



# estudio previo de terrenos



## **Autopista del Mediterráneo**

**TRAMO : GRANADA - VELEZ BENAUDALLA**

**MOP**

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

**73-07**

**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**

**AUTOPISTA DEL MEDITERRANEO**

**TRAMO: GRANADA – VELEZ BENAUDALLA**

**CUADRANTES:**

1026-1 y 2      PADUL

1041-1 y 2 (Parte) DURCAL

1042-3 y 4      LANJARON

**ESTUDIO 73-7**

**FECHA DE EJECUCION: DICIEMBRE 1973**

# INDICE

	Pág.
1. INTRODUCCION . . . . .	7
2. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO . . . . .	9
2.1 GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA . . . . .	9
2.2 ESTRATIGRAFIA . . . . .	11
3. ESTUDIO DE ZONAS . . . . .	15
3.0 ZONAS DE ESTUDIO . . . . .	15
3.1 ZONA 1: DEPRESIONES . . . . .	17
3.1.1 GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA . . . . .	17
3.1.2 COLUMNA ESTRATIGRAFICA . . . . .	20
3.1.3 GRUPOS GEOTECNICOS . . . . .	21
3.1.4 RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS QUE PRESENTA LA ZONA . . . . .	43
3.2 ZONA 2: RELIEVES ALPUJARRIDES . . . . .	45
3.2.1 GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA . . . . .	45
3.2.2 COLUMNA ESTRATIGRAFICA . . . . .	46
3.2.3 GRUPOS GEOTECNICOS . . . . .	48
3.2.4 RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS QUE PRESENTA LA ZONA . . . . .	61
3.3 ZONA 3: ELEVACIONES DE SIERRA NEVADA . . . . .	62
3.3.1 GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA . . . . .	62
3.3.2 COLUMNA ESTRATIGRAFICA . . . . .	62
3.3.3 GRUPOS GEOTECNICOS . . . . .	64
3.3.4 RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS QUE PRESENTA LA ZONA . . . . .	66
4. CONCLUSIONES GEOTECNICAS . . . . .	67
4.1 RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS . . . . .	67
4.2 CORREDORES DE TRAZADO . . . . .	69
5. ESTUDIO DE YACIMIENTOS . . . . .	73
5.1 CANTERAS . . . . .	73
5.2 GRAVERAS . . . . .	75
5.3 PRETAMOS . . . . .	77
5.4 YACIMIENTOS QUE SE DEBERAN ESTUDIAR CON DETALLE . . . . .	78
6. BIBLIOGRAFIA . . . . .	85
7. APENDICES . . . . .	87
7.1 ESTUDIO PETROGRAFICO DE ROCAS EN LAMINA DELGADA . . . . .	87
7.2 SISMICIDAD . . . . .	93

## 1. INTRODUCCION

El Estudio Previo de Terrenos del tramo Granada—Vélez de Benaudalla ha sido realizado por la Sección de Geotecnia y Prospecciones de la Dirección General de Carreteras, con la colaboración de GEOEXPERTS, S.A.

Tras los reconocimientos precisos del terreno, los datos obtenidos se han representado sobre fotoplanos a escala 1:25.000, los cuales se redujeron a la escala 1:50.000, logrando así un mapa litológico—estructural de conjunto. Igualmente se ha representado a escala 1:200.000 un esquema geológico, uno geotécnico, otro morfológico, y por último un esquema de suelos y formaciones de pequeño espesor.

A partir de las muestras de rocas recogidas en el campo se han realizado estudios petrográficos sobre lámina delgada, con el fin de obtener un mejor conocimiento de éstas.

Los símbolos empleados se han ajustado a las normas cartográficas proporcionadas por la Dirección General de Carreteras, en enero de 1973.

A continuación se indica el personal que ha supervisado y realizado el presente estudio:

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

D. Antonio Alcaide Pérez, Dr. Ingeniero de CC., CC. y PP.  
D. José Antonio Hinojosa Cabrera, Ingeniero de CC., CC. y PP.  
D. Jesús Martín Contreras, Lic. en Ciencias Geológicas

GEOEXPERTS, S.A.

D. Julio Corral Gradaille, Dr. Ingeniero de CC., CC. y PP.  
D. Andrés Vaquero Ruano, Lic. en Ciencias Geológicas  
D. Juan José Gómez Fernández, Lic. en Ciencias Geológicas

El área estudiada comprende los cuadrantes orientales de la hoja 1026, el cuadrante nor—oriental y parte del sur—oriental de la hoja 1041, y los dos cuadrantes occidentales de la hoja 1042.

## **2. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO**

Geológicamente el tramo está constituido por rocas sedimentarias terciarias y cuaternarias, filitas y rocas carbonatadas con diferentes grados de metamorfismo, pertenecientes al Permo-Triásico y al Triásico, y rocas metamórficas paleozoicas.

### **2.1 GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA**

La variedad litológica y estructural que presenta el área estudiada, junto con el clima como tercer condicionante morfológico, hacen que el terreno presente formas muy variadas.

El clima árido o semiárido, como factor común, origina un país bastante quebrado en líneas generales, en el que la red de drenaje discurre encajada, y la topografía está únicamente suavizada por las formas originadas mediante la acumulación de materiales de origen fluvial y coluvial.

En orden a esta variedad de formas del relieve se pueden diferenciar tres grandes unidades geomorfológicas.

La primera de estas unidades estaría constituida por las zonas que presentan un relieve deprimido respecto a las circundantes (depresiones intramontañosas). Estas cuencas están ocupadas por materiales terciarios y cuaternarios, y el tramo estudiado comprende parte de una de estas cuencas, la denominada depresión de Granada. El relieve de ellas está condicionado fundamentalmente por sus caracteres litológicos. Los materiales resultan erosionables con cierta facilidad, discurrendo sobre ellos la red de drenaje, sólo excepcionalmente encajada, que produce un relieve alomado en el que se destacan algunos tramos de mayor competencia frente a la erosión, y en los que la estructura juega un papel relativamente importante.

La segunda de las zonas geomorfológicas consideradas, está constituida por las formaciones alpujarrides, en las que el relieve se presenta fuertemente accidentado, debido a la existencia de materiales de comportamiento diferencial frente a la erosión, y a un fuerte encajamiento de la red fluvial que produce frecuentes e importantes desniveles. Estos hechos, junto a la complejidad estructural de los materiales, que será tratada más adelante, hacen que la morfología de esta unidad sea muy complicada.

Por último, las grandes elevaciones de la región están constituidas por las formaciones de

Sierra Nevada, que en el área estudiada llegan a cotas superiores a los 2.700 m. Las formas del terreno de esta unidad presentan una marcada influencia estructural, de manera que el gran anticlinal en forma de domo, constituido principalmente por esquistos y cuarcitas, traduce su forma estructural, en formas del relieve, pasando a tomar un papel secundario la influencia litológica por su carácter uniforme.

En torno a este gran domo, se desarrolla una red de drenaje centrífuga, y un coluvial en forma de orla rodea su laderas. Los ríos y torrentes se encuentran también fuertemente encajados, provocando un país accidentado, con frecuentes desniveles, que no obstante resultan menos anárquicos que los desarrollados en la formaciones alpujárrides.

Por lo que a la tectónica se refiere se pueden separar dos grandes conjuntos presentes en la zona descrita.

Efectuando esta división en orden al tipo e intensidad de las deformaciones, se distingue en primer lugar un dominio constituido por las depresiones intramontañosas, en las que existe una estructura de suaves pliegues de amplio radio, que afectan a los materiales terciarios. El hecho de que algunos de los conos de deyección antiguos, que provienen de las sierras que rodean a estas depresiones, se encuentran hoy descolgados y afectados por pequeñas fallas, junto con la actividad sísmica de la zona, hace pensar que estas cuencas son fosas tectónicas, jalonadas por fallas, y su hundimiento o levantamiento relativo de las sierras continúa activo en la actualidad.

El segundo de los dominios considerados es el dominio alpujárride, constituido fundamentalmente por materiales triásicos, y paleozoicos en menor proporción.

Así como la estructura del dominio anterior se presenta sencilla en líneas generales, este segundo dominio muestra estructuras de alta complejidad, debido a la existencia de numerosas etapas de deformación y de grandes fracturas.

Trabajos recientes sobre estos temas, dan cuenta de la existencia de seis etapas de plegamiento, la primera de las cuales se ha realizado durante la sedimentación del Trías, probablemente superior, siendo las últimas intra—terciarias. Estos fenómenos hacen que los materiales se presenten intensamente deformados, observándose la existencia de estructuras en varias direcciones, pliegues superpuestos, etc, visibles tanto a escala macroscópica como mesoscópica. Por otra parte, la presencia de fracturas de gran desplazamiento, que hacen que las series se dispongan en orden totalmente anómalo respecto a su superposición estratigráfica normal (ver perfiles geológicos, fig. 8), la frecuencia de contactos mecánicos y el plegamiento en muchas ocasiones disarmónico entre sus litologías, completan la visión general que pone de manifiesto la complejidad tectónica de este dominio.

Por último, el dominio de Sierra Nevada está formado por un gran anticlinal de dirección aproximada N 80°E, producido por un abombamiento al tener lugar el plegamiento "de fondo", en la última de las etapas de deformación. De esta gran estructura, sólo se cuenta en el área estudiada con parte de su flanco suroriental, y parte del cierre periclinal por el suroeste.

## 2.2 ESTRATIGRAFIA

Los materiales más antiguos que afloran en la región, son los esquistos que forman el núcleo de Sierra Nevada (100a) de edad pre-triásica. Se suponen de esta misma edad por semejanza de facies con los neises y esquistos situados al sur de Lanjarón (100i), aunque en este caso se dispongan sobre materiales más modernos debido a un accidente tectónico.

El tránsito paleozoico-triásico, según los autores precedentes, se lleva a cabo mediante las filitas (211), de edad posible Pérmico-Triásico inferior (Permo-Werfeniense), asignándole una edad Triásico medio-superior al potente conjunto de dolomías y calizas. Este Triásico se presenta por lo tanto en las denominadas facies alpinas.

La existencia de deformaciones contemporáneas a la sedimentación de estas dolomías y calizas, hace que no haya deposición durante el resto del Mesozoico, de forma que los sedimentos posteriores pertenecen ya al Terciario y Cuaternario, que presentan facies fundamentalmente detríticas.

La secuencia estratigráfica, brevemente comentada de más antiguo a más moderno, es la siguiente:

### PALEOZOICO

No existen argumentos paleontológicos, debido al metamorfismo que ha borrado todo vestigio de los posibles restos fósiles, para datar en el tiempo a los esquistos micáceos más o menos silíceos, con intercalaciones de cuarcitas, del núcleo de Sierra Nevada. Su potencia aparente es de unos cinco mil metros, a la que habría que añadir la parte desconocida, puesto que no aflora su base (Fallot y otros, 1960). No obstante, es atribuible una edad Pretriásica a este conjunto y a los neises y esquistos del sur y suroeste de Lanjarón, por similitud de facies con los anteriores.

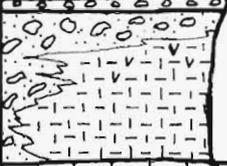
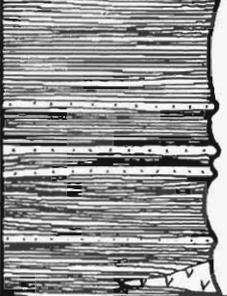
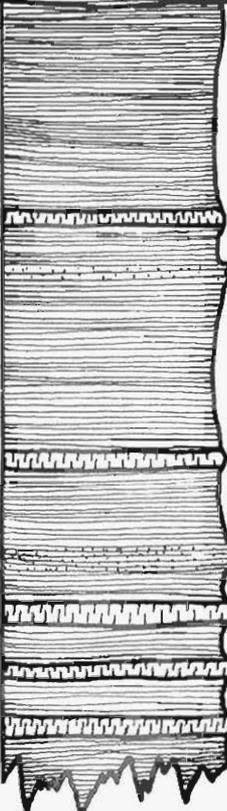
### PERMO-WERFENIENSE

Se le asigna esta edad al conjunto de filitas, areniscas y cuarcitas que constituyen el tramo basal de las formaciones alpujarrides. Al igual que en las series anteriores, no se ha encontrado material paleontológico, y el único argumento expuesto para atribuirle esta edad es el contenido en yeso de estas filitas. La razón de asignarle esta edad viene dada porque en los Alpes, aparte del Terciario, sólo se encuentra yeso en el Werfeniense, y como las facies del Triásico de los Alpes y el de las Alpujarras son similares, se piensa que las filitas, por su contenido en yeso tendrán asimismo edad Werfeniense. Su espesor es muy difícil de calcular debido a su intenso replegamiento, y a que tanto su límite superior como inferior aparecen frecuentemente mecanizados.

### TRIASICO MEDIO-SUPERIOR

Aunque no muy numerosos, los hallazgos paleontológicos en el potente conjunto de dolomías y calizas, con sus pasos intermedios, confirman su edad Triásico medio-superior. Consti-

## COLUMNA ESTRATIGRAFICA GENERAL

CUATERNARIO		Coluviales, aluviales, turberas y rellenos
TERCIARIO		Margas, margas con yesos, conglomerados, areniscas y calizas
TRIASICO MED. y SUP.		Dolomías, calizas y calizas dolomíticas
TRIASICO INFERIOR y PERMICO		Filitas con intercalaciones de areniscas, cuarcitas y yesos
PALEOZOICO		Esquistos micáceos con intercalaciones de esquistos grafitosos, esquistos cuarzosos y cuarcitas. Esquistos y neisas bandeados

tuyen los sedimentos mesozoicos más modernos de la región, y la intensa fracturación, así como el carácter casi masivo que presenta esta formación, no permiten dar datos concretos de su espesor. González Donoso y Vera (1965) asignan una potencia de unos mil metros a este conjunto calco-dolomítico, en las laderas noroccidentales de Sierra Nevada.

