areniscas y conglomerados del BUNT, facies litorales y margas del Terciario marino, defendiendo a estos últimos de la erosión.

Geotecnia

En una nuestra tomada en las proximidades de la carretera de Marmolejo a Arjonilla, cerca de la estación de Marmolejo (al suroeste del cuadrante 904-3) y ensayada en el Laboratorio Regional por la Sección de Geotecnia y Prospecciones, se obtuvieron: L.L. de 27, I.P. de 7, un 73 por 100 de carbonatos (expresados en % de CO_3Ca) y pasó el 75 por 100 por el tamiz nº 200. Así pues la plasticidad es baja, clasificándose según Casagrande como CL-ML, y como A-4 en la clasificación H.R.B. Puede presentar problemas locales de asentamientos, así como de inestabilidad en taludes importantes (si bien dada la topografía no parecen ser precisos).

La permeabilidad del grupo es de media a baja, y el drenaje superficial puede en algunas zonas ser deficiente. La ripabilidad es variable, aunque en general alta. Se pueden considerar como erosionables.

Q) Conglomerados de Espeluy y Las Tiesas (T a)

Se presenta en manchas aisladas, en general de pequeña extensión.

Litología

Este grupo está constituido por conglomerados de cantos de cuarcitas, cuarzo, dolomías y pizarras con un tamaño medio de 3-4 cm, con abundante matriz areno-limosa de granos de cuarzo y cuarcita y cementado por carbonatos. Presentan una cohesión elevada (Fig. 29).



Fig. 29. Terraza segunda (Ta) en la carretera de Villanueva de la Reina a Espeluy.

Estructura

Comprende este grupo dos niveles, uno a 60 m sobre el cauce actual del río Guadalquivir (terrazza segunda) y otro a 80 m (terrazza primera) que es el que origina el Cerro de las Tiesas. El espesor de ambas formaciones no supera en ningún caso los 4 m.

Geotecnia

Es un grupo bastante estable. Presenta problemas de ripabilidad, si bien atenuada por el poco espesor que suele presentar. Su capacidad portante es elevada, no presentándose problemas de drenaje en las áreas ocupadas por él.

R) Conglomerados y limos de Andújar (T b)

Litología

Estos conglomerados están constituidos por cantos de cuarcita, calizas, areniscas, pizarras, grauvacas y cuarzo, con abundante matriz limo-arenosa

y escasamente cementado. En algún caso presentan un cambio lateral a facies de limos arenosos con algún canto disperso.

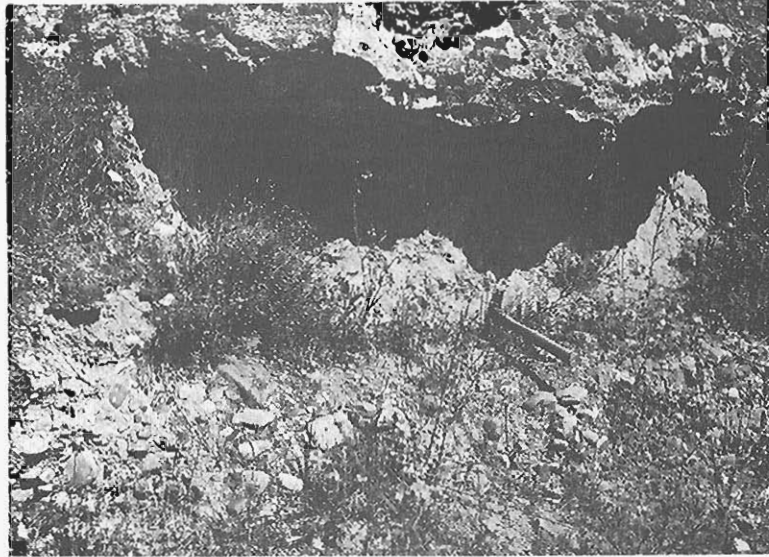


Fig. 30. Terraza superficialmente endurecida y de pequeño espesor, en la margen derecha del río Rumbero.

Estructura

Este grupo ocupa un nivel morfológico situado entre 47-26 m sobre el cauce actual del río Guadalquivir, correspondiente a la tercera terraza. El espesor es muy variable no superando los 4 m (Fig. 31).



Fig. 31. Terraza tercera (Tb), sobre las margas del grupo J (321 b), en las proximidades del puente sobre el río Guadalquivir en la carretera de Villanueva de la Reina a la carretera N-IV.

Geotecnia

El grupo es en general ripable, aunque superficialmente aparece endurecido y presenta problemas de drenaje en algunas áreas. A veces tiene presencia de materia orgánica. Constituyen graveras naturales. La capacidad portante es en general buena y el grupo está en general estabilizado, fig. 30.

S) Conglomerados de la estación de Espeluy (T c)

Litología

Se trata de un conglomerado de cantos y bloques de cuarcita y cuarzo muy redondeados, con matriz arenosa; intercalados con ellos aparecen niveles de granulometría más fina, materiales muy sueltos.

Estructura

Los conglomerados ocupan una cota entre 19 y 17 m sobre el cauce actual del río Guadalquivir. Están situados sobre las "margas azules" a las que protegen de la erosión dando cornisas muy características.

Geotecnia

El grupo es ripable. Constituye graveras naturales, explotadas en la actualidad. Está en general estabilizado. Su permeabilidad es en general alta.

T) Limos y gravas de la Casa de los Quinteros (T d)

Litología

Estas terrazas están constituidas por un conjunto de materiales muy heterogéneos que van desde gravas, hasta limos, con todos los pasos intermedios. Tienen abundante materia orgánica y están muy sueltos.

Estructura

Forman el lecho de inundación del río Guadalquivir y también se encuentran en grandes depósitos en las partes cóncavas de sus meandros (Fig. 32).

Geotecnia

La permeabilidad del grupo es en general baja, presentando problemas locales de drenaje. Deberán preverse problemas derivados de la presencia de materia orgánica, así como posibles asientos diferenciales.

U) Coluviales de Los Alarcones (C, c)

Litología

Coluviales constituidos por materiales de muy diversa naturaleza: gravas con matriz areno-límoda, arenas de cuarzo y feldespato, limos, etc.

Estructura

Estos materiales se encuentran formando depósitos más o menos extensos situados en las laderas de las formaciones de las que proceden.

Geotecnia

Las características geotécnicas de este grupo son muy variadas, dando en

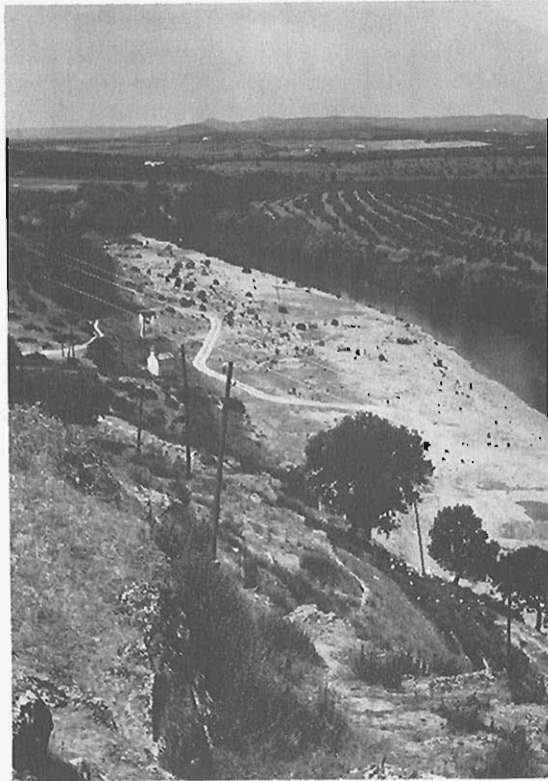


Fig. 32. Lecho de inundación del río Guadalquivir en las proximidades de Espeluy.

general zonas inestables, presentándose con pendientes de medias a elevadas. Se trata de un grupo de escasa representación e importancia en el tramo.

V) Conos de deyección del río Guadiel (D, d)

Litología

Se trata de conos de deyección constituidos por materiales de naturaleza limo-arenosa muy sueltos.

Estructura

Se sitúan en las laderas de los valles excavados sobre materiales miocenos, debido a la alta erosionabilidad de dichos materiales.

Geotecnia

Se trata de un grupo de permeabilidad baja y plasticidad de media a alta que dan áreas de gran inestabilidad, con movimientos en la actualidad.

Y) Aluviales del río Rumblar (A, a)

Litología

Estos aluviales están constituidos por gravas, arenas y limos sueltos y de naturaleza muy variable.

Geotecnia

Se presentarán problemas locales de agresividad derivados de la presencia de sulfatos así como posibles problemas de asentamientos.

Z) Escombreras de Los Guindos (W)

Litología

Este grupo geotécnico está constituido por las escombreras procedentes de la explotación de minas de sulfuros, cuyos componentes principales son gravas de pizarras areniscosas y satinadas y areniscas, granitos, cuarcitas, cuarzo filoniano, etc.

Estructura

Se trata de escombreras de pequeña extensión y escasa estabilidad

Geotecnia

Utilizables como préstamo.

3.2.4. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS QUE PRESENTA LA ZONA

Los problemas geotécnicos de esta zona se refieren también a las unidades geomorfológicas, definidas en el apartado 2.1.2., por considerar que se consigue una exposición más adecuada. Por tanto se tiene: (El orden de las unidades viene del apartado 3.1.4.).

d) Relieves exhumados

Tiene esta unidad poca extensión y se reduce a algunos tramos de los valles de los ríos actuales que se desarrollan sobre materiales graníticos y pizarrosos coronados por los del Trías (grupo I (211)). En ella se pueden señalar posibles desprendimientos de bloques de areniscas del grupo I (211).

e) Relieves tabulares

Ocupa esta unidad la mitad de la zona, desarrollándose fundamentalmente en los grupos J (321 b), K (321 c) y L (321 d). Caben señalar:

- Problemas locales de drenaje.
- Erosionabilidad de media a alta.
- Plasticidad de media a alta.
- Problemas locales de asentamientos.
- Problemas de estabilidad en desmontes importantes, y en la actualidad en zonas de escarpes y conos de deyección.
- Posibles acuíferos a media ladera.

f) Relieves con flujo de terrenos

Se desarrolla esta unidad fundamentalmente en el grupo J (grupo litológico 321 a y zonas más al oeste del 321 b), ocupando casi toda la zona al sur del río Guadalquivir. Cabe destacar:

- Erosionabilidad alta.
- Plasticidad de alta a muy alta.
- Problemas de asentamientos, en general acusados.
- Agresividad potencial a hormigón.
- Gran inestabilidad con flujo de terrenos en la actualidad, movimientos en taludes actuales, así como deslizamientos.

g) Glacis post-miocenos

Se desarrolla esta unidad en los grupos N (322 a), O (322 b y 322 c) y P (322 d). Ocupa cierta extensión en la zona, fundamentalmente enlazando la zona noroeste con la unidad de relieves tabulares y el cuaternario del valle del río Guadalquivir. En ella se pueden señalar:

- Problemas de drenaje, en general poco acusados y muy variables, en función de la topografía.
- Peligro potencial de asientos diferenciales.
- Erosionabilidad media.
- Problemas de estabilidad en desmontes importantes, si bien no muy acusados y variables en función de la litología.

h) Aluviales y terrazas

Adquiere esta unidad cierta importancia por su extensión. Conviene señalar:

- Problemas locales de drenaje.
- Presencia de materia orgánica en los aluviales y terrazas más bajas.
- Agresividad potencial a hormigones en los tramos más bajos.
- Problemas derivados de la plasticidad e inestabilidad de los materiales sobre los que se asientan.

4. CONCLUSIONES GEOTECNICAS

4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS

En este apartado se valoran, con vistas al proyecto de carreteras, los factores topográficos, tectónicos, geotécnicos y de yacimiento de materiales. Se seguirá el esquema de zonas propuesto en el apartado 3, y para cada una de ellas se resumen y comentan los principales problemas geotécnicos, así como su alcance y significación.

4.1.1. ZONA NOROESTE

Se presentan en esta zona problemas topográficos de diversa categoría, siendo su mayor dificultad los profundos valles que la atraviesan, con laderas de fuertes pendientes.

Salvo en la parte norte donde se presentan materiales cuarcíticos, no hay grandes problemas de ripabilidad. No obstante, es conveniente efectuar en el proyecto concreto un plan de prospecciones sísmicas según el trazado, a efectos de delimitar las zonas de posible ripabilidad y las no ripables, ello tanto para los tramos sobre materiales graníticos como para los que se desarrollan en materiales pizarrosos.