### **TERCIARIO**

Con esta edad se describen una serie de materiales que rellenan la depresión de Granada y la pequeña plataforma de Orgiva. Tienen como característica común la abundancia de sedimentos detríticos de granulometría variada, presentando los depósitos químicos en menor proporción.

La existencia de macrofauna y especialmente de microfauna, hace que la datación de esta serie esté suficientemente conocida.

### **PLIO-CUATERNARIO**

Por sus caracteres morfológicos y estructurales se asigna esta edad a unos depósitos tipo glacia, constituídos por gravas y bolos con matriz areno-limosa.

### **CUATERNARIO**

Pertencen a esta edad la turbera de Padul, datada por su contenido en microflora, y los suelos coluviales, conos de deyección aluviales y rellenos artificiales recientes.

### **3. ESTUDIO DE ZONAS**

#### **3.0 ZONAS DE ESTUDIO**

Con el fin de obtener un mayor orden en la exposición, el tramo estudiado se ha dividido a su vez en tres zonas, que asimismo han sido divididas en subzonas cuando las características del terreno así lo han requerido.

Las zonas forman una serie de unidades amplias dentro de las que se advierte una variación geomorfológica, litológica y estructural, aunque sin dejar por esto de tener características propias, con las que quedan diferenciadas entre sí. Las subzonas son el resultado de hacer a su vez hincapié en las características geomorfológicas particulares dentro de cada zona.

#### **ZONA 1: DEPRESIONES INTRAMONTAÑOSAS**

Se caracterizan por formar relieves deprimidos, respecto a las alineaciones montañosas limítantes. Están ocupadas por los materiales más modernos del tramo, de naturaleza fundamentalmente detrítica. Dentro de esta zona se separa la subzona 1<sup>1</sup>, en la que los sedimentos terciarios forman un relieve más o menos alomado, y la subzona 1<sup>2</sup> de topografía predominantemente llana, con abundancia de materiales cuaternarios.

#### **ZONA 2: RELIEVES ALPUJARRIDES**

Se denominan con este nombre porque los materiales que la forman tienen amplio desarrollo en la región de las Alpujarras. Se caracterizan por su relieve abrupto y su estructura compleja.

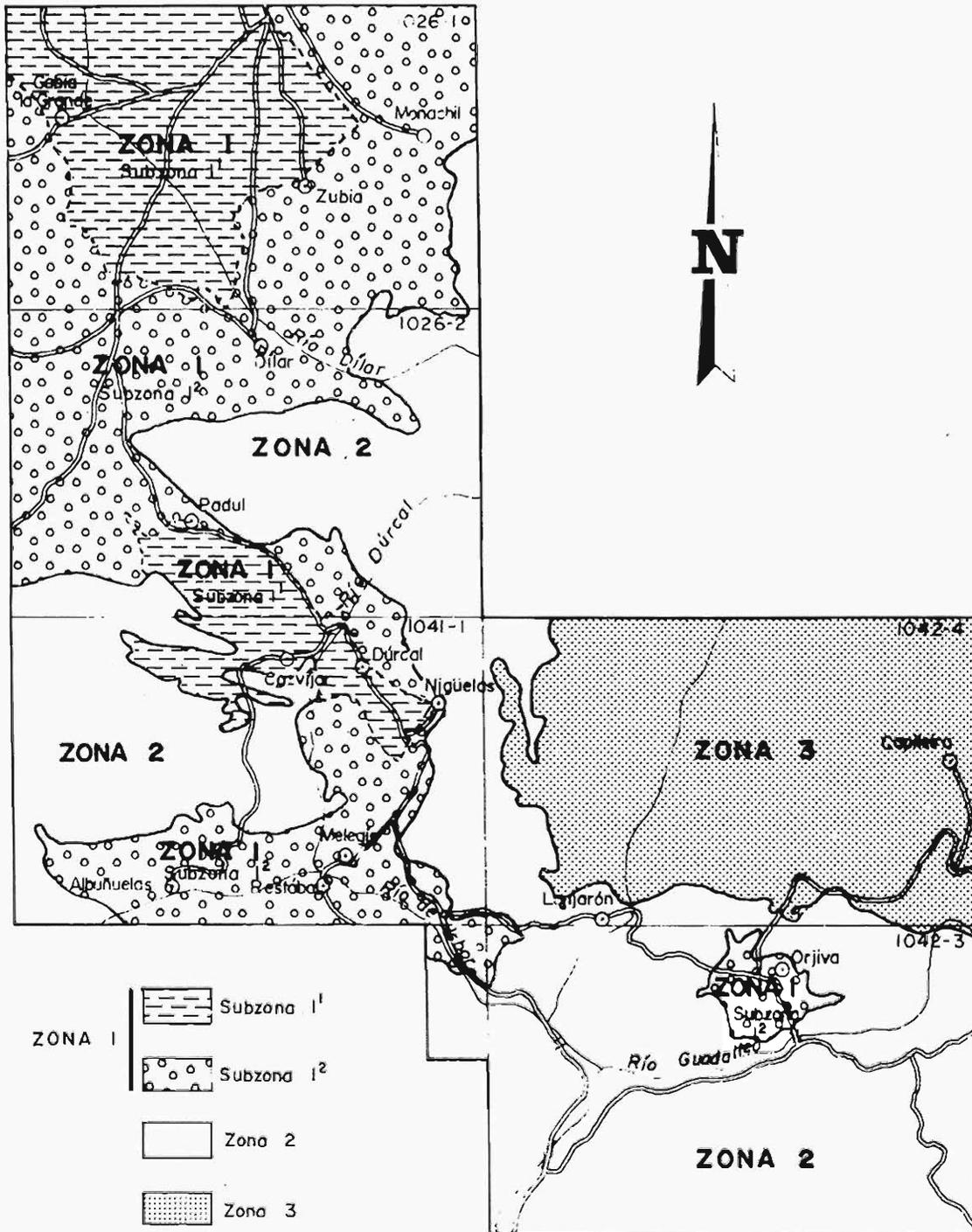
Compuestas principalmente por filitas y rocas carbonatadas, forman un paisaje de valles encajados con frecuentes desniveles del terreno.

#### **ZONA 3: ELEVACIONES DE SIERRA NEVADA**

Compuestas por los materiales más antiguos del tramo, forman las cotas más altas de la región. La morfología está condicionada principalmente por su estructura en bóveda anticlinal, y el modelado se lleva a cabo por el curso de numerosos arroyos y torrentes, que forman un paisaje abrupto, de valles encajados y relieve montañoso.

# ESQUEMA DE SITUACION DE ZONAS Y SUBZONAS

ESCALA 1/200.000



### 3.1 ZONA 1: DEPRESIONES INTRAMONTAÑOSAS

Está ocupada por sedimentos fundamentalmente detríticos y depósitos químicos en menor proporción, que afloran en los cuadrantes 1026-1 y 2, 1041-1 y 1042-3.

#### 3.1.1 GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA

Dentro de esta zona se pueden distinguir dos subzonas, en orden fundamentalmente a sus caracteres geomorfológicos, así como a sus características litológicas y estructurales.

##### SUBZONA 11: Llanura de Granada y Padul

Tanto al sur de la ciudad de Granada como en el área en que está enclavado Padul, se desarrollan las dos únicas zonas llanas de cierta entidad, que existen en la región estudiada. Están ocupadas por materiales limo-arcillosos, con cierto contenido en gravas, de origen fundamentalmente aluvial-coluvial, contando en esta subzona con la presencia de suelos orgánicos que constituyen las turberas, situadas en las cercanías de Padul. También afloran materiales de origen coluvial, y ocasionalmente terciarios, que apenas rompen la igualdad del relieve.

##### SUBZONA 12: Relieves Ondulados y Plataformas Inclinadas

Los materiales fundamentalmente terciarios, que ocupan la depresión de Granada, forman un relieve ondulado, constituido por una sucesión de lomas y canales de drenaje que raramente se encuentran encajados, de forma que el relieve aunque resulte accidentado no presenta grandes diferencias de nivel. En la región de Orgiva, se encuentra una plataforma inclinada hacia el Sur,

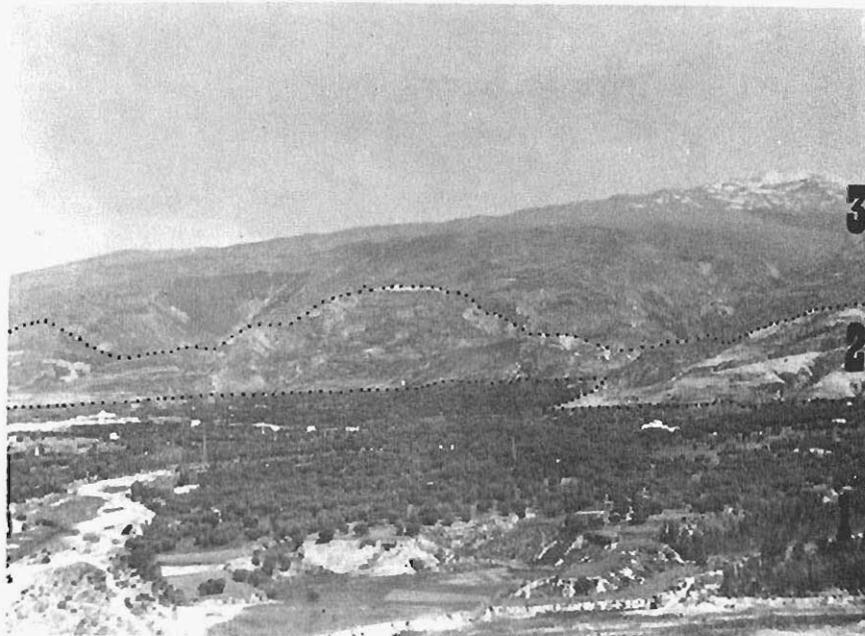
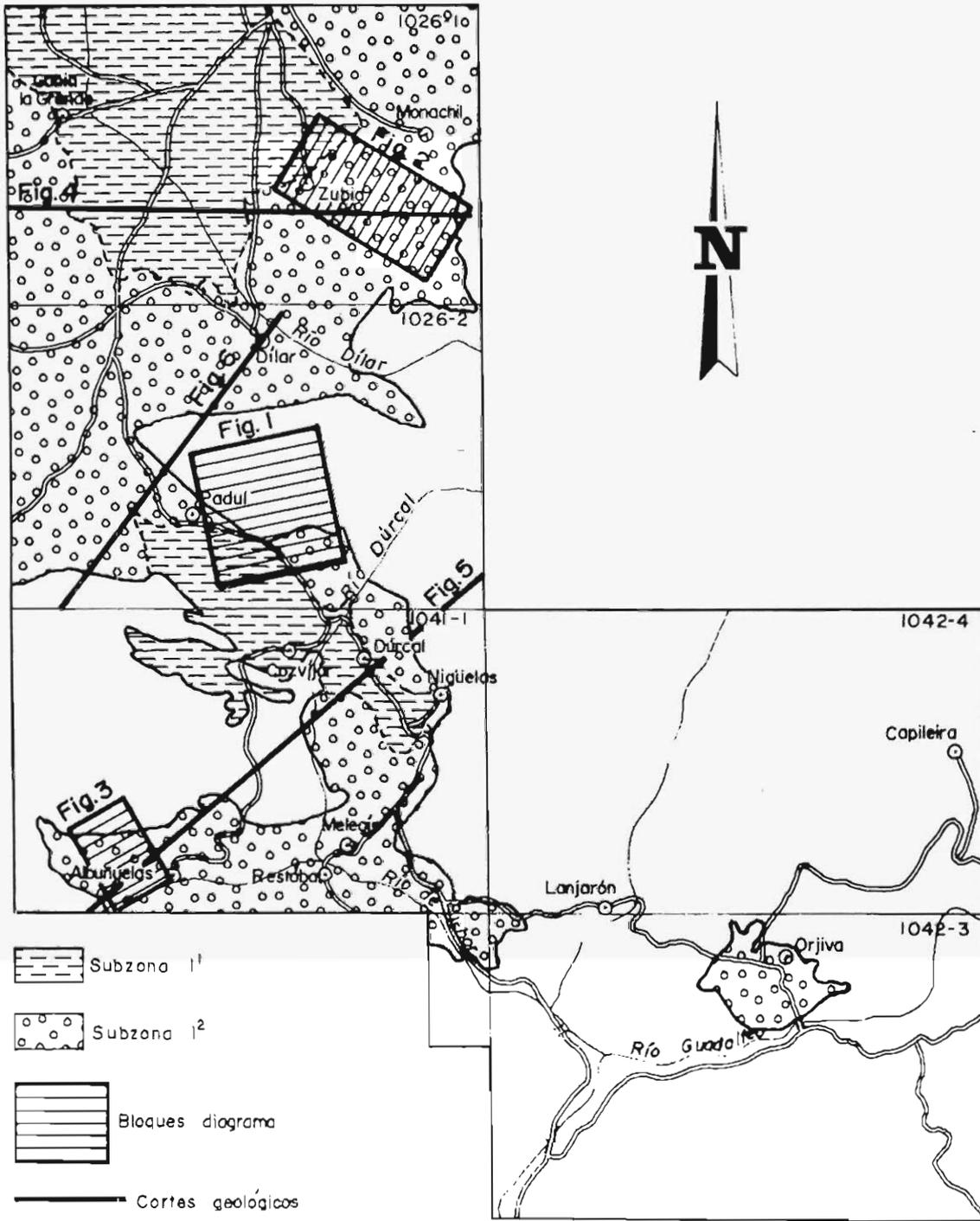


Foto 1.— Vista panorámica. 1.— Plataforma inclinada de Orgiva. 2.— Relieves Alpujárrides. 3.— Elevaciones de Sierra Nevada.