Las áreas de la zona que están ocupadas por materiales graníticos, o bien son sensiblemente llanas (como las de las plataformas pretriásicas) con óptimas condiciones para el trazado de una vía de comunicación, o bien dan profundos valles, con problemas de desprendimientos de bloques y exigencias de importantes movimientos de terreno para un trazado adecuado (Figs. 13 y 14).

Las áreas desarrolladas en terrenos pizarrosos no presentan problemas topográficos tan acusados, pero siguen siendo importantes sobre todo en los valles de los grandes ríos (Figs. 33 y 12). Asimismo se plantearían en estas

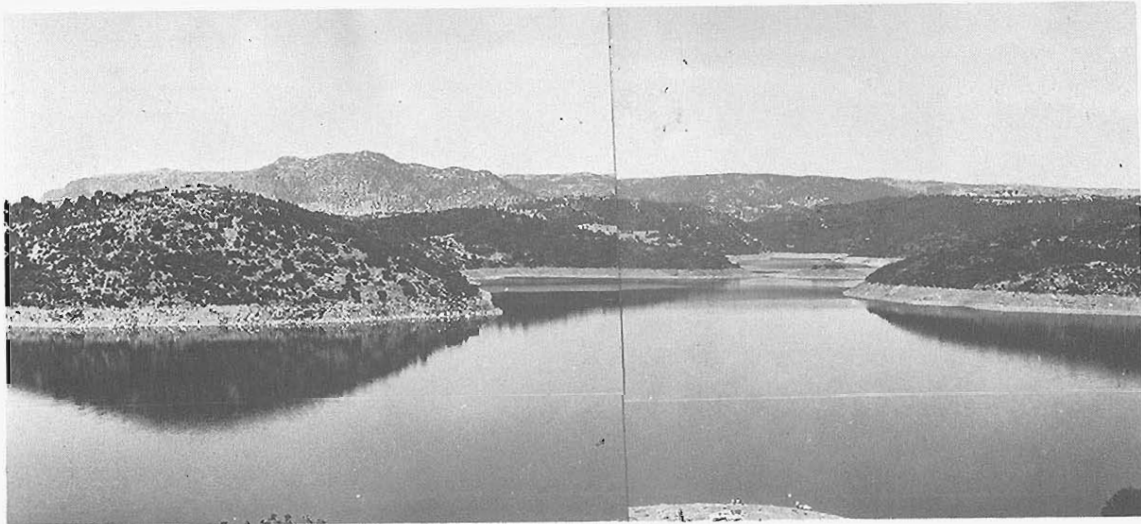


Fig. 33. Vista general del embalse del Rumblar, sobre pizarras del grupo 150 a y 100 a.

áreas problemas de estabilidad (Figs. 34, 16 y 17) en los taludes de los desmontes que se ejecutasen, que serían numerosos. No parece sin embargo que afectasen a grandes volúmenes, y es claro que un estudio local más exhaustivo puede fácilmente evitarlos, o cuando menos reducirlos.

Conviene señalar que si lo que se pretende es una vía de comunicación importante que atravesase el tramo desde la zona de La Carolina a la de Marmolejo-Andújar, no parece necesario hacerlo por esta zona, habida cuenta de la existencia de otra solución dentro del mismo tramo. Esto no es debido a que se planteen problemas geotécnicos acusados de elevado coste para contrarrestarlos, sino porque parece claro que el movimiento de tierras preciso es comparativamente mayor y el volumen de obras de fábrica (puentes, viaductos, túneles, etc.) pesaría bastante si se quiere dar un trazado de acuerdo con la importancia de la vía de comunicación que se proyecta.

Respecto a yacimientos de materiales es de señalar que no existen calizas en la zona. Las cuarcitas que afloran en la zona norte tienen poca extensión y su tectónica es relativamente complicada, planteando también los consabidos problemas para su explotación. Los granitos del batolito de los Pedroches, al norte de Andújar, son de buena calidad; salvando las partes

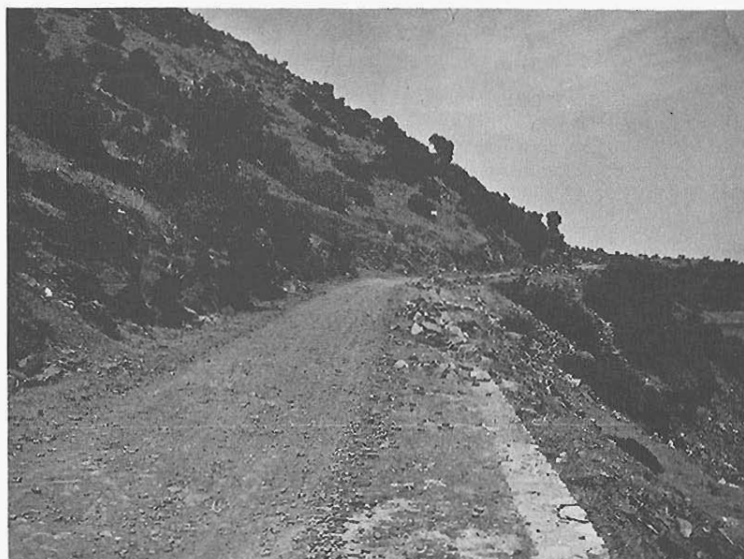


Fig. 34. Desprendimiento de pizarras en el grupo 010 a.

superficiales, se pueden obtener en ellos buenos yacimientos, en zonas de topografía adecuada.

En algunos puntos de los valles de los ríos importantes que atraviesan la zona se tienen yacimientos de materiales granulares, si bien relativamente de poco volumen.

En cuanto a compensación no hay ningún problema con los materiales de la zona, constituyendo los materiales pizarrosos un buen material para préstamos, dada su relativamente más fácil excavación.

4.1.2. ZONA SURESTE

En toda la Zona no hay dificultades topográficas acusadas, si bien hacia el noreste aparecen desniveles de cierta importancia, y en el suroeste la topografía se hace en general más movida.

En las áreas ocupadas por los glaciares post-miocenos, que hacia el centro de la zona hacen de transición a la zona anterior, la heterogeneidad litológica condiciona diversos problemas. Al estar surcados estos glaciares por ríos, arroyos y fracturas diversas, serán precisos en ellos desmontes de variada importancia, siendo de esperar problemas derivados de la inestabilidad de los mismos, sobre todo en aquellas áreas donde la ausencia de cantos favorece la inestabilidad de la formación. En general, la capacidad portante de estas formaciones es buena, si bien en los bordes de las mismas se verá disminuida por los efectos progresivos de la erosión y la propia inestabilidad potencial de dichas zonas. Deberán, no obstante, preverse la posibilidad de asentamientos diferenciales por la heterogeneidad propia de estos materiales. Se presentarán problemas de drenaje en las manchas sensiblemente llanas que coronan algunos cerros de la zona, si bien no serán muy acusados y dependerán del componente litológico predominante.

En el lado este de la zona, desde las proximidades de Espeluy hasta La Carolina (englobando Bailén y Jabalquinto), donde se desarrollan las formaciones miocenas de los grupos J (321 b), K (321 c) y L (321 d), la topografía es bastante llana con relieves tabulares característicos, más acusados hacia el norte (La Carolina) y el sur (Jabalquinto y Espeluy). Dentro de estas áreas no parecen precisos desmontes importantes (sobre todo hacia el centro), pero conviene señalar los posibles problemas que puede plantear su inestabilidad, los cuales serán menos acusados hacia el sur y sureste donde las intercalaciones de niveles arenosos son más frecuentes. No obstante se planteará siempre el problema de su erosionabilidad, así como la diferencial regresividad de los taludes hacia las áreas últimamente citadas, lo que originará pequeños desprendimientos que deben tenerse en cuenta en el proyecto.

En los bordes de estas formaciones en contacto con el río Guadiel, donde en general el Cuaternario tiene poco desarrollo, así como en algunos puntos de su contacto con el río Guadalquivir, se presentan claros signos de inestabilidad. Deben pues evitarse estas áreas, que además están surcadas por conos de deyección cuya influencia penetra algunos kilómetros.

En general, las condiciones de estos materiales son buenas cuando se discurre por zonas alejadas de los bordes y no se le exigen taludes importantes, exceptuando algunas áreas donde se presentan problemas de drenaje superficial. Para la cimentación de obras de fábrica no parece que existan problemas importantes, salvo en algunos tramos donde pudieran producirse asentamientos diferenciales (Fig. 35).

Hacia el sur y suroeste de la zona se encuentra el grupo geotécnico J (321 a y 321 b) con problemas geotécnicos importantes puestos ya de manifiesto en el capítulo anterior. Sus características son tales que la inestabilidad del grupo es manifiesta, y el inadecuado tratamiento de los tramos que sobre él se sitúan puede ser una fuente continua de problemas, sirviéndose como ejemplo el trazado del F.C. (Fig. 36), y el estado de algunas de las carreteras existentes. Aun en el relativamente reciente trazado de la carretera N-IV., entre los p.k. 330 y 342 (dentro del tramo), se aprecian con toda claridad corrimientos y deslizamientos en los taludes de los desmontes realizados en el grupo que nos ocupa, que si bien no son de un volumen importante, no deben dejar de preocupar, dado por otra parte los extremadamente tendidos y cuidados que se han proyectado (Figs. 37 y 24).

En resumen, si bien el grupo no plantea problemas insolubles, deben evitarse por principio las áreas morfológicamente inestables, que tan frecuentes son en él. En caso contrario estaríamos en lucha continua con las fuerzas naturales, originándose sobrecostes importantes y sin alcanzar, a nuestro juicio, soluciones totalmente seguras.

En cuanto a las obras de fábrica que se proyectan en él, no debe olvidarse

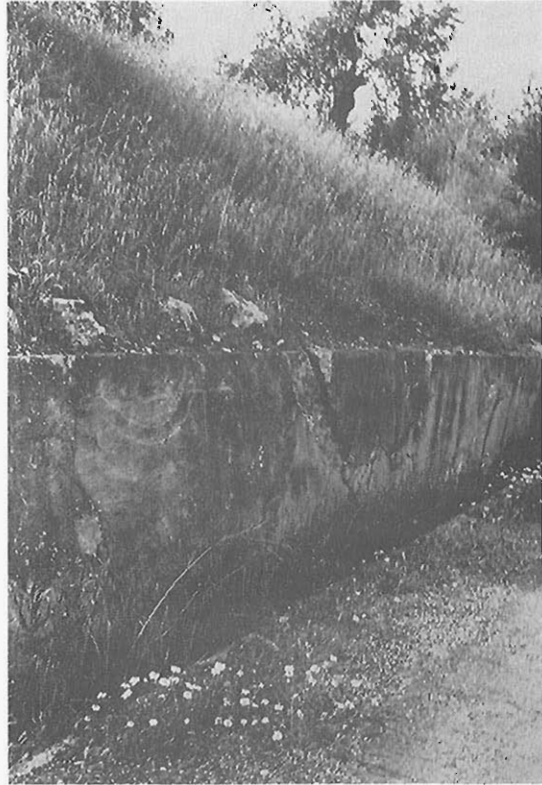


Fig. 35. Rotura, por "fluencia plástica" del grupo J (321 a) de un muro de contención en la carretera de Arjonilla a la carretera N-IV.



Fig. 36. Obras de contención y drenaje del grupo J (321 b) en el F.C. de Linares-Andújar, cerca de Villanueva de la Reina.

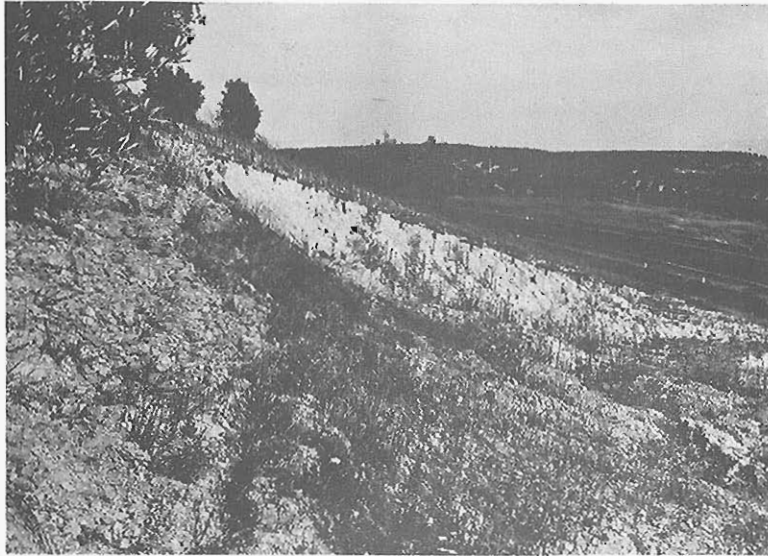


Fig. 37. Cabeza de deslizamiento en el grupo J (321 a), en un talud de la Carretera N-IV, km 332.

la agresividad potencial que presentan por el contenido en sulfatos encontrado en algunas muestras, particular que en cada caso debiera comprobarse.

Los terrenos cuaternarios del tramo, fundamentalmente terrazas y aluviales, adquieren importancia por su gran extensión relativa. Los niveles superiores de terrazas constituyen áreas en general estables, con frecuencia endurecidas, siendo por tanto adecuados los reconocimientos con sondeos mecánicos de diámetros no inferiores a 100 mm y/o prospección eléctrica, ligada a la observación de los taludes existentes, para determinar el alcance de la zona endurecida, así como el espesor de las mismas, habida cuenta que generalmente se desarrollan sobre el grupo J (321 a). La terraza más alta planteará problemas de ripabilidad en muchos tramos.

En los aluviales y terrazas más bajas se plantearán problemas de drenaje y una potencial agresividad a hormigones, dada la presencia de sulfatos encontrada en algunas muestras. No debe olvidarse la presencia de materia orgánica en los mismos.

En general, estas áreas presentan problemas potenciales de inestabilidad en sus bordes, por la erosión del río Guadalquivir, y potencialmente problemas derivados de la alta plasticidad de los materiales del grupo J(321 a) sobre el que se asientan. Queda pues patente la necesidad de los reconocimientos antes indicados para definir claramente sus espesores, que son bastante variables, así como sus características en los puntos concretos donde puedan ser precisas.

En cuanto a los planes de reconocimiento a nivel de proyecto, además de los apuntados para los tramos desarrollados sobre materiales cuaternarios, deben preverse prácticamente en todos los grupos geotécnicos. Así, en los tramos desarrollados sobre los grupos pliocenos, debe de efectuarse una adecuada toma de muestras para definir las características de los diferentes niveles litológicos, así como trabajos de prospección geofísica, que junto con sondeos mecánicos, permitan conocer el desarrollo de los mismos; se diferenciarán así los tramos conglomeráticos en general muy sueltos, los margosos y los tramos arenosos.

En los tramos miocenos la toma de muestras adquiere un nivel relevante, máxime en la unidad geomorfológica que venimos denominando relieves

con flujo de terrenos, debiendo controlarse también la situación de los niveles freáticos, sobre todo en aquellas zonas en que pudieran plantearse problemas de drenaje. A efectos del proyecto de taludes, sobre todo hacia el sureste, los trabajos deben orientarse al conocimiento de la importancia de los niveles arenosos, particular que también adquiere interés cuando sean precisas obras de fábrica.

Con respecto a yacimientos de materiales, los pequeños afloramientos de calizas en los alrededores de La Carolina pudieran servir como fuente de áridos para pequeñas obras de fábrica en las proximidades, si bien, como ya hemos señalado, fácilmente darán gran proporción de finos en el machaqueo. Yacimientos canterables en general no existen en la zona, pudiendo no obstante utilizarse los señalados en la otra zona.

Sin embargo, adquieren importancia en la zona los yacimientos de materiales granulares. Además de las terrazas bajas del río Guadalquivir, y en menor grado las de los ríos Guadiel y Rumberal, pudieran también explotarse algunos tramos del Plioceno, donde los niveles conglomeráticos están muy sueltos.

En cuanto a materiales para préstamos, los pliocenos son una buena fuente, debiendo no obstante realizarse ensayos adecuados para conocer las características de los niveles más margosos. Los materiales miocenos de los grupos M (321 e), L (321 d) y K (321 c), también constituyen buenos materiales para préstamos, debiendo no obstante tomar las precauciones antes apuntadas para los tramos margosos. Los materiales del grupo J (321 b) en los afloramientos centrados en la zona de Bailén, parecen también adecuados para compensaciones, extremando las precauciones en cuanto al análisis de características.

Los materiales del grupo J que afloran al sur y suroeste del tramo (grupo litológico 321 a y algunas zonas del 321 b) deben evitarse para los fines anteriores por sus características ya comentadas anteriormente.

4.2. CORREDORES SUGERIDOS

De acuerdo con lo expuesto en el apartado anterior, se presenta en la figura 38 un esquema de los corredores de trazado del tramo, siempre con las limitaciones y condiciones puestas de manifiesto en todo lo anterior.

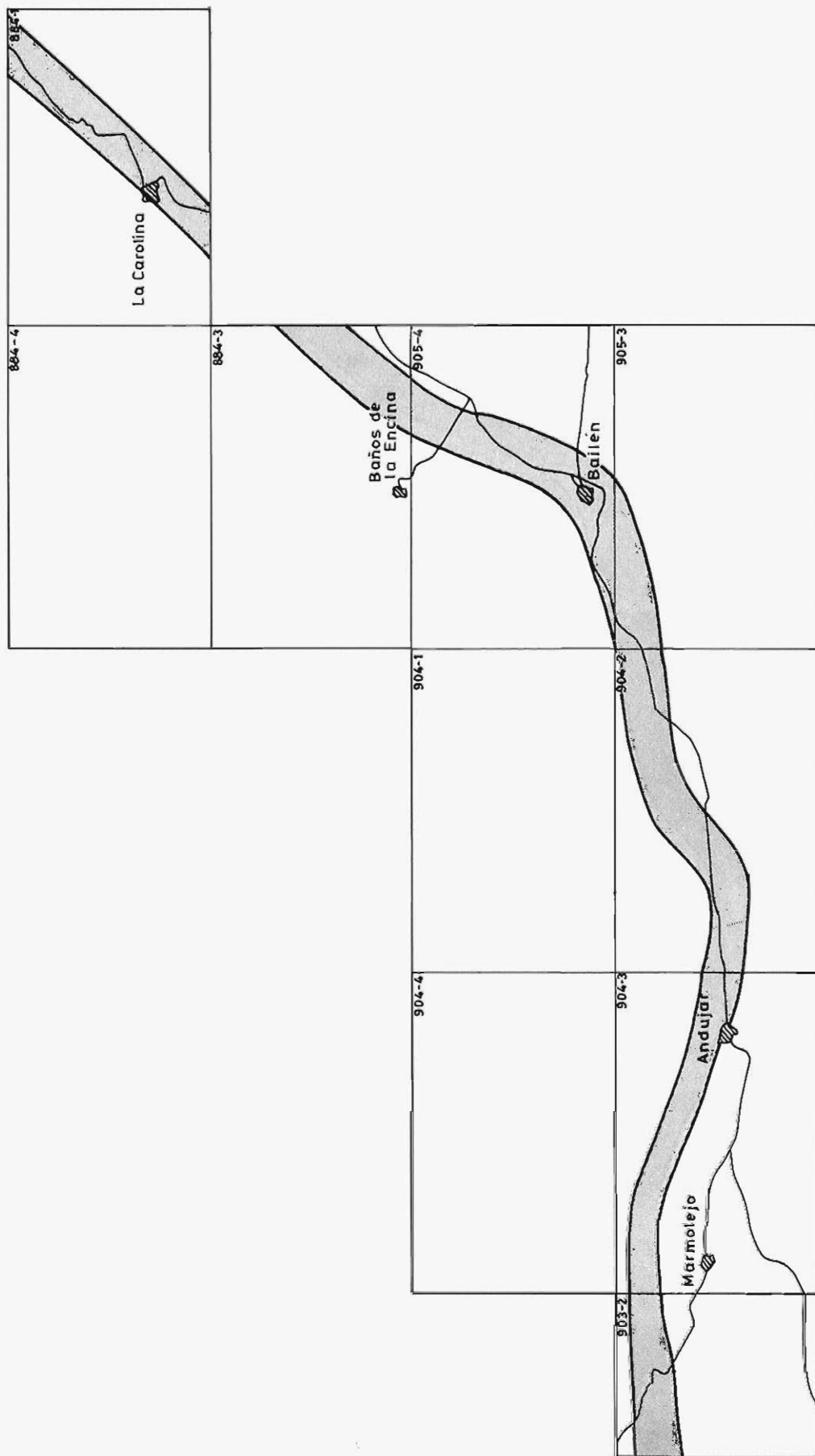


Fig. 38. Corredores surgieridos.

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

5. ESTUDIO DE YACIMIENTOS

5.0. INTRODUCCION

No existen en el tramo canteras importantes que hayan sido explotadas, quizá debido al escaso volumen de obras efectuadas, y a que han tratado siempre de aprovechar los recursos situados a pie de obra.

Quizá el factor más importante es la presencia de ingentes cantidades de áridos de baja calidad acumulados en escombreras resultantes de la explotación de las minas ubicadas en la región.

Hemos dividido el conjunto de yacimientos en tres tipos fundamentales: canteras, graveras y escombreras.

Ante la imposibilidad de dar canteras que estén en producción y que sean de cierta cuantía hemos preferido señalar en el "Esquema de situación de yacimientos" las zonas que pueden ser objeto de explotación en una cuantía que justifique los gastos de puesta en marcha de una estación de machaqueo (Fig. 39).

5.1. CANTERAS

Las únicas masas canterables del tramo las constituyen los granitos. En los lugares en los que la morfología lo permite pueden abrirse buenos frentes de explotación.

Los afloramientos graníticos de pequeña extensión, v.gr. el stock del Cortijo de Los Salcedo, a pesar de estar cerca de la Carretera N-IV, no puede aconsejarse como posible cantera debido al tipo de granitos de grano muy grueso, con un grado de alterabilidad muy elevado.

Los materiales pizarrosos pueden ser utilizados como préstamos, localmente aparecen niveles más cuarcíticos que pueden eventualmente constituir yacimientos para pequeñas obras.

No parece aconsejable la explotación de las areniscas del Trías (grupo I (211)), pues a pesar de que suelen ser bastante duras darían un coeficiente de aprovechamiento bajo, debido ello a la intercalación de tramos margosos y a su pequeño espesor.

En las proximidades de La Carolina existen capas calcáreas de hasta 1,5 m y bastante extensión superficial, que pudiera constituir un área canterable para alguna pequeña obra en sus proximidades. Es de prever que darían un exceso de finos en el machaqueo.

5.2. GRAVERAS

En las terrazas tercera y cuarta están situadas las graveras más importantes.

Tienen un volumen prácticamente ilimitado, sin embargo tienen un contenido en limos elevado, lo cual hace que disminuya el coeficiente de aprovechamiento.

Los aluviales de algunos ríos se explotan como graveras, si bien son poco importantes en volumen (Fig. 40).