# ESQUEMA DE SITUACION DE CORTES Y BLOQUES DIAGRAMA ZONA I

ESCALA 1/200.000



constituída por materiales posiblemente neógenos, en la cual se asienta esta ciudad. Su relieve es relativamente suave, aunque no llegue a constituir una llanura propiamente dicha. La cuenca de Albuñuelas, la más accidentada dentro de esta subzona, ha sido parcialmente erosionada, con lo que el relieve suave inicial ha pasado a ser ondulado, con escalones fuertes, muchas veces verticales que marcan el paso de estratos duros calcáreos a estratos más blandos detríticos.

En conjunto los materiales están suavemente plegados y únicamente en determinados casos, como el cono de deyección encontrado, situado al este de Zubia, los caracteres estructurales, unido a su litología (más dura que la de los circundantes), hace que se marque la influencia estructural (ver bloque diagrama esquemático de la fig. 2).

### 3.1.2 COLUMNA ESTRATIGRAFICA

COLUMNA LITOLOGICA	REFERENCIA		DESCRIPCION	EDAD
	1/25.000	1/50.000		
	T1	Q-2	Terraza: Gravos con matriz areno-limosa	Cuaternario
	T2	Q-2	Terraza: Limos y arenas con gravos	"
	A1	Q-2	Aluvial: Gravos con matriz limo-arenosa	"
	AC1	B-2	Aluvial-Coluvial: Limos arcillosos con gravos	"
	AC2	Q-4	Aluvial-Coluvial: Gravos con matriz areno-limosa	"
	D2	Q-4	Cono de deyección: Arenas y limos con gravos	"
	C3	Q-5	Coluvial: Gravos en matriz limo-arenosa	"
	C5	Q-4	Coluvial: Arcillas carbonatadas con gravos	"
	C9	Q-4	Coluvial: Arcillas y margas	"
	P1	Q-1	Turbera: Suelo orgánico	"
	350a	Q-4	Gravos y bolos con matriz areno-limosa	Pliocuatnario
	322c	Q-3	Conglomerado	¿ Plioceno ?
	322d	X	Gravos con matriz areno-limosa	¿ Plioceno ?
	321m	Q-3	Conglomerado poco cementado	Neógeno (¿ Mioceno ?)
	321e	U-1	Margas con intercalaciones de areniscas	"
	321c	U-1	Margas con intercalaciones de yesos	"
	321k	Q-3	Areniscas, limolitas y conglomerados	"
	321f	Q-3	Conglomerado polimictico	"
	321l	B-1	Arenas limosas y limos arcillosos	"
	321n	B-1	Arenas y limos algo arcillosas	"
	321b	Q-6	Gravos con matriz areno-limosa	"
	321j	B-1	Arenas limo-arcillosas y arcillas marrones	"
	321i	X	Calizas algo margosas	"
	300a	B-1	Limos, arenas y gravos	Neógeno
	212a	X	Dolomías, Calizas y Calizas dolomíticas	Triásico Med-Sup

### 3.1.3 GRUPOS GEOTECNICOS

Para esta zona se han diferenciado los siguientes grupos:

#### TERRAZAS (T1)

**Litología.**— Dentro de este grupo se describen los materiales de origen fluvial, no comprendidos en la llanura de inundación, de unas características litológicas semejantes. Una buena parte de las zonas cartografiadas como T1 corresponden a la primera terraza, situada a unos pocos metros sobre el cauce actual del río. Están constituídas por gravas, algún bolo y excepcionalmente algún bloque, de subredondeados a redondeados (los bloques pueden ser angulosos), de calizas, dolomías y esquistos, con matriz areno-limosa. La disposición de estos materiales es muy heterogénea, pudiendo faltar alguna de estas fracciones granulométricas, e incluso sólo encontrarse una o dos, como es el caso de los numerosos lentejones areno-limosos que se intercalan en estos depósitos. Es frecuente el desarrollo sobre estos materiales de una cubierta de suelo vegetal, predominantemente limo-arenosa, de unos decímetros de espesor, consecuencia de la actividad agrícola que hay en este tipo de depósitos.

**Estructura.**— Forman plataformas completamente horizontales, que sólo excepcionalmente en algún punto han sido degradadas, pasando a llanuras suavemente onduladas. En ellas nunca es patente una estratificación.

**Geotecnia.**— Estos depósitos suelen estar a un nivel no muy elevado sobre la rambla. Tienen capacidad portante baja, y permeabilidad y ripabilidad altas. Son erosionables, parcialmente inundables (aunque con frecuencia los ríos están canalizados), y en algún caso pueden ser algo agresivos por sulfatos. Forman un país llano, de intenso regadío y cultivo, con nivel freático relativamente próximo. Prescindiendo de la montera podrían aprovecharse como gravera, si bien las gravas a veces acusan exceso de formas lajosas.

#### TERRAZAS (T2)

**Litología.**— Estos depósitos de tipo terraza, están compuestos por limos y arenas en las que son generalmente escasas las gravas. Estas gravas pueden disponerse agrupadas en lentejones de pequeño espesor, o bien dispersas entre los limos, limos-arenosos y arenas.

**Estructura.**— Están ligados a la red fluvial y se disponen horizontalmente.

**Geotecnia.**— Estos materiales son de capacidad portante baja, y permeabilidad y ripabilidad altas. Son erosionables, parcialmente inundables y posiblemente agresivos por sulfatos. Forman un país llano.



Foto 2.— Aluvial y primera Terraza (A1 y T1) en el río Dúrcal. Al fondo materiales miocenos (321b).

### **ALUVIAL (A1)**

**Litología.**— Los constituyentes de este grupo son gravas, bolos y bloques, en una matriz limo—arenosa, que puede presentar proporción variable respecto al contenido en gruesos.

Estos gruesos (cuya litología es fundamentalmente de esquistos, calizas, dolomías y cuarzo, y su abundancia relativa viene condicionada por el grupo litológico sobre la que esté impuesta la red fluvial), suelen estar en general mal clasificados, y únicamente en las áreas marginales de alguna de las ramblas tienen una clasificación aceptable y son explotadas.

La matriz limo—arenosa, que puede presentar ocasionalmente un pequeño contenido de arcillas, es frecuentemente micácea, pudiendo presentarse depósitos en los que predomina esta matriz de geometría alentejonada, que le dan una marcada heterogeneidad al grupo.

**Estructura.**— Estos depósitos de la red fluvial actual, se disponen horizontalmente o de acuerdo con la pendiente del país sobre el que discurren, no pudiendo observarse su estratificación.

**Geotecnia.**— Estos materiales son de capacidad portante baja, permeabilidad y ripabilidad altas. Son erosionables e inundables, sometidos a arroyadas escasas pero de gran volumen, conociéndose algún caso en el que la posible socavación puede alcanzar hasta 2 m de profundidad. Forman un país llano. Su aprovechamiento como graveras, puede verse a veces atenuado por la presencia de excesivas formas lajosas.

### CUATERNARIOS DE LAS VEGAS DE GRANADA Y PADUL (AC1)

**Litología.**— Son depósitos de un origen mixto aluvial y coluvial, bastante homogéneos, constituídos por limos arcillosos (menos frecuentemente arcillas limosas), con algo de arena y gravas dispersas en el conjunto. Localmente puede aumentar el contenido de carbonatos llegando a ser unos limos margosos. Manifiestan impregnaciones de sulfatos, e incluso en algunos puntos se pueden ver pequeños cristales de yeso en la masa arcillo—limosa.

**Estructura.**— Forman grandes llanuras de pendientes muy suaves, en las que casi no hay diferencias de cota, entre puntos próximos, superiores al metro.

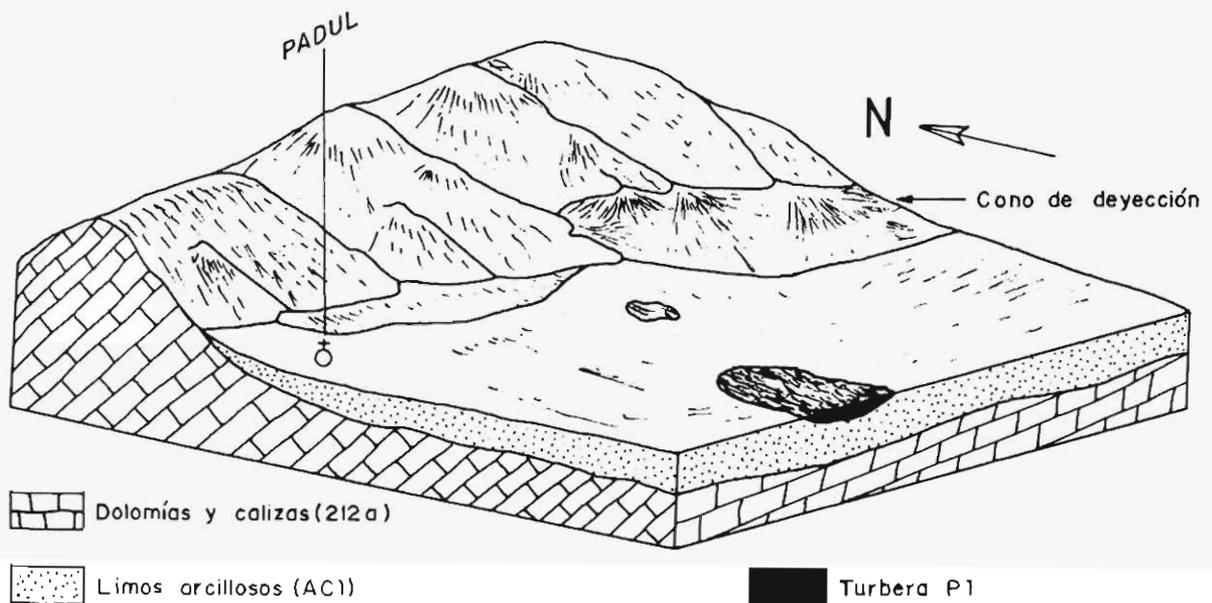


Fig. 1.— Bloque diagrama esquemático de la cuenca de Padul con el monte Silleta al fondo

**Geotecnia.**— En esta formación se distinguen dos zonas diferenciadas. Al suroeste de Granada está constituida por unos limos grises de varios metros de espesor, que descansan sobre unas gravas arena—limosas (grupo AC2). Resultan aquí de capacidad portante media a alta, ripabilidad y permeabilidad altas, siendo algo erosionables y agresivos por sulfatos. País llano de cultivo intenso y capa freática próxima. Los ensayos efectuados con una muestra arrojan valores de 25 y 5

para el Límite Líquido e índice de plasticidad; 12,9 por ciento de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ , y un tamaño inferior al tamiz núm. 4, pasando por el tamiz núm. 200, el 67 por ciento.

En el cuadrante 1026–2, en contacto con el grupo P1 pero sin delimitar claramente la frontera, aparecen unos limos con gravas, de baja capacidad portante y permeabilidad, altamente ripables y posiblemente agresivos por sulfatos. Forman un país llano de cultivo intenso, parcialmente inundable.

En ambos casos pueden resultar formaciones peligrosas por su agresividad, debiéndose investigar el colapso por inundación en el primer caso, y los límites con la turbera en el segundo, además, de su capacidad portante.



Foto 3.— Depresión de Granada

#### **GRAVAS DE LA CUENCA DE GRANADA (AC2)**

**Litología.**— Son depósitos mixtos de tipo aluvial–coluvial que afloran en la cuenca de Granada en los que ya dominan los elementos gruesos. Son fundamentalmente gravas de esquistos, cuarzo, y a veces de caliza, con matriz areno–limosa, recubiertos por una capa limo–arcillosa de características análogas a la descrita en el grupo AC1, cuyo espesor oscila entre 0,5 y 1 metros.

**Estructura.**— Son depósitos que forman relieves llanos o muy ligeramente ondulados.

**Geotecnia.**— Los limos superficiales, grises y uniformes, de escaso espesor, dejan paso a las gravas areno–limosas del fondo, habiéndose medido hasta 6 m de éstas. El conjunto resulta de capacidad portante media a alta, ripabilidad y permeabilidad altas. Los limos superficiales resultan erosionables y agresivos por sulfatos, y su estructura aconseja un estudio de colapso por inundación. El nivel freático será probablemente profundo. Forman un país llano y estable, con poco cultivo, existiendo algunas graveras en explotación, donde los frentes hasta de 6 m, son estables aún siendo verticales.

## CONOS DE DEYECCION (D2)

**Litología.**— Con geometría de cono de deyección, estos materiales están constituídos por arenas y limos con gravas, y algún bolo mal clasificados, de filitas, esquistos, dolomías y calizas y cuarzo.

Es variable la proporción de arenas y limos frente a la de gravas, por lo que el conjunto resulta poco homogéneo.

**Estructura.**— Los depósitos de cono de deyección en los que está incluido este grupo forman países llanos, con suaves pendientes a favor de la esorrentía, que viene condicionada por la pendiente del terreno anterior a la deposición de estos conos de deyección, y que éstos tienden a suavizar.

**Geotecnia.**— Esta formación es análoga a la del grupo 322d en sus componentes, si bien predominando en este caso los suelos más finos, siendo los gruesos además de diversa procedencia. Su capacidad portante es media, más bien poco permeables, y altamente ripables. Forman un país de desniveles medios, estables, con pendientes suaves ( $10^{\circ}$ ) donde se aprecia a veces alguna cueva. Los desmontes son bajos y estables, con pendientes de unos  $80^{\circ}$ . Podrían utilizarse como préstamos.

## COLUVIALES (C3)

**Litología.**— Estos depósitos coluviales, se desarrollan sobre filitas y materiales esquistosos y neósicos. Están constituídos por gravas, bolos y a veces bloques de esquistos o filitas, con matriz limo—arenosa, a veces arcillosa.

**Estructura.**— Ocupan afloramientos aislados, de poca extensión, de espesor muy variable. Se desarrollan principalmente en laderas y vaguadas.