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

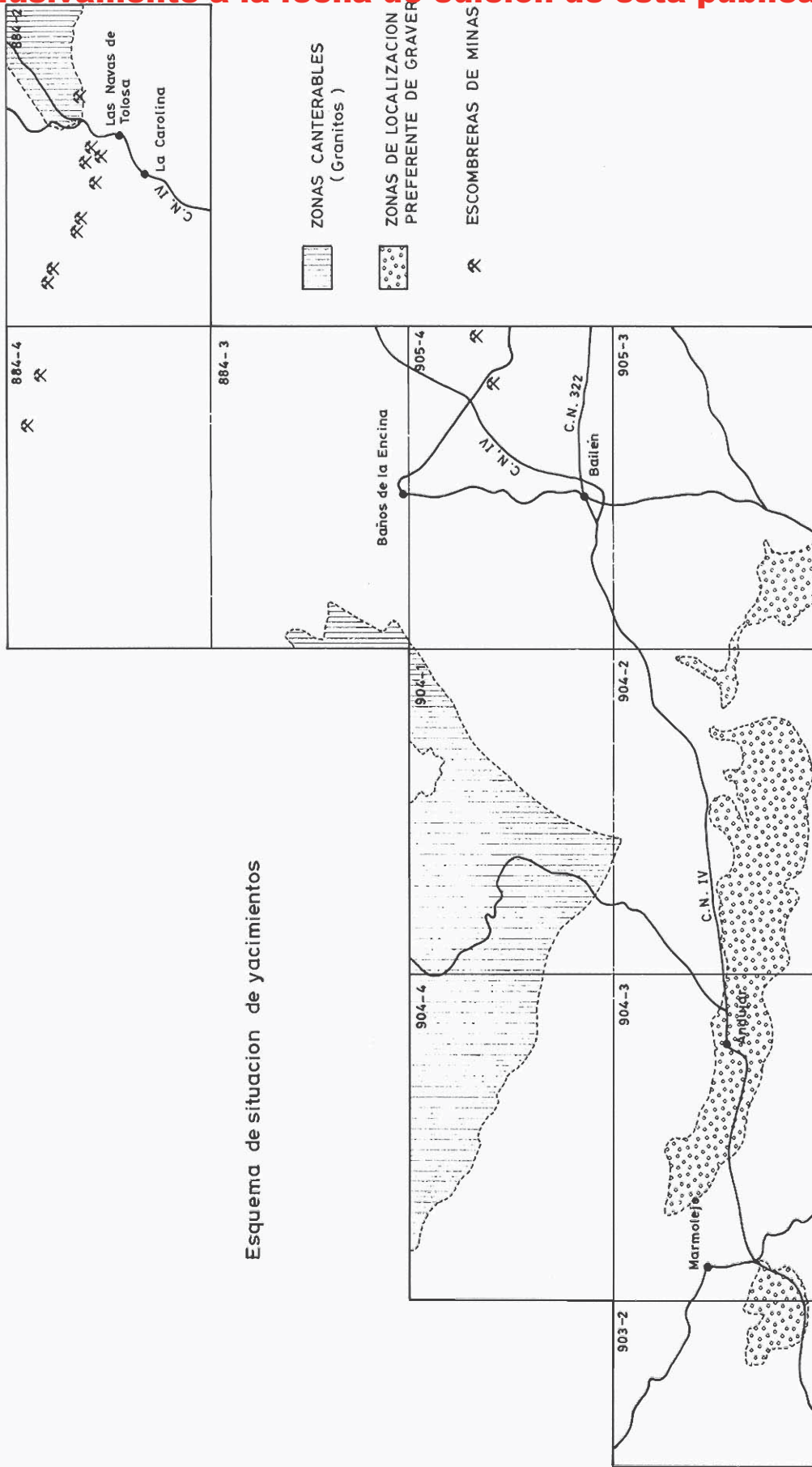


Fig. 39. Esquema de situación de yacimientos.

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



Fig. 40. Explotación de gravas en el río Rumblar.

Algunos plio-cuaternarios podrían constituir localmente graveras, aunque el contenido en material margo-arenoso suele ser elevado.

5.3. ESCOMBRERAS

Existen en el tramo gran cantidad de escombreras que podemos dividir en dos tipos fundamentales:

- a) Las que contienen pizarras y cuarcitas.
- b) Las que además de los materiales antes mencionados, presentan una proporción más o menos importante de granitos.

La presencia de sulfuros que pueden pasar por alteración a sulfatos hace que no sea recomendable la utilización de estas graveras como áridos en hormigones, pudiendo, sin embargo, utilizarse en aglomerados asfálticos. Aunque su heterogeneidad hace que sea necesario un machaqueo de los tamaños gruesos, su explotación resulta poco costosa y pueden en todo caso ser usados como préstamo y material de subbase.

6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

6.1. BIBLIOGRAFIA GEOLOGICA CONSULTADA

CABANAS, R.:

Las terrazas cuaternarias del Guadalquivir y sus afluentes en la provincia de Jaén. Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, 293-403. Madrid, 1957.

GUY TAMAIN, M.:

El Centenillo, zone de référence por l'étude de l'Ordovicien de la Sierra Morena Orientale (Espagne). C.R. Acad. Sc. París, 265, 389-392.

HENKE, W.:

Beitrag zur Geologie del Sierra Morena nördlich von La Carolina (Jaén). Abhands. Senckemberg. Naturf. Gesells, 39 Frankfurt. Trad. español Public. Extranj. Geol. España, C.S.I.C. 7, nº 2.

HERNANDEZ PACHECO, E.:

La Sierra Morena y la Llanura Bética (Síntesis Geológica), XIV Concurso Geol. Intern. Madrid, 1929. I.G.M.E.

HERNANDEZ PACHECO, F. y MACAU VILLAR, F.:

Descripción geográfico-geológica del itinerario Madrid-Cádiz por la C. N-IV (km 0 al 691). Bol. del Serv. Geol. de Obras Públicas nº 13. 1962.

PERAN, M et GUY TAMAIN, M.:

La "formación Campana" dans le Nord de la Province de Jaen (Espagne). C.R. Acda. Sc. París, 265, 844-947. 1967.

PERCONIG, E.:

Sur la constitution géologique de l'Andalusie Occidentale, en particulier du bassin du Guadalquivir (Espagne Meridionale) Livre à la memoire du Professeur Paul Fallot consacré à l'évolution paleogéographique et structurale des domaines Méditerranés et alpine de l'Europe. Soc. Geol. de France, 229-256. 1962.

6.2. BIBLIOGRAFIA GEOTECNICA CONSULTADA

Informe sobre el puente del Guadalquivir del F.C. Puertollano-Córdoba". Servicio Geológico de Obras Públicas, 1929.

"Proyecto de saneamiento de la infraestructura de la vía, entre los km 347,900 y 348,333, de la línea Linares-Córdoba". Departamento de Instalaciones Fijas, R.E.N.F.E., 1972.

"Proyecto de saneamiento de la infraestructura de la vía, entre los km 348,150 y 348,225, de la línea Linares-Córdoba". Departamento de Instalaciones Fijas, R.E.N.F.E., 1972.

“Proyecto de saneamiento de la infraestructura de la vía, entre los km 371,350 y 371,900, de la línea Linares-Córdoba”. Departamento de Instalaciones Fijas, R.E.N.F.E., 1972.

“Proyecto de saneamiento de la infraestructura de la vía, entre los km 371,420 y 371,800, de la línea Linares-Córdoba”. Departamento de Instalaciones Fijas, R.E.N.F.E., 1972.

“Proyecto de saneamiento de la infraestructura de la vía, entre los km 381,500 y 381,850, de la línea Linares-Córdoba”. Departamento de Instalaciones Fijas, R.E.N.F.E., 1972.

“Resultados de los ensayos efectuados con tres muestras de suelos procedentes de Andújar”. Laboratorio del Transporte y Mecánica del Suelo, Madrid, Mayo, 1960.

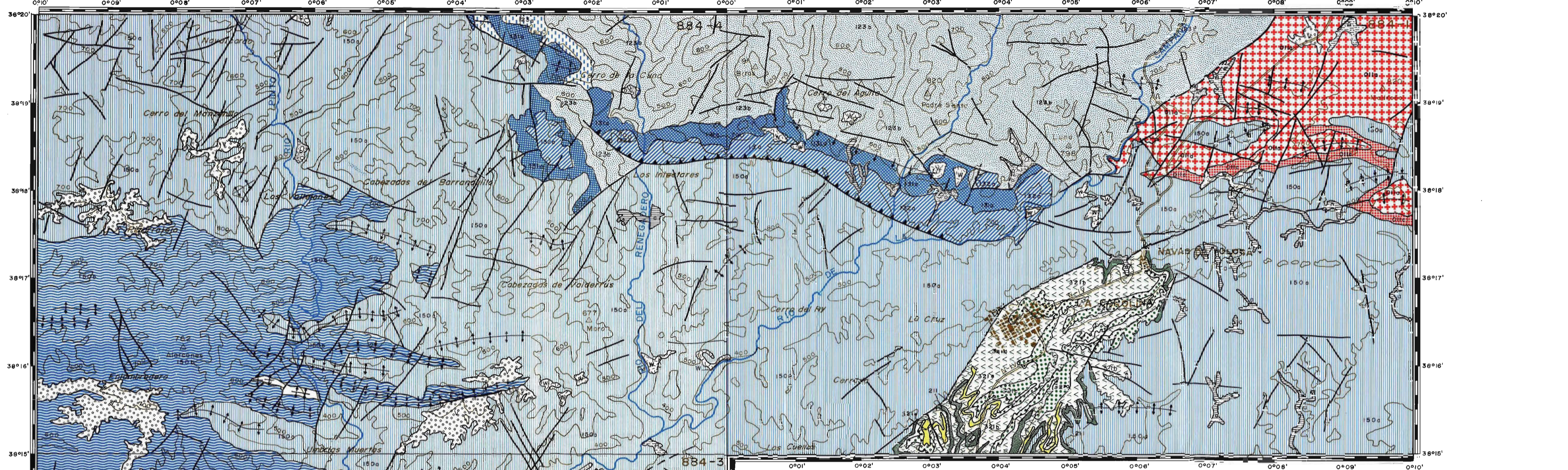
R.E.N.F.E. Departamento de Instalaciones Fijas: “Proyecto de saneamiento de la infraestructura de la vía entre los km 347,900 y 348,000 de la línea Linares-Córdoba. Enero, 1972.

“Proyecto de saneamiento de la infraestructura de la vía, entre los km 348,150 y 348,225 de la línea Linares-Córdoba”. Campaña de 1972.

“Proyecto de saneamiento de la infraestructura de la vía, entre los km 371,050 y 371,900, de la línea Linares-Córdoba”. Campaña de 1972.

“Proyecto de saneamiento de la infraestructura de la vía, entre los km 371,420 y 371,880, de la línea Linares-Córdoba”. Campaña de 1972.

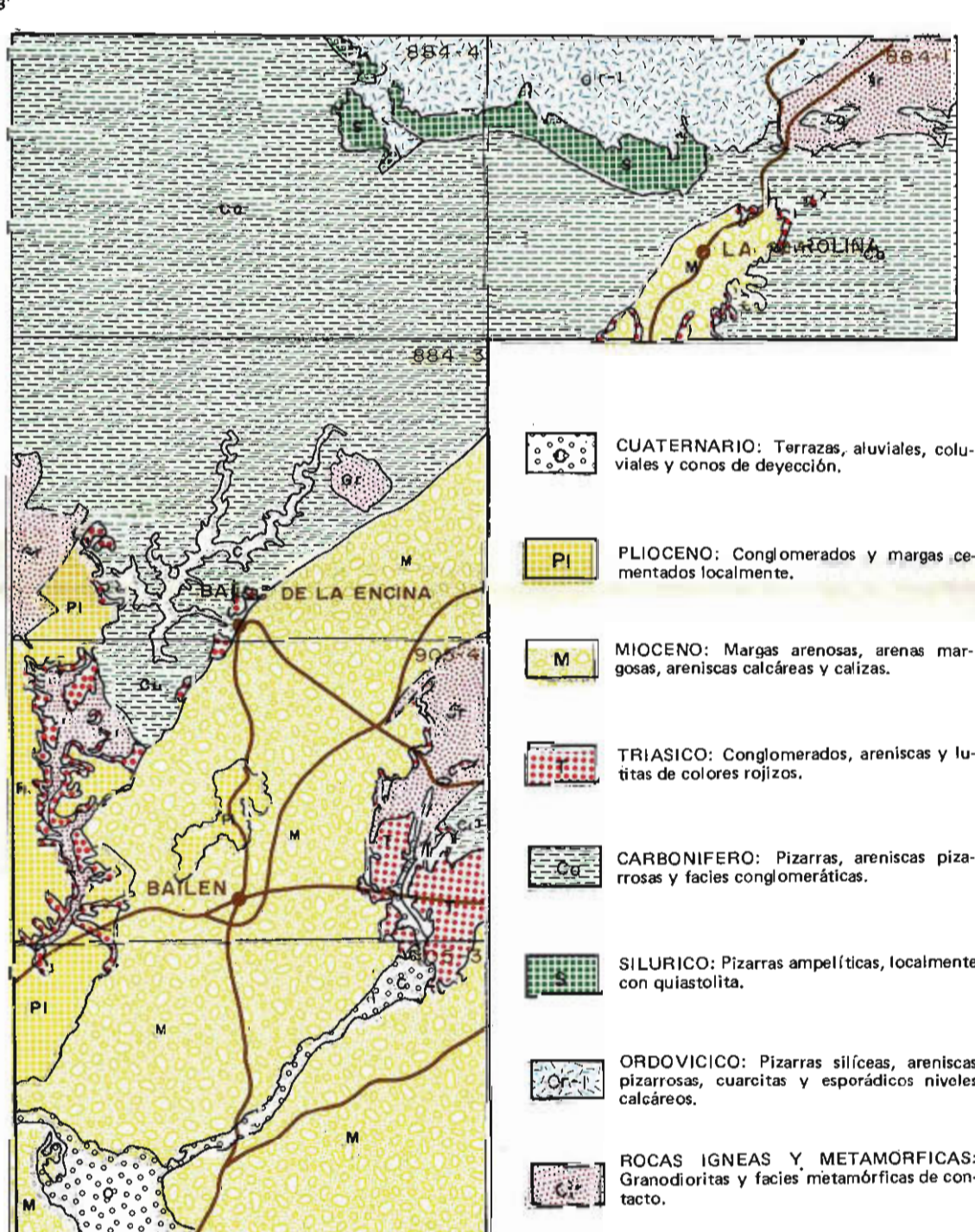
“Proyecto de saneamiento de la infraestructura de la vía, entre los Km 381,500 y 381,850, de la línea Madrid-Sevilla”. Febrero, 1972.



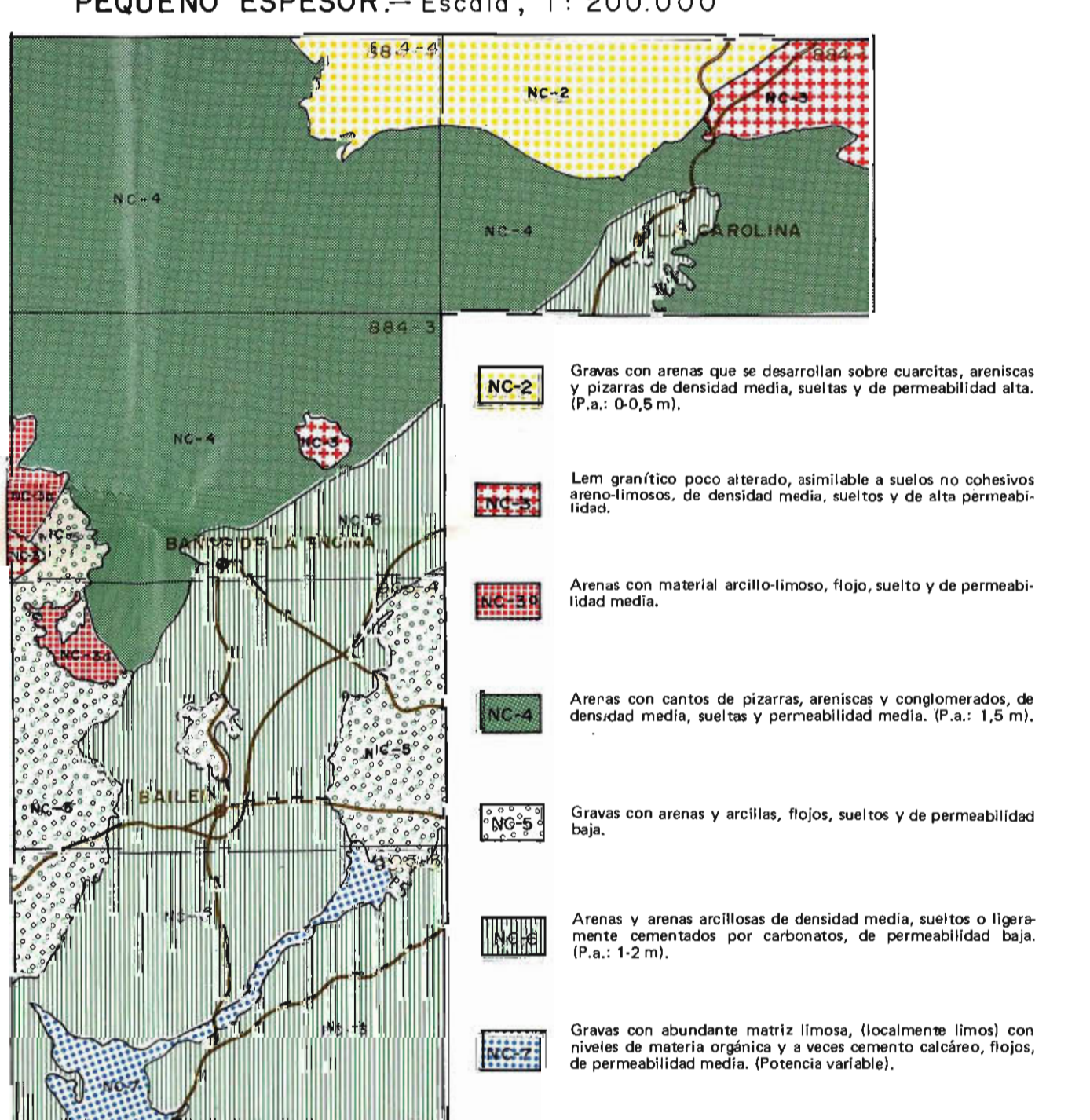
MAPA LITOLOGICO - ESTRUCTURAL Escala, 1:50.000

- FORMACIONES GRANITICAS Y GRANITIZADAS**
- Granodioritas y adamellitas que presentan en los bordes de batolitos y stocks facies porfíricas, con abundantes enclaves de naturaleza esquistosa a todas las escalas, así como diques aplíticos. Son discordantes con las rocas anexas (post-orogénicas). Permeabilidad variable según el grado de alteración y dislocado, drenaje superficial aceptable; localmente pueden ser muy ripables en las capas superficiales alteradas; taludes naturales de muy variada inclinación y altura, estables; peligro potencial de desprendimientos en los cuadrantes 90-1 y 90-4, al norte de Añorbe (Hercinico).
 - Esquistos andalucíticos, pizarras y localmente esquistos cordillericos, con abundantes aplíticos y diques granítico-silíceos, corresponden a la aureola de contacto de los granitos (011 a). Permeabilidad variable según el grado de alteración y dislocado, drenaje superficial aceptable; ripables en la parte superficial alterada; estabilidad media; taludes naturales de muy variada inclinación y altura, estables. (Paleozoico indiferenciado, Pot. Indet.).
 - Pizarras y esquistos granitizados, y esporádicamente diques silíceos y facies de esquistos andalucítico, que están ampliamente mineralizados; representan el tránsito entre los grupos 011 b y 10 a. Permeabilidad variable, drenaje superficial aceptable; estabilidad alta en la parte superior alterada; taludes naturales estables: A-1, 20°-30°. (Paleozoico indiferenciado, Pot. Ind.).
- FORMACIONES PIZARRAS Y CUARCITICAS**
- Pizarras oscuras y pizarras silíceas atravesadas por microfisuras de cuarzo y localmente mineralizadas. Equistuidad vertical, estratificación no observable. Permeabilidad variable según el grado y espesor de alteración, drenaje superficial aceptable; aterabilidad variable según el grado de silificación; estabilidad en general alta en la parte superior; problemas de desprendimiento en los desmontes; taludes naturales estables: A-1, 20°-30°. (Paleozoico indiferenciado, Pot. Ind.).
 - Pizarras verdes y areniscas silíceas de grano medio con intercalaciones esporádicas de calizas fosilíferas de colores grises y cuarcitas blancueltas. Conjunto muy fracturado y tectónico. Características geotécnicas semejantes a las del grupo 123 b. (Ordovícico Sup., P.a.: 400-500 m).
 - Constituido por los materiales del grupo 123 a y una serie superior de pizarras areniscas de colores pardos. Conjunto muy fracturado y tectónico. Permeabilidad variable, drenaje superficial aceptable; taludes naturales estables: 1, 20°-20°. (Carbonífero-Devónico, P.a.: 500-700 m).
 - Cuarcitas y areniscas de grano medio de colores claros en bancos masivos separados por lechos de pizarras areniscas. Disarmonía tectónica con los materiales subyacentes. Permeabilidad de media a alta, drenaje superficial bueno; topografía en general agreste, con problemas locales de desprendimientos; taludes naturales estables de inclinación y altura muy variada (hasta 1, subverticales). (Albigiense, P.a.: 80 m).
 - Pizarras negras quartzolíticas con mineralizaciones de sulfuros; fracturas cicatrizadas por cuarzo hidrotermal. Aparecen a lo largo de una gran fractura de dirección este-oeste. Permeabilidad variable con el grado de alteración y fracturación, drenaje superficial aceptable; ripables en la parte superficial alterada; problemas de desprendimientos en los desmontes; taludes naturales de muy variada inclinación y altura, estables. (Lindenberg-Weinloch, Pot. Ind.).
 - Pizarras satinadas de color pardo con intercalaciones lenticulares de areniscas silíceas amarillentas de grano medio y conglomerados con cantos de 2 cm, de naturaleza silicea. Ligamiento discordante sobre los materiales subyacentes. Permeabilidad variable según el grado de alteración y fracturación, drenaje superficial aceptable; ripables en la parte superficial alterada, de espesor variable; taludes naturales estables: 1, 15°-20°. (Carbonífero, Pot. aprox.: 500 m).
 - Pizarras areniscas, microporcelanadas y pizarras satinadas con esquistoides de flujo, cicatrizadas por microfisuras de cuarzo. Tránsito gradual hacia el grupo 150 a. Características geotécnicas similares a las del grupo 150 a, si bien la ripabilidad es más alta y la aterabilidad mayor y más profunda. (Carbonífero, P. Ind.).
- FORMACIONES DETRITICAS**
- Margas de colores grises y verducosas con intercalaciones de niveles areniscos de colores amarillentos. Hacia el este pasan al grupo anterior (021 a) haciéndose las intercalaciones areniscas más abundantes hacia el este. Baja permeabilidad, drenaje superficial variable (de aceptable a deficiente); ripables; plasticidad creciente hacia el este (variable de alta a media); en general características similares al grupo 21 a en los afloramientos situados al suroeste y próximos a él; presencia de sulfatos según la zona. (Helvecense-Burdigaliense, P.a.: 100 m).
- FORMACIONES DETRITICAS**
- Areniscas amarillentas de grano en general fino de naturaleza silicea y calcárea con cemento calcáreo (a veces sulfato), alternando con niveles margo-arenosos de colores grises. Dan relieves fuertes y en grado. Permeabilidad de media a alta, drenaje superficial aceptable; ripabilidad variable; localmente orogénicas; estabilidad protente alta; taludes artificiales resiguivos diferenciadores; taludes naturales de muy variada inclinación y altura, en general estables. (Burdigaliense, P.a.: 15-150 m).
 - Areniscas de grano fino, de naturaleza silicea y calcárea. Aparecen en bancos masivos. Permeabilidad en general alta, drenaje superficial aceptable; ripabilidad variable, en general alta, capacidad portante alta (Helvecense, P.a.: 30 m).
 - Conglomerado de cantos silíceos con matriz margo-arenosa de colores rojizos; el grado de cementación y la proporción de matriz son variables. Permeabilidad de alta a alta, drenaje superficial aceptable; ripabilidad variable, en general alta, siempre función del grado de cementación; taludes naturales estables de A, 6°-10°. (Plioceno, P.a.: 20 m).
 - Areniscas de cuarzo y feldspatos con matriz margosa de colores pardo-rojizos, con cantos de cuarcitas. Permeabilidad media, drenaje superficial aceptable; ripabilidad en general alta; erosionabilidad de media a alta; alta capacidad portante. (Plioceno, P.a.: muy variable).
- FORMACIONES CALCAREAS**
- Calizas grises compactas con abundante fauna de ostras y pectínidos, con intercalaciones escasas de margas de colores grises. Capas de 1 m de espesor y escasa continuidad lateral. Las características geotécnicas no son definidas a causa de su reducido espesor. (Helvecense, P.a.: 10 m).
- FORMACIONES SUPERFICIALES**
- Gravas, arenas y limos sueltos de naturaleza muy variable. Aluviales de escasa representación. Problemas locales de agresividad derivados de la presencia de sulfatos; problemas de asientos. (Cuaternario, P. variable).
 - Eluviales sobre distintas formaciones, de naturaleza litológica variable según el material de los que proceden. Las características geotécnicas vienen condicionadas por los materiales infraestructurados de los que proceden (Cuaternario, P. variable).
 - Gravas con matriz arenolimosas, arenas de cuarzo y feldspato, limos arenosos, etc. Coluviales situados en general zonas inclinadas, presentándose con pendientes de media a elevada. (Cuaternario, P. variable).
 - Materiales de naturaleza limo-arenosa. Conos de deyección formados en las laderas escarpadas de las formaciones miocenas. Permeabilidad alta; aterabilidad de media a alta, dan áreas de gran inestabilidad, con movimientos en la actualidad. (Cuaternario, P. variable).
 - Conglomerados de cantos y bloques de cuarzo y cuarcita con matriz arenosa. Constituye el nivel morfológico de la terraza cuarta (9-17 m). Permeabilidad elevada, ripabilidad alta. Son explotados en la actualidad como gravas en muchos puntos. (Cuaternario, P.a.: 3 m).
 - Conglomerados de cantos de cuarzo, cuarcitas y areniscas, con matriz limo-arenosa, sueltas. Proporciona el nivel morfológico de la terraza tercera (26-40 m). Permeabilidad en general alta, aunque superficialmente endurecidos, altamente ripables; drenaje superficial en general aceptable; taludes naturales estables. (Cuaternario, P.a.: 3 m).
 - Conglomerados de cantos de cuarcita y cuarzo, con matriz limo-arenosa y cemento calcáreo. Constituye el nivel morfológico de la terraza primera (80 m) y segunda (80 m) del Guadalquivir y afluentes. Permeabilidad variable, drenaje superficial en general aceptable; generalmente ripables, si bien localmente pueden presentar problemas; taludes naturales estables. (Cuaternario, P.a.: 3 m).
 - Escombros procedentes de la explotación minera. Escasa estabilidad. Utilizables como préstamo.