**Geotecnia.**— Esta formación es de características variables según sus componentes. En general su capacidad portante es de media a alta, su permeabilidad más bien baja y su ripabilidad muy variable. Resultan erosionables y probablemente agresivos por sulfatos, y en ocasiones inundables. Forman un país de variada morfología, observándose taludes naturales de  $30$  a  $40^{\circ}$ . En general suelen ser estables, salvo al este del río Izbor donde presentan síntomas de erosión y deslizamiento; también se observan cárcavas en las caídas hacia el río Guadalfeo. Los desmontes observados tienen taludes bajos, son estables, y tienen pendientes del orden de  $60^{\circ}$ . No obstante, es un grupo de peligrosidad potencial por su posible inestabilidad en vaguadas, al cubrir los esquistos, en condiciones desfavorables de drenaje.

## COLUVIALES (C5)

**Litología.**— Son depósitos coluviales desarrollados sobre calizas y dolomías (212a y 212a') constituídos por arcillas y arcillas carbonatadas con gravas, bolos y bloques angulosos, dolomíticos

o calizos. Las gravas, bolos y bloques en algunos coluviales de este tipo pueden llegar a predominar, llegando incluso a desaparecer las arcillas y arcillas carbonatadas, produciéndose un amontonamiento de bloques sin apenas matriz que los englobe.

**Estructura.**— Se desarrollan en laderas y bordes de vaguada, con espesor muy variable.



Foto 4.— Detalle de coluvial (C5).

**Geotecnia.**— Esta formación presenta características variables según sus componentes, llegando a formar capas de gravas y arenas en disposición estratiforme, que parecen más inestables que en aquellas áreas donde existe una cierta matriz calcoarcillosa. Son en general de capacidad portante alta, permeabilidad de media a alta y ripabilidad muy variable. Son erosionables, apareciendo a veces calizas con fractura astillosa y pulverulentas. Se ha podido observar un espesor máximo de 12 m. Forman un país en general estable, de grandes desniveles y taludes de 50 a 60°. Los desmontes presentan taludes de hasta 10 m, prácticamente verticales, con erosión y a veces desprendimientos de alguna cornisa. En la carretera GR 451, suelen presentarse en buen estado. Podrían utilizarse como préstamo con la dificultad de la presencia de bolos; en alguna zona podrían obtenerse buenas graveras.

#### **COLUVIALES (C9)**

**Litología.**— Son depósitos coluviales, producto de la alteración y transporte en laderas y

vaguadas de los depósitos neógenos subyacentes. Están constituídos por margas, a veces arenosas, en las que pueden aparecer ocasionalmente gravas.

**Estructura.**— Se acumulan en laderas sobre sedimentos neógenos, en el cuadrante 1 de la hoja 1026. Son depósitos heterogéneos.

**Geotecnia.**— Son materiales de capacidad portante de media a alta, impermeables, de ripabilidad alta y plasticidad media a baja, posiblemente agresivos por sulfatos. Constituyen un país con pendientes suaves, 20°, estables y de desniveles altos. Los desmontes observados son de escasa entidad, y resultan estables aún siendo casi verticales. Ocasionalmente, con proporción alta de gruesos, podrían utilizarse como préstamos.

### **TURBERAS DE PADUL (P1)**

**Litología.**— Son dos turberas constituídas por materia orgánica negra, parcialmente inundada, que aparecen en la vega de Padul. El límite cartografiado no es muy preciso.

**Estructura.**— Son depósitos horizontales, homogéneos.

**Geotecnia.**— Estos materiales, limos altamente orgánicos, constituyen una formación muy peligrosa, si bien no parecen presentar una potencia mayor de 10 m. Tienen el nivel freático somero y resultan inundables. Su capacidad portante es muy baja, su ripabilidad alta y su permea-



Foto 5.— Grietas de desecación en turba. Turbera de Padul (P1).

bilidad y plasticidad bajas. Presentan en superficie grandes grietas de retracción y si bien el país en general es llano, en los frentes de explotación de una cantera se observan taludes algo inestables, de baja altura y pendiente 70°. En su caso será imprescindible atravesar esta formación o extraerla en toda su profundidad, debiendo además investigarse con detalle su verdadera extensión, actualmente enmascarada por la vegetación abundante. Los ensayos efectuados sobre una muestra arrojan unos valores del Límite Líquido e índice de plasticidad de 158 y 24 respectivamente, y un 48,2 por ciento de materia orgánica.

#### **GLACIS DE DURCAL (350a)**

**Litología.**— Es un glacis que cubre una ancha banda de dirección NO—SE, desde Nigüelas hasta el Norte de Dúrcal, de depósitos atribuidos al Pliocuatnario, situado encima del grupo 321b. Está constituido por gravas, bolos y bloques mal clasificados, angulosos y subangulosos, de esquistos, calizas, filitas, etc, con matriz areno—limosa y algo de cemento calcáreo. Tiene colores



Foto 6.— Desmonte subvertical en depósitos pliocenos (350a) de la carretera N—323.

marrones que destacan del grupo 321b, más amarillento. Muestra ocasionalmente, manchas blancas, que en un análisis cualitativo han indicado impregnación de sulfatos.

Son materiales masivos, que localmente presentan un aspecto estratiforme en banquitos, debido a diferencias de resistencia a la meteorización, causados a su vez por ligeras variaciones en la

cantidad de cemento carbonatado.

**Estructura.**— Parece ser que no han sido afectados por impulsos tectónicos recientes, y en ellos sólo se ven fracturas muy separadas, con desplazamientos que casi nunca superan el metro, debidas a asentamientos diferenciales del terreno después de su deposición. Originan relieves ondulados, con descenso apreciable en cotas al alejarse de los materiales paleozoicos y triásicos, a los que rodean en parte. Sufren frecuentes fenómenos de abarrancamiento, originando en estos casos cortes verticales o subverticales.

**Geotecnia.**— Estos materiales, que parecen hacerse más finos hacia el Sur, tienen escasos recubrimientos rojizos areno-limosos. Su capacidad portante y permeabilidad son altas, su ripabilidad varía de alta a baja, son erosionables y agresivos por sulfatos. Cuando los taludes naturales son muy altos y pendientes, resultan algo inestables por la formación de cárcavas. En los desmontes observados llegan a alcanzar 15 m de altura, y resultan estables aún siendo los taludes verticales. Pueden ser útiles como préstamos y graveras.

#### **CONGLOMERADOS DE ZUBIA (322c)**

**Litología.**— Este grupo es un conglomerado de cantos polimórficos (cuarcitas, cuarzos y esquistos fundamentalmente) y arenas clasificadas, con matriz limosa y cementadas por carbonatos.

Entre los elementos de la fracción gruesa predominan los tamaños de gravas, redondeadas o



Foto 7.— Conglomerados al este de Zubia (322c).

subredondeadas, en los que puede haber concentraciones más o menos alentejonadas de las gravas casi limpias. Los niveles pueden encontrarse más o menos cementados, disponiéndose éstos de una forma irregular.

No se cuenta con datos concretos acerca de la edad de esta formación, pero se estima como posible asignarle una edad probablemente pliocena.

**Estructura.**— Este grupo aflora en el cuadrante 1 de la Hoja 1026, formando una superficie suavemente inclinada hacia el NO. Su forma en abanico sugiere un origen similar al de un cono de deyección. La fracturación es baja, y está sometida a una intensa explotación en cantera.

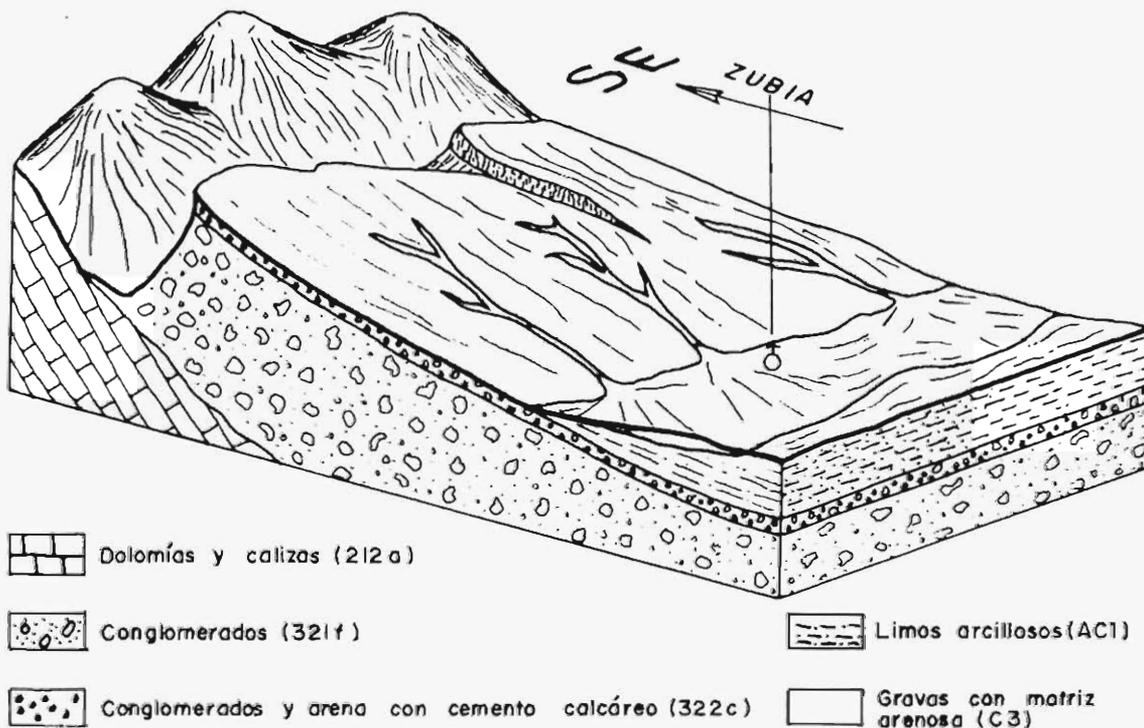


Fig. 2 .— Bloque diagrama esquemático de la región de Zubia. A la izquierda las elevaciones de las formaciones alpujarrides, en las que se apoyan los materiales terciarios discordantes, y sobre éstos las formaciones de la vega de Granada

**Geotecnia.**— Esta formación, con escasos o nulos recubrimientos, tiene variaciones en sus características, debido al diverso grado de cementación, apareciendo costras duras y zonas menos resistentes. En general estos materiales son de capacidad portante alta, permeables, y de ripabilidad variable, con tendencia a ser alta y erosionables. Forman un país de grandes desniveles, a veces con taludes de 60 a 90° que presentan algún bloque caído y desprendimientos de cabecera, ya fosilizados, en algún barranco.

Podrían utilizarse como gravera y préstamo, y en puntos ya localizados como cantera de áridos.

### **CONOS DE DEYECCION DEL NORDESTE DE PADUL (322d)**

**Litología.**— Son unos conos de deyección de gran extensión, que aparecen en los cuadrantes 1041—1 y 1026—2. Están constituidos por gravas subredondeadas de dolomías, esquistos, calizas, etc, con matriz areno—limosa. Los depósitos son heterogéneos variando las proporciones de las fracciones granulométricas de una forma arbitraria. Aunque se ha dado la edad de estos depósitos como pliocena, posiblemente los niveles más altos ya sean cuaternarios. En la cabecera de estos conos aparecen niveles colgados, horizontales, algo cementados, que indican movimientos cuaternarios de elevación.

**Estructura.**— Forman superficies planas inclinadas, con la forma típica del cono de deyección. En las zonas localizadas sufren abarrancamientos debidos a la acción cuaternaria actual. Son depósitos sin estructura visible.

**Geotecnia.**— Estos materiales son de capacidad portante media a baja, ripables y de permeabilidad media. Forman un país de poco desnivel, casi llano y estable. Podrían utilizarse como préstamos.

### **GRAVAS CON MATRIZ ARENO—LIMOSA DE TABLATE (321b)**

**Litología.**— Son gravas, bolos y excepcionalmente algún bloque de redondeados a subangulosos, predominando las primeras, con matriz areno—limosa, algo consolidadas por carbonato cálcico. Tienen escasas intercalaciones de lentejones limosos o arena limosa. En líneas generales son materiales masivos, aunque localmente se ven indicios de estratificación, posiblemente debidos a una variación en la cantidad del material cementante. En la base predominan los elementos más finos, de naturaleza limo—arcillosa. Lateralmente pasan al grupo 3211, con materiales más finos.

**Estructura.**— Originan relieves ondulados con frecuentes zonas de abarrancamiento, y cortados verticales o fuertemente inclinados.

**Geotecnia.**— Los materiales granulares predominantes, se apoyan sobre unas arcillas arenosas, formando en conjunto unos depósitos erosionables, sin recubrimientos, en los que abundan bancales del Servicio de Conservación del Suelo. Los suelos gruesos a veces tienen costras diseminadas en superficie de menos de 1 m de espesor; su capacidad portante y permeabilidad son altas, y su ripabilidad de baja a alta, siendo probablemente agresivos por sulfatos. Forman un país de grandes desniveles, con pendientes algo inestables por la erosión. En los desmontes observados, de bajos a medios, los taludes resultan estables aún siendo casi verticales. Son útiles como graveras y préstamos.

Las arcillas de la base son duras, secas, expansivas y plásticas, de capacidad portante alta, impermeables y de ripabilidad baja. En los cortes de una tejera se observan ligeras formas de erosión. Una muestra de esta formación de base da valores de 26; 9 y 20,5 para el límite líquido, índice de plasticidad y límite de retracción respectivamente. En los ensayos químicos se obtienen indicios de sulfatos y un 22,9 por ciento de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ .