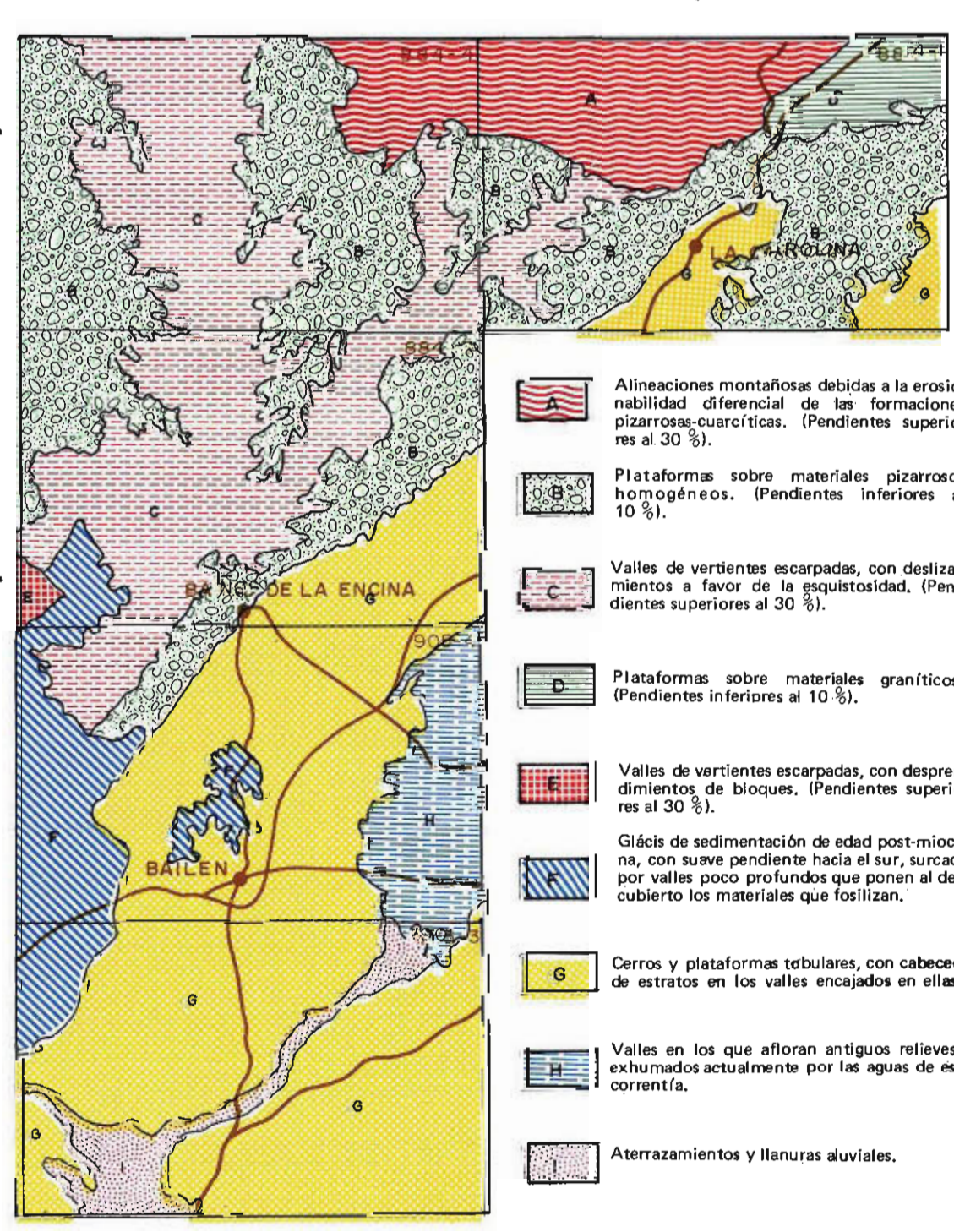
ESQUEMA GEOLOGICO.- Escala, 1:200.000



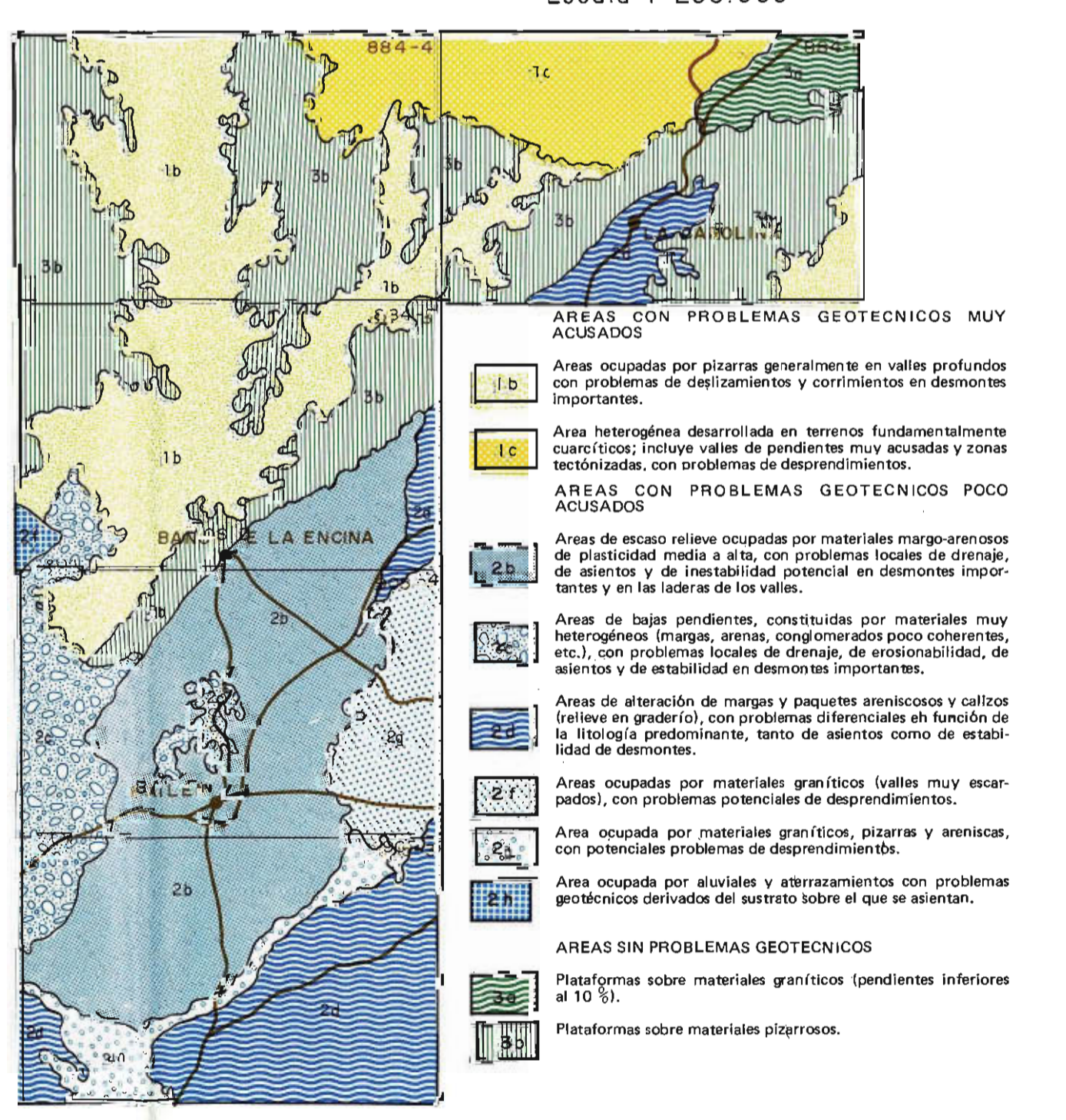
ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR.- Escala, 1:200.000

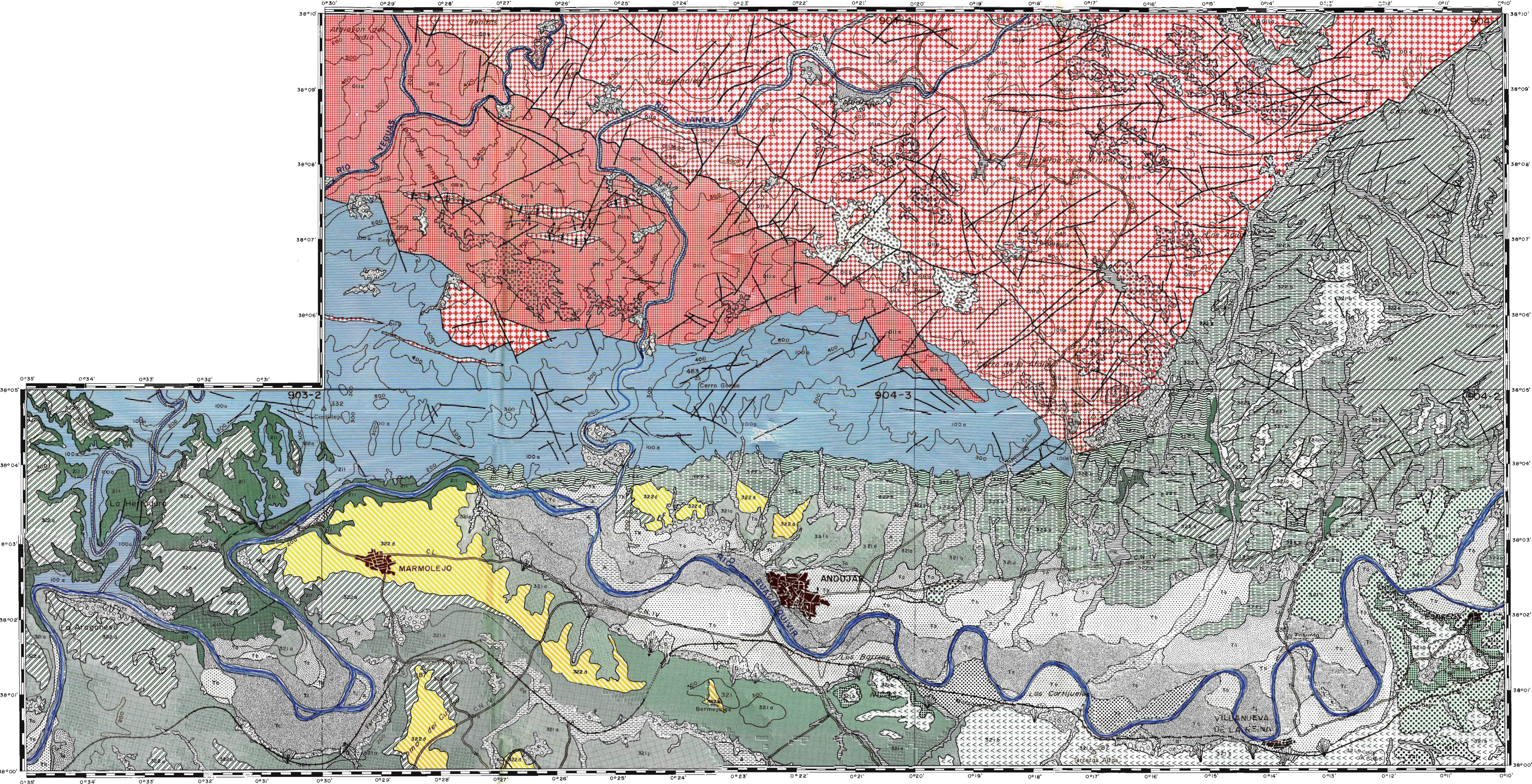


ESQUEMA MORFOLOGICO.- Escala, 1:200.000



ESQUEMA GEOTECTONICO.- Escala 1:200.000





MAPA LITOLOGICO - ESTRUCTURAL Escala, 1:50.000

FORMACIONES GRANITICAS Y GRANITIZADAS

- Granodioritas y admetitas que presentan en las bordes de tonos y facies porfíricas, con abundantes enclaves de naturaleza esquistosa y todas las escalas, así como diques aplíticos. Son discordantes con las rocas encamadas (paleozoicas).
- Equistos andalucíticos, pizarras y localmente esquistos cordilíficos, con abundantes apófisis y diques granítico-fielíticos. Corresponden a la aureola de contacto de los granitos (O11a). Permeabilidad variable según el grado de alteración y diaclasado.
- Pizarras y esquistos granitizados, y esporádicamente diques sieníticos y facies de esquistos andalucíticos, que están ampliamente mineralizados; representan el tránsito entre los grupos O11, b y 10a. Permeabilidad variable, drenaje superficial aceptable; ripabilidad alta en la parte superior alterada; estabilidad de media a alta según la intensidad de granitización; taludes naturales estables. (Paleozoico indiferenciado, Pot. fidedi).