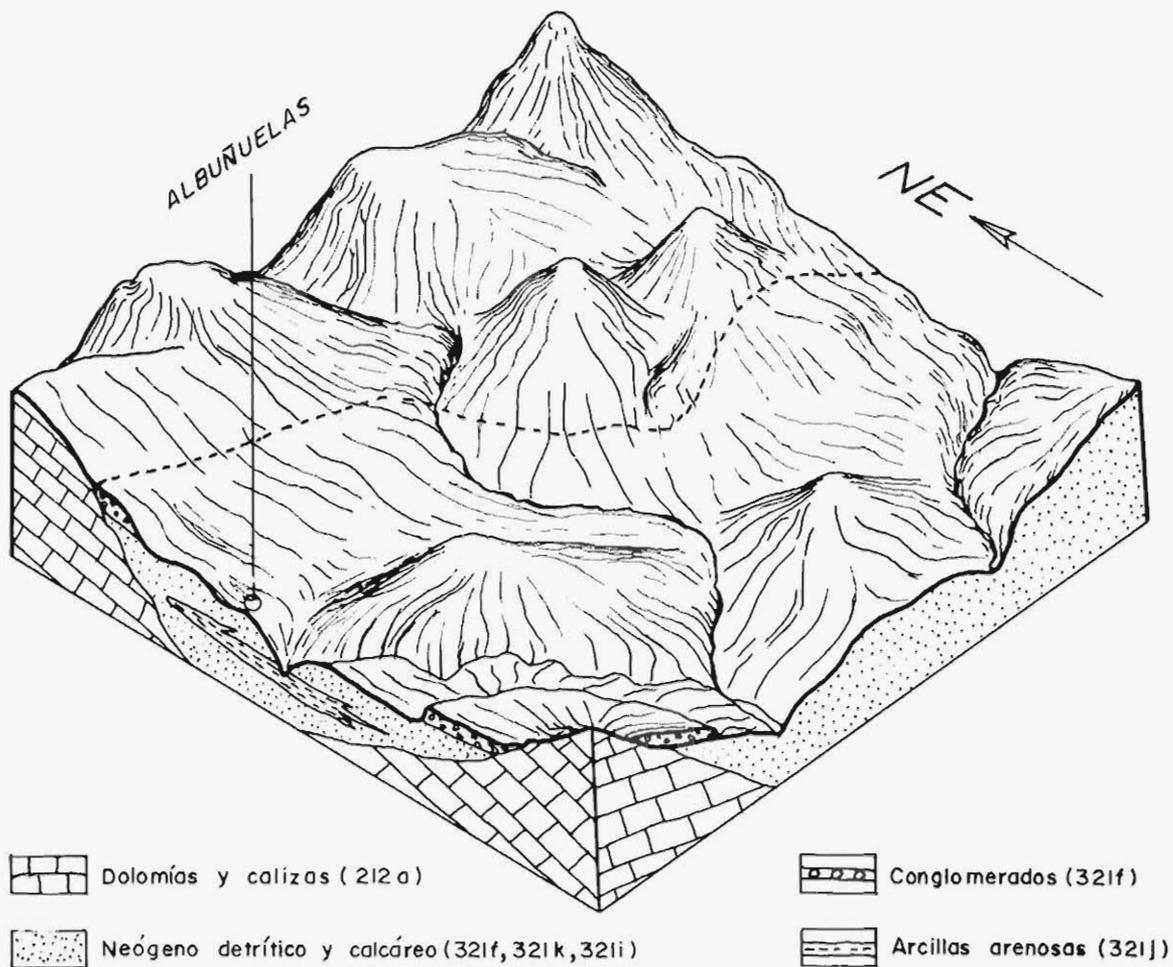


Fig. 3.— Bloque diagrama esquemático de la cuenca terciaria de Albuñuelas. La línea a trazos marca el contacto aproximado entre las calizas triásicas y los depósitos terciarios



Foto 8.— Gravas con matriz areno-limosa en la carretera C-333. (3216).

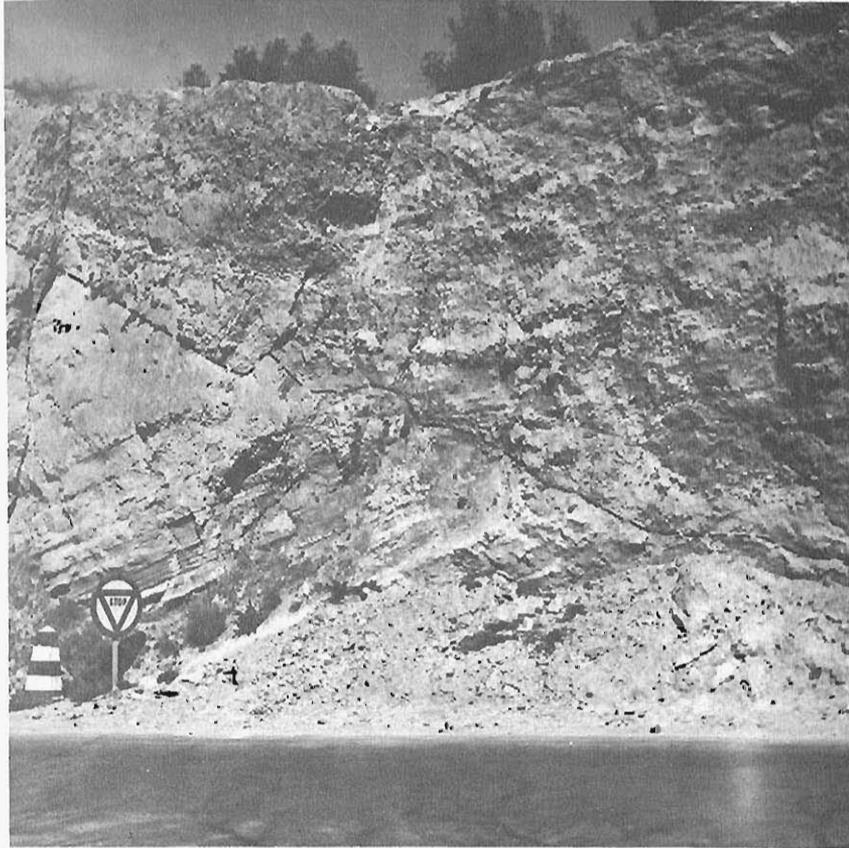


Foto 9.— Discordancia Plioceno—Mioceno en el cruce de la carretera N—323 con la carretera C—333 (350a y 321b)

### MARGAS DE GABIA (321c)

**Litología.**— Los materiales constituyentes de este grupo son unas margas de color gris, en las que se intercalan con frecuencia niveles de escala centimétrica de yesos blancos sacaroideos, compactos. Esta litología sufre ciertas variaciones, como en el pueblo de Gabia la Grande, en el que se encuentran frecuentes intercalaciones de limos y arenas muy finas no compactadas y las intercalaciones de yesos tienen generalmente menos espesor y su textura es menos sacaroidea teniendo una menor compacidad el conjunto.

No se cuenta con datos definitivos acerca de su edad, pero tanto sus caracteres litológicos como estructurales, hacen pensar en su edad miocena.

**Estructura.**— Esta formación aflora en el cuadrante 1 de la hoja 1026 y se encuentra bien estratificada, en bancos finos o plaquetas. Está deformada con buzamientos suaves hacia el NE, y se localizan pequeñas explotaciones en ella, siendo su fracturación baja a media.

**Geotecnia.**— Estos materiales, sin recubrimientos, son de capacidad portante alta, ripabilidad baja y plasticidad alta, impermeables, altamente agresivos por sulfatos y parcialmente solubles. Forman un país de desniveles medios y pendientes suaves, estables, donde abundan las tejas. El

nivel freático será probablemente profundo. En los desmontes observados los taludes bajos resultan estables aún siendo verticales. Una muestra de esta formación arroja valores del límite líquido e índice de plasticidad, de 43 y 17 respectivamente, así como unas proporciones de 20,1 por ciento de  $\text{CO}_3\text{Ca}$  y 26,4 por ciento de  $\text{SO}_3$ .



Foto 10.— Margas con capas de yeso (321c) en la carretera de Gabilia Grande a Mala.

#### MARGAS DE OLURA (321e)

**Litología.**— Las margas que son el componente predominante en este grupo, tienen colores gris oscuro y rojo en corte fresco, y gris claro alteradas. Un análisis cualitativo ha puesto en evidencia el contenido en sulfatos de esta formación. Se disponen en una alternancia, denotada por su mayor o menor dureza y su coloración, intercalándose niveles de areniscas micáceas con matriz limo—arcillosa, aceptablemente clasificadas, y con cierta frecuencia lentejones de gravas con cantos redondeados. Es atribuible una edad miocena a esta formación.

**Estructura.**— Este grupo aflora con cierta amplitud en los cuadrantes 1 y 2 de la hoja 1026, constituyendo una serie relativamente monótona, en la que las mayores variaciones se ponen de manifiesto por el mayor o menor contenido en gravas. La formación está suavemente plegada, siendo visibles laxos anticlinales. La fracturación es baja, con fallas de pequeño salto.

**Geotecnia.**— Este grupo presenta características algo variables por la diversa naturaleza de sus componentes. En general su capacidad portante varía de alta a media y su permeabilidad y ripabilidad son bajas. Son agresivos por sulfatos y erosionables. En general poseen frecuentes recubrimientos de muy poco espesor, y suelen aparecer costras en superficie, muy calcificadas. Forman un país de desniveles altos y pendientes muy variables (entre  $15^\circ$  y  $60^\circ$ ), estables en

general; no obstante en las proximidades de los ríos, forman barrancos con grandes cárcavas, pendientes de  $80^{\circ}$ , y gran altura.

Al suroeste del cuadrante 1026—1 puede bajar algo la capacidad portante y subir la ripabilidad, presentándose algún síntoma de deslizamiento, además de la erosión. Así, mientras en general los desmontes tienen taludes de bajos a medios, y se mantienen estables aún con  $80^{\circ}$ , en estas zonas puede verse algún desmonte bajo, que aún con  $45^{\circ}$  presenta alguna cárcava.

Una muestra del cuadrante 1026—2 da como resultados 44 para el límite líquido y 19 para el índice de plasticidad, acusando un 7,6 por ciento de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ , y reacción nula respecto a los sulfatos. A pesar de ello en otras muestras ensayadas, la presencia de estos últimos es manifiesta.

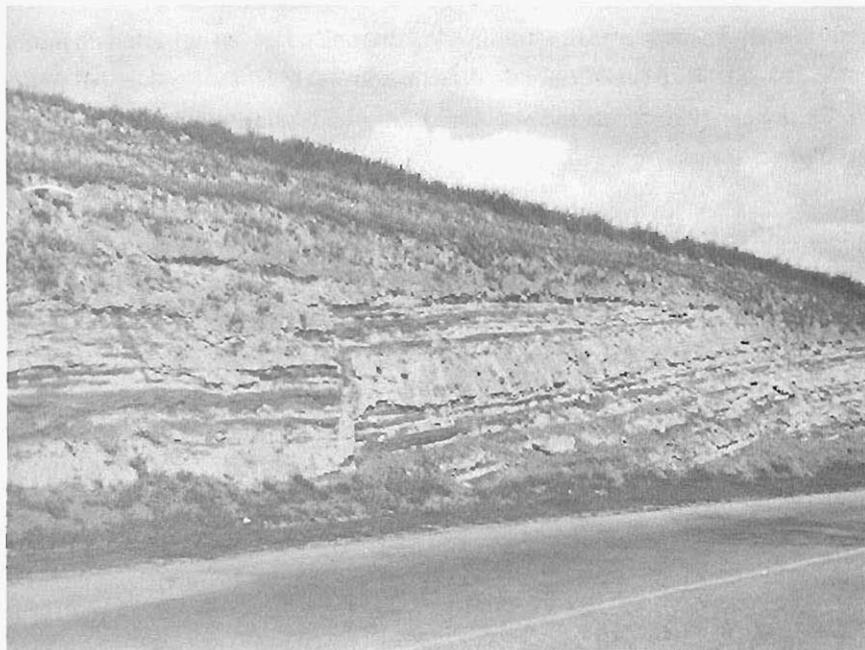


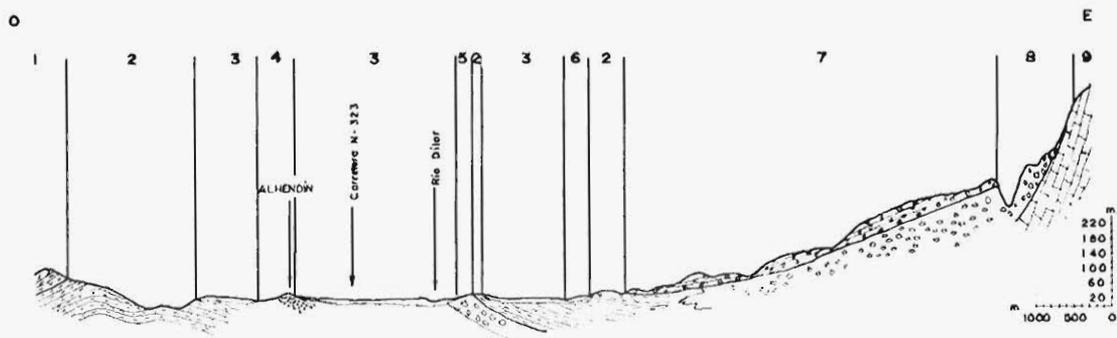
Foto 11.— Margas (321e) en la carretera N—323 en las proximidades de Alhendín.

### CONGLOMERADOS DE VIÑAS DE VERA (321f)

**Litología.**— Afloramientos de este grupo se encuentran en el área central del cuadrante 1 de la hoja 1026. Está constituido por un conglomerado o brecha polimictico de bolos y gravas cementados por carbonatos, entre los que se intercala algún nivel de calizas margosas y limolitas con cemento calcáreo.

Los gruesos de este conglomerado son de cuarcitas, cuarzo y esquistos fundamentalmente mal clasificados, y sus formas oscilan entre subangulosas y redondeadas.

Se estima como probable una edad miocena para esta formación.



- |                             |  |
|-----------------------------|--|
| 1 Margas y yesos (321c)     | 5 Conglomerados (321f)                               |
| 2 Margas y areniscas (321e) | 6 Gravas arenosas (C3)                               |
| 3 Limos arcillosos (A1)     | 7 Conglomerados y arenas con cemento calcáreo (322c) |
| 4 Arenas y limos (321n)     | 8 Conglomerados (321m)                               |
|                             | 9 Dolomías y calizas (212a)                          |

**Fig. 4 .— Corte esquemático de los materiales de la depresión de Granada**

**Estructura.**— Se encuentra mal estratificado, disponiéndose en un afloramiento alargado según dirección NO—SE. Está suavemente deformado con buzamientos hacia el NE y su fracturación es baja. En la hoja 1026 forma relieves aplanados y ondulados, que terminan en pendientes fuertes o cortados verticales.

**Geotecnia.**— Esta formación posee características variables según su grado de cementación. Así en el cuadrante 1026—1, se presenta sin recubrimientos, con capacidad portante alta, impermeable y no ripable. Forma un país de pendientes suaves, estables, aún en los barrancos con cortes casi verticales. Podría utilizarse como cantera.



**Foto 12.— Brechas polimícticas de caliza y dolomía (321f) en las proximidades de Pinos del Valle.**

Por su parte en el cuadrante 1041—1, se presentan a veces coluviones en vaguadas con más de 5 m de espesor. La roca es de capacidad portante alta, ripabilidad baja y permeabilidad media, siendo los taludes naturales estables, aún con pendientes de 60° y grandes desniveles.

Por el contrario algunos coluviones espesos son de capacidad portante media a baja, ripables e impermeables, siendo los taludes de desmontes algo inestables, aún con altura baja y pendientes de 60°, con desarrollo de algún deslizamiento y erosión.

### CALIZAS MARGOSAS DEL CERRO DE SAN JOSE (321i)

**Litología.**— Son calizas algo margosas con microfósiles, de color claro, probablemente del Mioceno, con estratificación en bancos de espesor variable entre 50 cm y 2 m.

**Estructura.**— Los estratos son subhorizontales, con pliegues muy suaves. Originan un relieve ondulado con lomas y valles con poca diferencia de cotas.

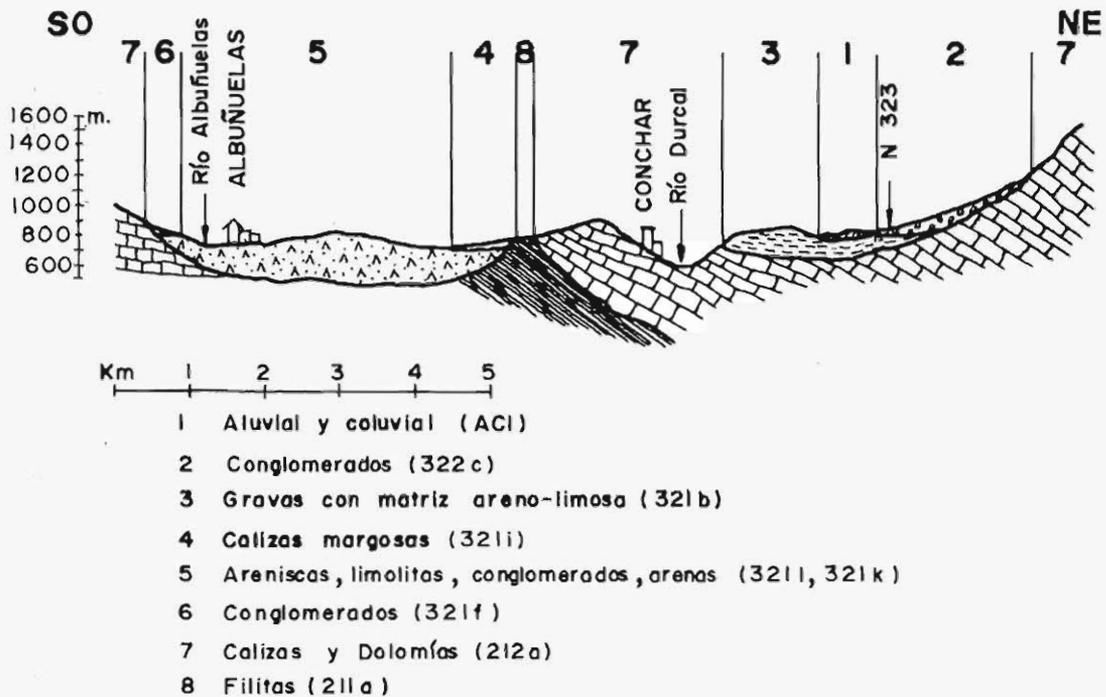


Fig. 5.— Corte esquemático desde el norte de Padul a Albuñuelas

**Geotecnia.**— Esta formación presenta gran desarrollo de formas karstificadas, y destaca en ella una disyunción paralelepípedica en bloques de 0,5—1,0 m. Tiene recubrimientos escasos calcoarillosos, con mayor desarrollo en las vaguadas. Tiene capacidad portante alta, no es ripable y resulta permeable por fisuración. Los taludes naturales, con desniveles altos y pendientes medias, son estables. Los desmontes observados, aunque bajos, resultan estables con taludes verticales. Podría utilizarse como cantera, aunque resulta de frentes heterogéneos, con abundancia de zonas karstificadas.

## **ARENAS ARCILLOSAS Y ARCILLAS DEL BARRANCO DE LA LUHA (321j)**

**Litología.**— Son unas arenas arcillosas, que gradualmente pueden pasar a arcillas y arcillas limo—arenosas, de color marrón. Se encuentran debajo del grupo 321k, y posiblemente sean el afloramiento de un Mioceno bajo.

Estas arcillas se explotan en la Tejera de Albuñuelas.

**Estructura.**— Depósitos horizontales o subhorizontales. Al erosionarse forman barrancos con pendientes relativamente fuertes.

**Geotecnia.**— Estos materiales son de capacidad portante media, permeabilidad baja y ripabilidad alta. Resultan erosionables, formando en los taludes naturales cárcavas de cierta importancia, haciendo que aquéllos, en desniveles altos y con 50° de pendiente, resulten algo inestables. Pueden resultar ocasionalmente útiles como préstamos.

## **ARENISCAS Y LIMOLITAS DE VENTA ALEGRE (321k)**

**Litología.**— Son materiales detríticos que cubren una parte de la cuenca terciaria de Albuñuelas. Al estar ya alejados del borde de la cuenca, predominan materiales relativamente finos. Son una alternancia irregular de areniscas deleznable de color amarillento, y limolitas, en ambos casos con cemento calcáreo. En esta formación se intercalan lentejones de conglomerados con cantos tipo grava y bolo subredondeados, raramente angulosos, con cemento también calcáreo.

**Estructura.**— Son depósitos bien estratificados, subhorizontales, con buzamientos muy suaves hacia el centro de la cuenca. Originan superficies suavemente onduladas.

**Geotecnia.**— Estos materiales presentan gran variación en el tamaño del grano, y también variación, aunque menor, en el grado de cementación. Son de capacidad portante alta a media, permeabilidad alta y ripabilidad baja o nula. Son algo erosionables, y los taludes naturales, suaves y de desniveles altos, son estables. Se han observado desmontes de altura media con taludes verticales estables.

En algunas zonas se observa una montera que puede alcanzar 4 ó 5 m de espesor, muy descompuesta, constituyendo prácticamente una arena de capacidad portante media a baja, altamente ripable, permeable y erosionable.



Foto 13.— Arenas limosas y limos arcillosos en la cuenca de Albuñuelas (321l).

### **ARENAS LIMOSAS Y LIMOS ARCILLOSOS DE RESTABAL (321l)**

**Litología.**— Son arenas limosas y limos arcillosos, que presentan variaciones granulométricas graduales, entre las que se intercalan irregularmente lentejones de gravas con matriz areno—limosa.

Estos materiales son muy semejantes al grupo 321k, del que se diferencian por la ausencia de cemento calcáreo y por poseer una estratificación más clara, y muchas veces laminar.

**Estructura.**— Depósitos subhorizontales con buzamientos muy suaves hacia el centro de la cuenca. El relieve es ondulado, con laderas de pendientes fuertes en valles de ríos y ramblas.

**Geotecnia.**— Esta formación sin recubrimientos, está constituida por materiales que en general tienen capacidad portante y permeabilidad altas, siendo su ripabilidad variable de alta a baja. Son altamente erosionables y posiblemente agresivos por sulfatos. En general forman un país de altos desniveles, y pendientes suaves; sin embargo en los barrancos se observan grandes cortes sometidos a fuerte erosión. En los desmontes se aprecian taludes de altura media, verticales y estables. Su utilización puede extenderse desde los préstamos hasta las graveras. Caminando desde Dúrcal a Lanjarón parece observarse un aumento en el tamaño de los componentes. Los ensayos

efectuados en una muestra arrojan tamaños inferiores a 3/4", pasando el 81 por ciento del material por el tamiz núm. 200. El límite líquido y el índice de plasticidad dan valores de 32 y 13 respectivamente, obteniéndose indicios de sulfatos y un 48,3 por ciento de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ .

#### **CONGLOMERADOS DE MONACHIL (321m)**

**Litología.**— Los caracteres litológicos de este grupo son complejos en el detalle, presentando a esta escala frecuentes variaciones tanto en la vertical como en la horizontal. Se trata de un conglomerado polimíctico de bloques, bolos y gravas en matriz areno—limosa, algo arcillosa.

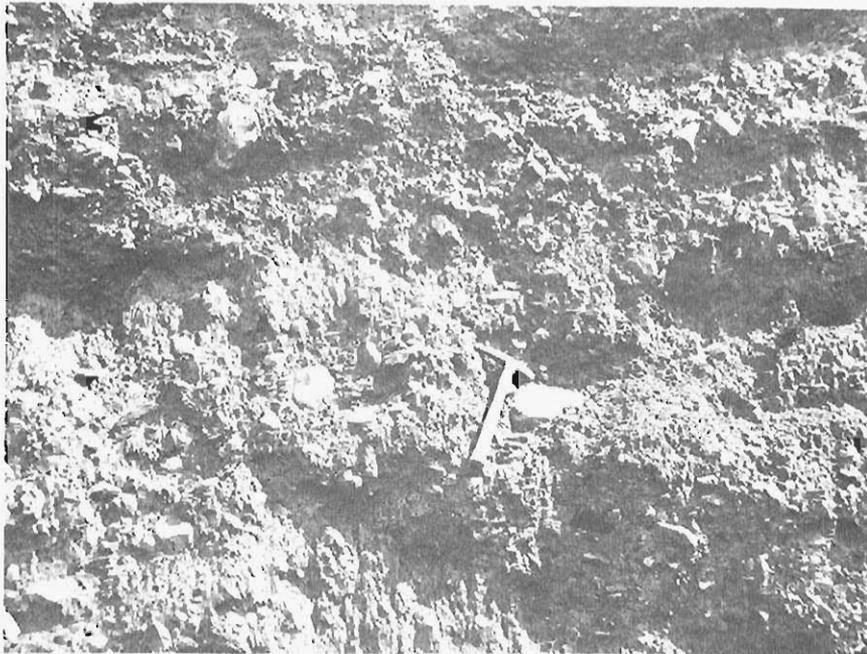


Foto 14.— Detalle de conglomerados de Monachil (321m) cerca de Cenes de la Vega.

Se intercalan niveles con cemento calcáreo de mayor o menor continuidad lateral, y los bloques pueden aparecer ocasionalmente. También se intercalan niveles de limos, limos arenosos y arcillosos, con gravas dispersas.

Hacia Cenes de la Vega (NE), se intercalan niveles de margas con cantos, y sigue el conglomerado de cantos y gravas, con niveles de bloques y bolos, tanto más frecuentes cuanto más se acerca a Sierra Nevada.

Los cantos son fundamentalmente de esquistos y cuarcitas, y por datos regionales parece ser que su edad es miocena.

**Estructura.**— La formación está estratificada, generalmente en bancos de gran espesor, disponiéndose a lo largo de la mitad este del cuadrante 1 de la Hoja 1026, al borde del macizo rocoso de Sierra Nevada y las dolomías y calizas a ella adosadas, y frecuentando direcciones de

estratificación NE—SO y buzamientos más frecuentes entre 12 y 35° hacia el NO.

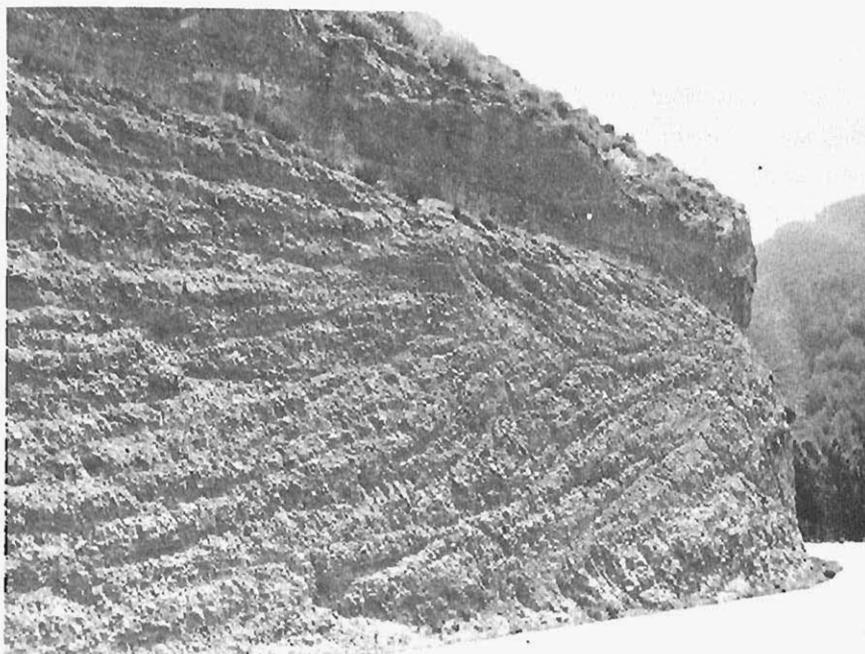


Foto 15.— Desmorte en conglomerados de Monachil (321m) (Carretera a Sierra Nevada, cerca de Cenes de la Vega).