FORMACIONES PIZARRASOS Y CUARCITICAS

- Pizarras oscuras y pizarras silíceas atravesadas por diaclásicos de cuarzo y localmente mineralizadas. Esquistoides verticales, serraficación no observable. Permeabilidad variable según el grado y espesor de alteración; drenaje superficial aceptable; aterabilidad variable según el grado de silicificación; ripabilidad en general alta; capacidad portante; problemas de deslizamientos en los desmontes; taludes naturales estables. (Paleozoico indiferenciado, Pot. fidedi).

FORMACIONES DETRITICAS

- Lutitas arcillosas violáceas, areniscas de cuarzo y micas con cemento silíceo de colores rojos, y conglomerados silíceos de cantos silíceos y matriz lutítico-arenisca, en disposición generalmente horizontal. Discordantes sobre el Paleozoico. Grupo de características geotécnicas muy heterogéneas; ripabilidad variable, de alta a baja; permeabilidad de media a baja; drenaje superficial en general aceptable; taludes naturales estables subterrestres. (Bunzlindstein, P.a.: 10-100 m).
- Margas localmente arenosas de colores verdosos (colores amarillentos por exposición a la meteorización). No se observan estructuras. Baja permeabilidad; drenaje superficial en general aceptable con algunos problemas locales; ripabilidad variable; taludes naturales de muy variada inclinación y altura en general inestables, con movimiento de terreno en la actualidad; presencia de sulfatos. (Helvecense-Burdigaliense, P.a.: 100-200 m).
- Margas de colores grises y verdosos con intercalaciones de niveles arenosos de colores amarillentos. Hacia el este pasan al grupo anterior (C21 a) haciéndose las intercalaciones arenosas más abundantes hacia el Este. Baja permeabilidad; drenaje superficial variable (de aceptable a deficiente); ripables; plasticidad creciente hacia el Oeste (variable de alta a media); en características similares al grupo C21 a en los afloramientos situados a 50 y próximos a él; presencia de sulfatos según las zonas (Helvecense-Burdigaliense, P.a.: 200 m).

FORMACIONES DETRITICAS

- Areniscas amarillentas de grano en general fino aligerado con niveles margo-arenosos de colores grises. Dan relieves fuertes y en gradío. Permeabilidad de media a alta; drenaje superficial aceptable; ripabilidad en general alta; capacidad portante alta. (Helvecense, P.a.: 30 m).
- Areniscas de grano fino, de naturaleza silíceo y calcárea. Aparecen en bancos masivos. Permeabilidad en general alta; drenaje superficial aceptable; ripabilidad variable, en general alta; capacidad portante alta. (Helvecense, P.a.: 30 m).
- Conglomerados de cantos silíceos con matriz arenisca de colores rojos; el grado de cementación y la proporción de matriz son variables. Permeabilidad de media a alta; drenaje superficial aceptable; ripabilidad aceptable, en general alta, siempre función del grado de cementación; taludes estables B1, M, P11P2 (Plioceno, P.a.: 20 m).
- Areniscas de cuarzo y feldspatos con matriz margosa de colores pardo-rojizos, con cantos de cuarzo. Permeabilidad media; drenaje superficial aceptable; ripabilidad en general alta; capacidad portante; (Plioceno, P.a.: muy variable).
- Conglomerado de cantos de cuarzo-esquistos con abundante matriz margosa, sueltas, de colores pardo-rojizos. Permeabilidad de media a baja; drenaje superficial aceptable; alta. (Plioceno, P.a.: muy variable).
- Margas areniscas y conglomerados, ampliamente cementados, por carbonatos, y costras travertínicas con cantos. Permeabilidad en general baja; ripabilidad variable aunque en general alta; erosionables; taludes naturales estables. (Plioceno, P.a.: muy variable).

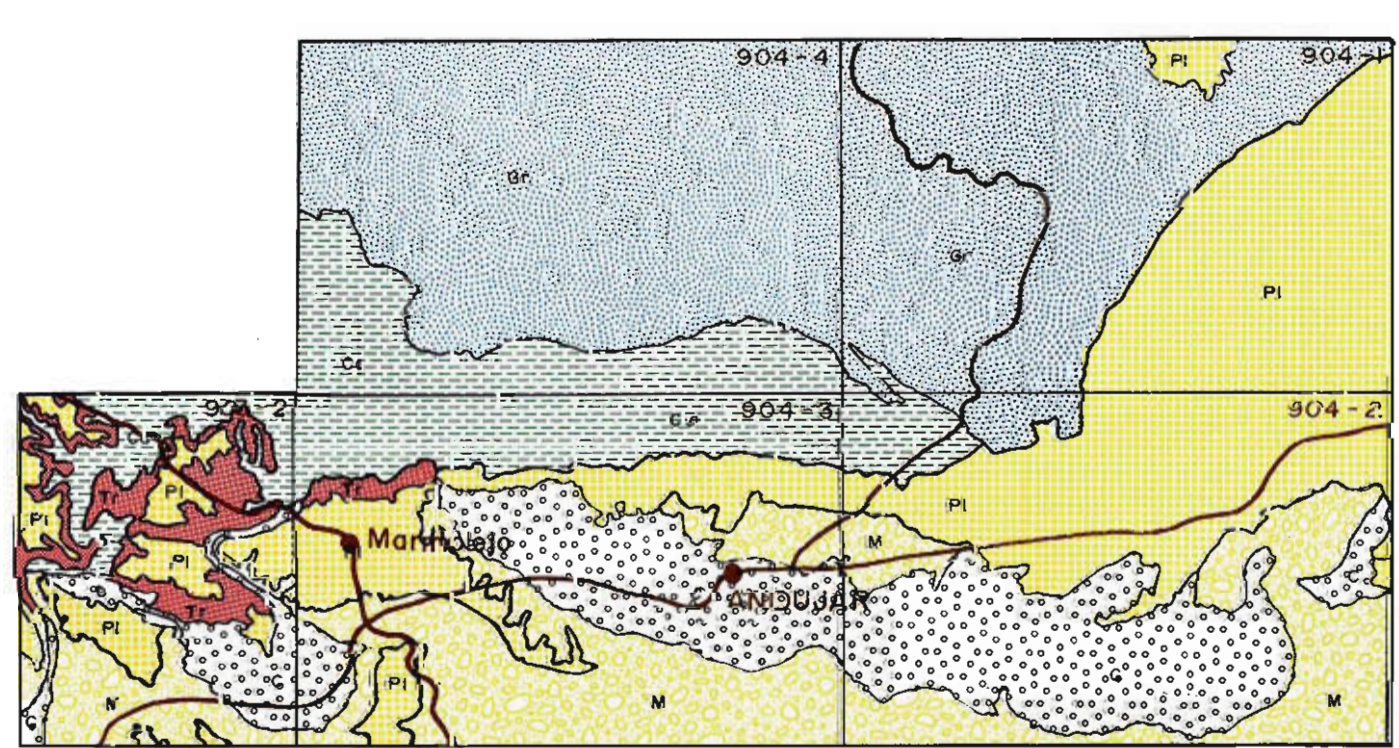
FORMACIONES SUPERFICIALES

- Gravas, arenas y limos sueltos de naturaleza muy variable. Aluviales de escasa representación. Problemas locales de agresividad derivados de la presencia de sulfatos; problemas de asentamiento. (Cuaternario, P.a.: variable).
- Gravas con matriz arenolimo-arenosa, arenas de cuarzo y feldspato, limos arenosos, etc. Coluviales situados en la ladera de las formaciones de las que proceden. Características geotécnicas muy variadas, dando en general zonas inestables, presentándose con pendientes de medias a elevadas. (Cuaternario, P.a.: variable).

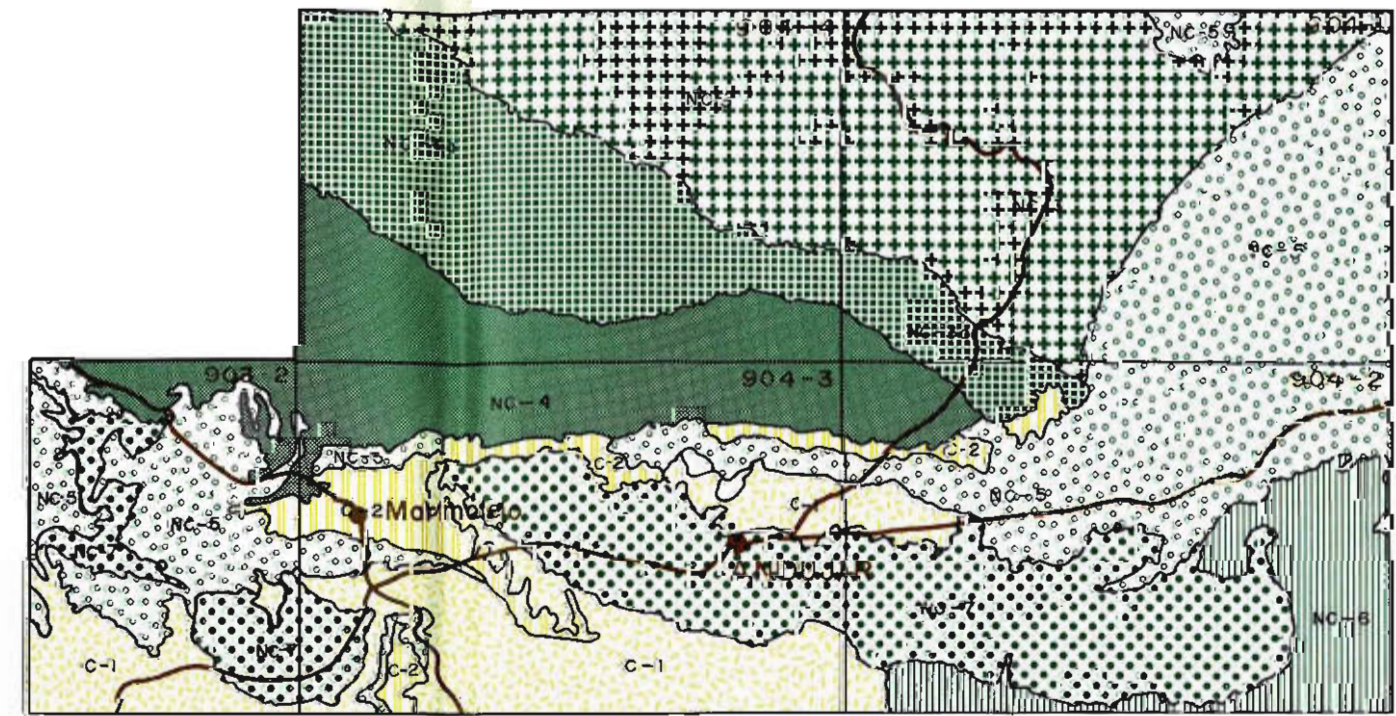
FORMACIONES SUPERFICIALES

- Aluviales sobre distintas formaciones de naturaleza litológica variable según el material de los que proceden. Las características geotécnicas vienen condicionadas por los materiales intrayentes de los que proceden. (Cuaternario, P.a.: variable).
- Materiales de naturaleza limo-arenosa. Conos de deyección formados en las laderas escarpadas de las formaciones miocenas. Permeabilidad baja; plasticidad de media a alta, dan área de gran inestabilidad, con movimientos en la actualidad. (Cuaternario, P.a.: variable).
- Conglomerados, arenas y limos de naturaleza muy variable. Ocupan el lecho mayor del río Guadalquivir. Permeabilidad variable, en general baja; ripabilidad alta; problemas locales de asentamiento. (Cuaternario, P.a.: 3-5 m).
- Conglomerados de cantos y bloques de cuarzo y cuarzo con matriz arenosa. Constituye el nivel morfológico de la terraza cuarta (9-17 m). Permeabilidad elevada; ripabilidad alta son explotados en la actualidad como gravas en muchos puntos. (Cuaternario P.a.: 3 m).
- Conglomerados de cantos de cuarzo, cuarcita y areniscas, con matriz limo-arenosa, sueltas. Proporciona el nivel morfológico de la terraza tercera (26-40m). Permeabilidad en general alta, aunque superficialmente endurecidos, altamente ripables; drenaje superficial en general aceptable; taludes naturales estables. (Cuaternario, P.a.: 3 m).
- Conglomerados de cantos de cuarzo y cuarzo, con matriz arenolimo y cemento calcáreo. Constituye la terraza primera (80m) y segunda (90m) del Guadalquivir y afluentes. Permeabilidad variable; drenaje superficial en general aceptable; generalmente ripables, si bien localmente pueden presentar problemas; taludes naturales estables. (Cuaternario, P.a.: 3 m).