**Geotecnia.**— Esta formación presenta escasos recubrimientos, y sus características son muy variables con el tipo de componentes y el grado de cementación.

Al sureste del cuadrante 1026—1 se presentan con abundancia de finos, bien graduados y plasticidad baja; su capacidad portante varía de media a alta, su permeabilidad de media a baja y su ripabilidad es alta. Presentan una acusada erosión y algún síntoma de inestabilidad. Las pendientes naturales tienen grandes desniveles, taludes de 60° y acusan fuertes efectos de erosión. En los desmontes también se observan cárcavas.

Por su parte en ambas riberas del río Genil, abundan más en gravas, y resultan más estables y menos erosionables. Su capacidad portante varía de alta a media, al igual que la permeabilidad, descendiendo algo en ripabilidad. Las pendientes se agudizan aún con grandes desniveles, resultando en general estables. Los desmontes estables pueden llegar a tomar alturas medias con 80°.

En cualquier caso podría utilizarse como gravera y préstamo.

#### **ARENAS Y LIMOS ARCILLOSOS DE ALHENDÍN (321n)**

**Litología.**— Constituyen un afloramiento aislado en Alhendín (cuadrante 1 de la hoja 1026). Se encuentran una serie de arenas y limos arcillosos con carbonatos, conteniendo gravas y gravillas que pueden disponerse agrupadas en lentejones o dispersas en el conjunto. Es frecuente que el contacto inferior entre los lentejones con gravas y la litología más fina, se lleve a cabo mediante cicatrices erosivas.

**Estructura.**— Este grupo está suavemente plegado, formando una serie isoclinal con buzamiento suave hacia el NE, siendo su fracturación baja.

**Geotecnia.**— En general constituyen materiales cementados, por lo que su capacidad portante será alta, y su permeabilidad y ripabilidad bajas. Todo el país es suave de desniveles y taludes, y resulta estable, aún en algún barranco donde las pendientes llegan hasta 70°. Los desmontes observados son bajos, estables y verticales. Convendría investigar la proporción de sulfatos. Con ciertas limitaciones de excavación, podrían utilizarse como préstamos.

### LIMOS ARCILLOSOS DE ORGIVA (300a)

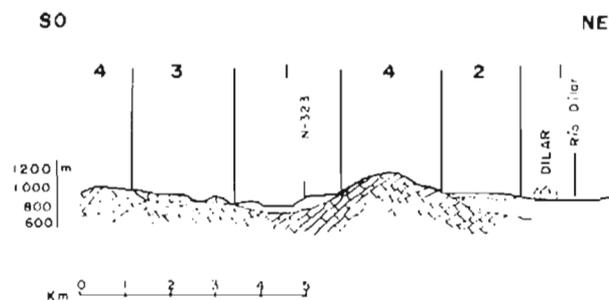
**Litología.**— Está compuesto por unos limos arcillosos con arenas y gravas. La matriz ligeramente carbonatada, y las gravas son fundamentalmente de filitas y cuarzo.

**Estructura.**— Forman una plataforma con escaso relieve al sur del pueblo de Orgiva, que presenta una inclinación marcada hacia el río Guadalfeo. La estratificación es difusa o se presenta masiva.

**Geotecnia.**— Estos materiales de composición y características variables, tienen un recubrimiento de tierra vegetal casi total. Su capacidad portante varía de media a alta, y su ripabilidad de alta a baja; su permeabilidad y plasticidad son en general bajas. En los barrancos de los ríos se desarrollan abundantes formas de erosión. Forman un país de grandes desniveles pero de pendientes bajas, 10°, estables, con la excepción de los barrancos, de altura media, e inestables por las cárcavas. Los desmontes observados son escasos y de poca entidad, con ligera erosión en ocasiones. En algún caso podrían utilizarse como préstamos. Una muestra de este depósito, ensayada en el laboratorio, acusa un límite líquido de 31 y un índice de plasticidad de 11, 4,2 por ciento de CO<sub>3</sub>Ca y 0,24 por ciento de SO<sub>3</sub>.

### DOLOMIAS Y CALIZAS TRIÁSICAS (212a)

Este grupo se describe con todo detalle en la Zona 2.



- 1 Margas (321e)
- 2 Conglomerados (321m)
- 3 Calizas margosas (321i)
- 4 Calizas y Dolomías (212a y 212a')

Fig. 6. — Corte esquemático de Dílar al Gororón

### 3.1.4 RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS QUE PRESENTA LA ZONA

La zona 1 ha sido dividida en dos subzonas, siguiendo un criterio geomorfológico, que paralelamente sirve en rasgos generales, para trazar también una divisoria estratigráfica, de tal modo que la subzona 1<sup>1</sup> corresponde en conjunto a los depósitos cuaternarios y pliocuaternarios, y la subzona 1<sup>2</sup> a los terciarios.

Dentro de las formaciones más modernas se destacan en primer lugar las turberas de Padul, cuya peligrosidad sólo se ve atenuada por su pequeña extensión, si bien su frontera con los materiales que los rodean no está claramente delimitada. Su alta proporción de materia orgánica, nivel freático somero y escasa capacidad portante, exigirán medidas especiales en su tratamiento, si bien su espesor no parece superar la decena de metros.

El sistema de aluviones y sus terrazas asociadas, presenta en general capacidad portante baja, nivel freático superficial, y posibilidad de erosión y contenido en sulfatos o niveles de agresividad. Su utilización como yacimientos granulares puede verse dificultada por las formas excesivamente lajosas. Si bien con frecuencia los cursos fluviales están canalizados, ha de tenerse en cuenta que su régimen suele ser de grandes arroyadas, lo que puede producir socavaciones de cierta importancia.

Por su parte en las vegas de Granada y Padul, se desarrollan unos limos algo yesíferos, con el nivel freático próximo e incluso superficial, que son dignos de mención por su baja capacidad portante y su posible colapso por inundación, además de rodear a las turberas antes citadas. Esta estructura, aunque análoga, se ve atenuada en la cuenca de Granada, donde los limos sólo constituyen una escasa montera situada sobre unos suelos granulares más resistentes, y con un nivel freático más profundo.

Del resto de las formaciones más modernas (cono de deyección, coluviales y glaciares de Dúrcal), se puede decir que presentan efectos de erosión aunque variables, y que su agresividad por sulfatos resulta clara o al menos posible. Su utilización va desde el préstamo a la gravera. El grupo más notable es el C3, que resulta algo inestable en zonas localizadas, y potencialmente peligroso al cubrir esquistos y otros materiales, sobre todo en zonas de vaguada y en condiciones desfavorables de drenaje.

La subzona 1<sup>2</sup> está formada fundamentalmente por depósitos del Terciario. En ella se puede distinguir a su vez una serie de materiales más o menos cementados, otra de materiales sueltos, unas formaciones margosas y, finalmente, un conjunto de depósitos calcáreos.

Los materiales cementados presentan un grado de cementación variable, y varían de tamaño desde el conglomerado polimíctico hasta las areniscas y limolitas. Forman a veces verdaderas costras, y su sensibilidad a la erosión es variable con su grado de cementación. Su utilización va desde el préstamo hasta la cantera de áridos. En Zubia son en general resistentes, con algo de erosión; los de Viñas de Vera por su parte presentan a veces en vaguadas, coluviones espesos e inestables. Los conglomerados de Monachil también resultan algo inestables en zonas localizadas, mostrando grandes cárcavas; finalmente las areniscas de Venta Alegre, son menos erosionables,

pero con frecuencia poseen una montera más débil por efectos de la alteración.

Existe a su vez un conjunto de grupos de materiales sueltos, que abarca desde las gravas con matriz areno—limosa, hasta los limos arcillosos, pasando por arenas arcillosas y limosas. Su utilización prácticamente se limita a los préstamos, pudiendo ocasionalmente prestarse a la explotación como graveras. Con frecuencia presentan síntomas de agresividad por sulfatos, y en casi todos los casos sufren los efectos de la erosión, a veces muy intensa en los barrancos, haciendo los taludes inestables. Tal es el caso del grupo del nordeste de Padul, Barranco de la Luha, Restábal, Alhendín y Orgiva. Más notables resultan las gravas de Tablate, (que resultan a veces inestables por la erosión y otras parecen costras de montera), a las que sirven de apoyo unas arcillas plásticas y expansivas.

Entre las formaciones margosas se hallan las de Gabia y Olura. Las primeras se intercalan con yesos y son algo erosionables; las segundas son erosionables y agresivas y presentan grandes cárcavas en barrancos, hallándose además algún deslizamiento en zonas localizadas.

Finalmente el país calizo lo componen los materiales del Trías, y las calizas del Cerro de S. José. De las primeras se habla con mayor detalle en la Zona 2, donde adquieren gran desarrollo; de las segundas sólo es digno de mención el gran desarrollo de karst que presentan.

### **3.2 ZONA 2: RELIEVES ALPUJARRIDES**

Esta zona está constituida fundamentalmente por el conjunto de las filitas, dolomías y calizas, que afloran en los cuadrantes 1026-1, 2, 1041-1, 1042-3, 4.

#### **3.2.1 GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA**

El relieve de la zona 2 está condicionado en gran parte por sus caracteres litológicos. La presencia de filitas, que generalmente se erosionan con gran rapidez, producen un relieve fuertemente quebrado, con importantes desniveles y una gran densidad de cursos fluviales y torrenciales. Por otra parte las dolomías y calizas, como material más duro, producen frecuentemente grandes escarpes y, cuando la estructura es favorable, grandes elevaciones como la Sierra de Lújar.

En conjunto es un relieve caótico, con la red de drenaje bastante encajada, que corta a los materiales que ocupan esta zona en su curso radial a partir de la Sierra Nevada.

Afloran estos materiales en la zona 2, formando una amplia orla que rodea el núcleo de la Sierra Nevada, tomando a grandes rasgos las directrices de ésta. La tectónica de detalle es bastante complicada, ya que la marcada diferencia de competencia frente al plegamiento entre las filitas y las calizas, produce en muchas ocasiones una disarmonía tal que puede hablarse de una tectónica en pisos, de forma que mientras las filitas están muy replegadas, debido a su plasticidad, las calizas presentan deformaciones de más amplio radio o bien responden con una tectónica de fracturación. Esto hace que la mayoría de los contactos sean anómalos, y debido a la disarmonía, se encuentran frecuentemente zonas trituradas en éstos.

Por último una intensa fracturación hace que materiales más antiguos se dispongan sobre materiales más modernos, efecto que parece estar favorecido por la plasticidad de las filitas y acentuado por los yesos que contienen.

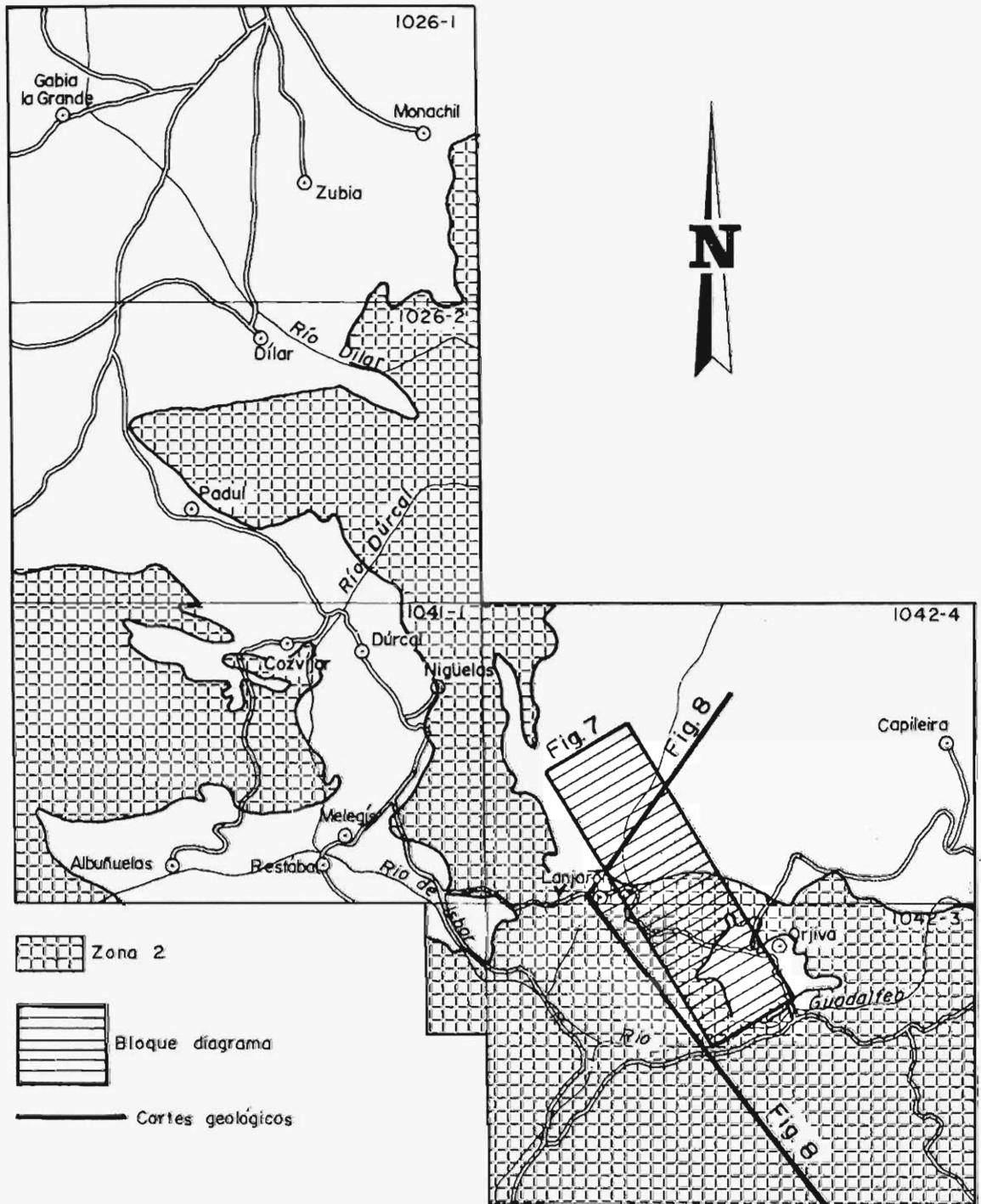
No se han distinguido subzonas dentro de esta zona 2, puesto que sus características morfológicas, aunque presentan diferencias en el detalle, en síntesis éstas son lo suficientemente uniformes como para mantenerse agrupadas.