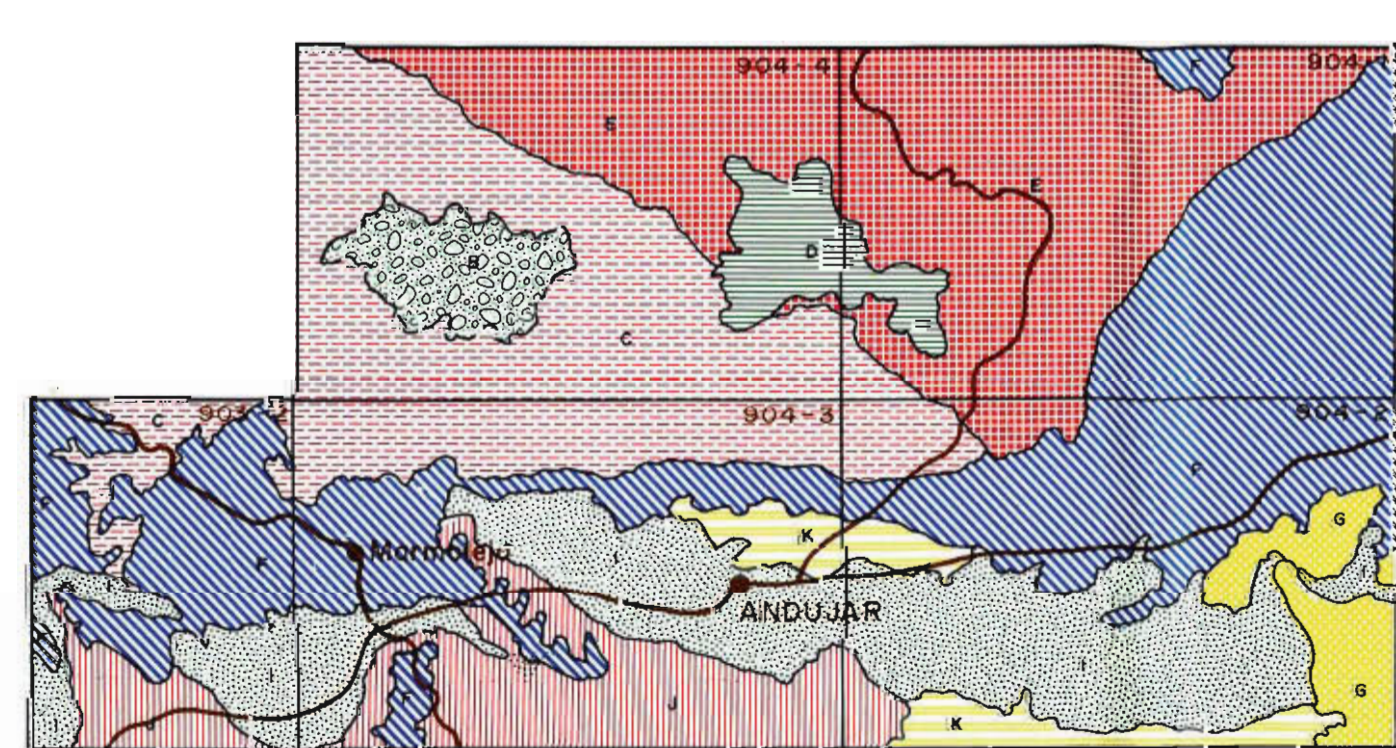
ESQUEMA GEOLOGICO. - Escala, 1:200.000



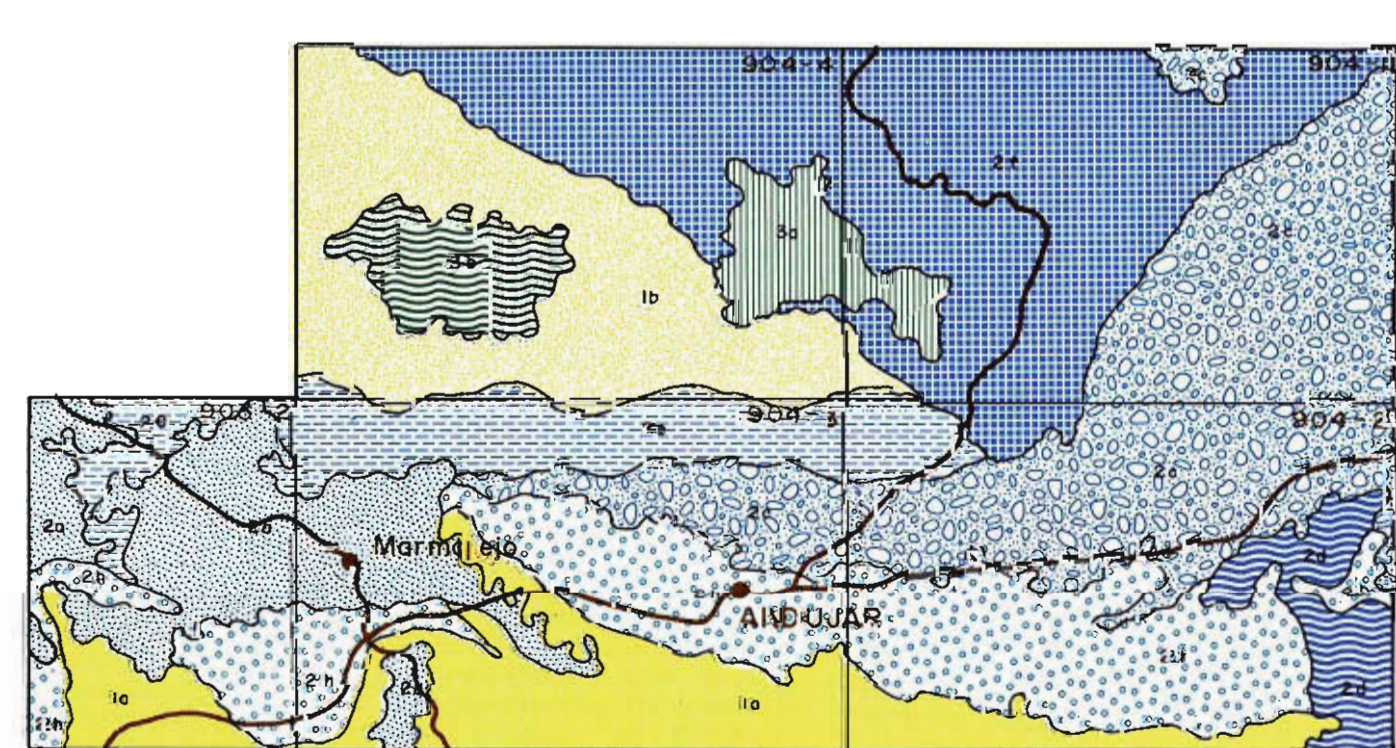
ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR. - Escala, 1:200.000



ESQUEMA MORFOLOGICO. - Escala, 1:200.000



ESQUEMA GEOTECNICO. - Escala, 1:200.000



- CUATERNARIO: Terrazas, aluviales, coluviales y conos de deyección.
- PLIOCENO: Conglomerados y margas cementadas localmente.
- MIOCENO: Margas arenosas, arenas margosas, areniscas calcáreas y calizas.
- TRIASICO: Conglomerados, areniscas y lutitas de colores rojos.
- CARBONIFERO: Pizarras, areniscas pizarrosas y facies conglomeráticas.
- ROCAS IGNEAS Y METAMORFICAS: Granodioritas y facies metamórficas de contacto.

- Lan granítico poco alterado, asimilable a suelos no cohesivos franco-limosos, de densidad media, sueltos y de alta permeabilidad.
- Arenas con material arcillo-limoso, flojo, suelto y de permeabilidad media.
- Arenas con cantos de pizarras, areniscas y conglomerados, de densidad media, sueltas y permeabilidad media (P.a.: 1-5 m).
- Gravas con arenas y arcillas, flojas, sueltas y de permeabilidad baja.
- Arenas y arenas arcillosas de densidad media, sueltas o ligeramente cementadas por carbonatos, de permeabilidad baja. (P.a.: 1-2 m).
- Gravas con abundante matriz limosa, localmente limosa con niveles de materia orgánica y a veces cemento calcáreo. (Potencia variable).
- Arcillas y limos con abundante fracción arenosa, normalmente consolidados, de alta plasticidad y resistencia blanda.
- Arcillas y limos con fracción arenosa, cementados por carbonatos normalmente consolidados, de baja plasticidad y resistencia media.

- Plataforma sobre materiales pizarrosos homogéneos. (Pendientes inferiores al 10 %).
- Valles de vertientes escarpadas, con deslizamientos a favor de la esquistosidad. (Pendientes superiores al 30 %).
- Plataformas sobre materiales graníticos. (Pendientes inferiores al 10 %).
- Valles de vertientes escarpadas, con deslizamientos de bloques. (Pendientes superiores al 30 %).
- Glacia de sedimentación de edad post-miocena, con suave pendiente hacia el Sur, surcada por valles poco profundos que ponen al descubierto los materiales que fossilizan.
- Cerros y plataformas tabulares, con cabeceo de estratos en los valles encajados en ellas.
- Aterrazamientos y llanuras aluviales.
- Cerros de pendientes onduladas, con deslizamientos en masa de las laderas.
- Zona de caracteres geomorfológicos intermedios entre los del grupo G y J.

- AREAS CON PROBLEMAS GEOTECNICOS MUY ACUSADOS.**
 - 1a) Área ocupada por margas de alta plasticidad, muy inestables, con movimientos de flujo de terrenos en la actualidad; problemas de asiento y agresividad potencial a hormigones. Peligrosidad elevada.
 - 1b) Área ocupada por pizarras generalmente en valles profundos con problemas de deslizamientos y corrimientos en desmontes importantes.
- AREAS CON PROBLEMAS GEOTECNICOS POCO ACUSADOS.**
 - 2a) Áreas generalmente llanas ocupadas por terrenos predominantemente margosos con problemas de drenaje, de asentamiento y de estabilidad, derivados de la formación subyacente.
 - 2b) Áreas de bajas pendientes, constituidas por materiales muy heterogéneos (margas, arenas, conglomerados poco coherentes, etc.), con problemas locales de drenaje, de erosionabilidad, de asentamiento y de estabilidad en desmontes importantes.
 - 2c) Áreas de alteración de margas y paquetes areniscos y calizas (relieve en gradío), con problemas diferenciados en función de la litología predominante, tanto de asentamiento como de estabilidad de desmontes.
 - 2d) Área desarrollada en pizarras (relieves no muy acusados), con problemas locales de estabilidad en desmontes.
 - 2e) Áreas ocupadas por materiales graníticos (valles muy escarpados), con problemas potenciales de deslizamientos.
 - 2f) Área ocupada por aluviales y aterrazamientos con problemas geotécnicos derivados del sustrato sobre el que se asientan.
- AREAS SIN PROBLEMAS GEOTECNICOS**
 - 3a) Plataformas sobre materiales graníticos (pendientes inferiores al 10 %).
 - 3b) Plataformas sobre materiales pizarrosos.