### 3.2.2 COLUMNA ESTRATIGRAFICA

COLUMNA LITOLÓGICA	REFERENCIA		DESCRIPCIÓN	EDAD
	1/25.000 1/50.000	GEOTÉCNICO		
	T 1	Q-2	Terraza: Gravas en matriz areno-limosa	Cuaternario
	A 1	Q-2	Aluvial: Gravas en matriz limo-arenosa	"
	AC 1	B-2	Aluvial-coluvial: Limos arcillosos con gravas	"
	D 1	X	Deyección: Conglomerado con cemento calcáreo	"
	C 2	Q-5	Coluvial: Gravas en matriz limo-arenosa	"
	C 5	Q-4	Coluvial: Arcillas carbonatadas con gravas	"
	C 6	X	Coluvial: Tobas calcáreas, gravas y arcillas	"
	C 8	Q-4	Coluvial: Gravas en matriz arcillosa	"
	W 1	Q-2	Rellenos de escombrera de mina: Gravas	Cuaternario actual
	212a'	U-2	Dolomías y calizas milonitizadas	Triásico med-sup
	212a	X	Dolomías, calizas y calizas dolomíticas	"
	211g	U-3	Filitas con calizas "flotantes"	Triásico inf.- Pérmico
	211d	X	Cuarzitos y filitas	"
	211e	U-2	Filitas con intercalaciones de areniscas	"
	211f		Filitas con yesos, calizas "flotantes"	"
	211b	U-3	Filitas con yesos blancos sacaroideos	"
	100i	U-3	Neises bandeados y esquistos	Paleozoico

# ESQUEMA DE SITUACION DE CORTES Y BLOQUES DIAGRAMA ZONA 2

ESCALA 1 / 200.000



### **3.2.3 GRUPOS GEOTECNICOS**

En esta segunda zona se han distinguido los siguientes grupos:

#### **TERRAZAS (T1)**

Se describen con todo detalle en la zona 1.

#### **ALUVIALES (A1)**

Se describen con todo detalle en la zona 1.

#### **CUATERNARIOS DE LAS VEGAS DE GRANADA Y PADUL (AC1)**

Se describen con todo detalle en la zona 1.

#### **CONOS DE DEYECCION CEMENTADOS (D1)**

**Litología.**— Este grupo está compuesto por conglomerados, en los que las gravas y bolos más abundantes son de rocas carbonatadas. Se encuentran cementados por carbonatos. Están asociados a las sierras de calizas y dolomías, formando depósitos de tipo cono de deyección. Presentan cierta variabilidad en el contenido de gravas y bolos, así como en su grado de cementación, lo que los hace un grupo poco homogéneo.

**Estructura.**— Se disponen formando plataformas llanas, suavemente inclinadas en la dirección de escorrentía. Sobre ellas se desarrollan las formas de drenaje típicas de conos de deyección, de avenamiento anastomosado.

**Geotecnia.**— A pesar de la variación de tamaños, componentes y grado de cementación, estos materiales pueden calificarse de capacidad portante alta, permeabilidad baja y ripabilidad baja a nula. Forman un país casi llano, abundante en costras superficiales. Los desmontes son bajos, verticales y estables. Con limitaciones de excavación, podrán utilizarse como graveras.

#### **COLUVIALES (C3)**

Se describen con todo detalle en la zona 1.

#### **COLUVIALES (C5)**

Se describen con todo detalle en la zona 1.

#### **COLUVIAL DE LANJARON (C6)**

**Litología.**— Se compone de unas tobas calcáreas, y arcillas abundantes, que pueden predominar sobre el conjunto. Contienen una proporción variable de limos y arenas con gravas, y muy ocasionalmente bloques, constituyendo unos depósitos heterogéneos de origen coluvial.

**Estructura.**— Son los materiales sobre los que se asienta el pueblo de Lanjarón, suavizando las pendientes entre los materiales de Sierra Nevada y los materiales triásicos.

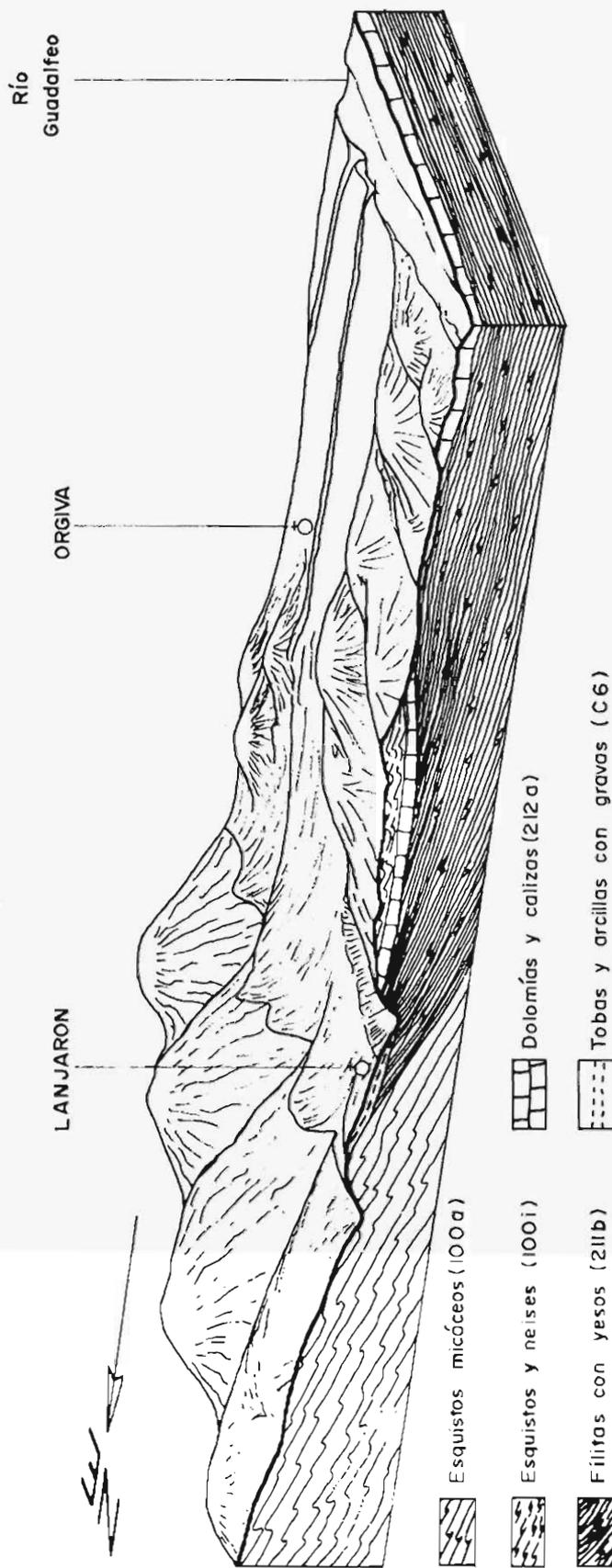


Fig. 7 .— Bloque diagrama esquemático de la región de Sierra Nevada —Río Guadalfeo. A la izquierda las formaciones de la Sierra Nevada. En la parte más cercana al observador los relieves alpujárrides, y detrás de éstos la plataforma de Orgiva sobre la que se asienta ésta población.

**Geotecnia.**— Estos materiales tienen recubrimientos parciales y ligeros de tierra vegetal, y vegetación de monte bajo. Sus características resultan variables con el grado de cementación, por lo que la capacidad portante varía de media a alta, y la ripabilidad de alta a baja; siendo la permeabilidad nula o baja. Los taludes naturales son estables con pendientes de 45/60°. Los escasos desmontes observados, de poca entidad, son también estables.

#### **COLUVIALES DEL NORTE DE ORGIVA (C8)**

**Litología.**— Son unos depósitos bastante heterogéneos, de origen coluvial, compuestos por gravas, bolos y bloques polimícticos en una matriz arcillosa rojiza, con carbonatos.

**Estructura.**— Afloran al Norte de Orgiva, asociados generalmente a los materiales triásicos, dando un relieve de transición entre la Sierra Nevada y la plataforma donde está enclavada esta población.

**Geotecnia.**— Formación de características algo variables por su grado de cementación, que en general es bajo. Abundan clastos angulosos o subangulosos de esquistos, y se presentan sin recubrimientos. Su capacidad portante varía de media a alta, y su ripabilidad de alta a baja; su permeabilidad y plasticidad son bajas, resultando algo erosionables y agresivos por sulfatos. Forman un país casi llano y estable. Los desmontes observados son de escasa altura y resultan estables aún siendo casi verticales. Podrían utilizarse ocasionalmente como préstamos.

#### **RELLENOS DE ESCOMBRERAS DE MINA (W1)**

**Litología.**— Se trata de unos depósitos artificiales procedentes del laboreo minero de la Sierra de Lújar. Están compuestos por gravas y gravillas de rocas carbonatadas, angulosas y aceptablemente clasificadas, con una pequeña proporción de finos.



Foto 16.— Escombreras de la S.M.M.P.E., al pie de la Sierra de Lújar, entre el río Guadálfeo y la carretera C-333 (W1).

**Estructura.**— Son depósitos inconsolidados formando una escombrera en la margen izquierda del río Guadalfeo, al pie de la cara norte de la Sierra de Lújar.

**Geotecnia.**— Los materiales observados constituyen unas gravillas sucias por el proceso de lavado, más bien uniformes, duras y de corte cúbico. En su estado actual, depositados por simple vertido, resultan de capacidad portante baja, y ripabilidad y permeabilidad altas. Si bien como terreno de apoyo pueden resultar indeseables, como árido para carreteras pueden ser útiles, incluso para su utilización en capas superficiales, tras de un lavado eficaz.

## **DOLOMIAS Y CALIZAS DEL TRIAS (212a)**

**Litología.**— Este grupo está compuesto por un complejo de dolomías y calizas de colores gris oscuro a negro y blanco. Frecuentemente presentan laminaciones irregulares o fajeadas por alternancia de estos mismos colores, y más raramente estas laminaciones se hacen regulares hasta constituir un acintamiento. Su textura es variable, presentándose desde cristalina media a gruesa y muy gruesa, siendo también irregular la distribución de calcita y dolomita, de forma que pueden encontrarse ambas en la misma muestra (como ha revelado la tinción de láminas delgadas), formando los pasos intermedios entre dolomías y calizas.

Con cierta frecuencia presentan mineralizaciones, fundamentalmente de fluoritas y galena, actualmente sometidas a intensa explotación.

**Estructura.**— La estratificación de las dolomías y calizas es muy irregular, pudiéndose encontrar masivas, con estratificación difusa, bien estratificadas en bancos de desigual potencia, desde varios metros a unos centímetros, o finamente estratificadas en plaquetas de pocos centímetros, dominando las dolomías fértidas de color oscuro, masivas en los cuadrantes del Norte y Oeste.

Estructuralmente hacen el papel de formación competente, desarrollándose generalmente pliegues de amplio radio, formados en régimen concéntrico. Por la misma razón de su competencia es frecuente una fracturación alta, que puede llegar a ser una zona de milonización, encontrándose en ocasiones estas fracturas llenas de calcita.

La dureza de estos materiales hace que en general el relieve sea muy abrupto, con cortados a veces verticales y con su red fluvial muy encajada.

**Geotecnia.**— Este grupo es algo variable en sus características. En principio pueden calificarse los materiales como de capacidad portante alta, permeables por fisuración y no ripables, con fenómenos de karstificación y canterables. Los taludes naturales y artificiales son estables, aún siendo verticales. En las áreas de contacto con otros materiales se trituran intensamente llegando a presentar claros síntomas de inestabilidad, constituyendo incluso, si su extensión y entidad así lo exigen, grupos separados como el 212a'.

Esta caracterización general precisa de matizaciones según las zonas. Así, en toda la carretera N-323, presentan escasos recubrimientos, y en ocasiones algún coluvión calcificado, que soporta

un talud vertical de 6 a 8 m de altura. Sin embargo varias de las canteras observadas producen un material sucio, pulverulento en el machaqueo, que rebaja ostensiblemente la calidad del material como cantera de áridos para carretera.

Por su parte en la carretera de Orgiva a Pampaneira y Capileira, suelen hallarse muy triturados por el contacto con otros materiales. Por el contrario en las carreteras a Lanjarón (C-332) y Albuñol (C-333), están en buen estado y suponen una zona canterable de primera calidad; se hallan sin recubrimientos, y salvo algún bloque caído en los cantiles verticales, resultan estables tanto los taludes naturales como los artificiales, aquellos con grandes desniveles y pendientes de 35° a 60°, éstos de bajos a medios y prácticamente verticales.



Foto 17.— Detalle de las dolomías y calizas con acintamiento (212a)

### **DOLOMIAS Y CALIZAS MILONITIZADAS (212a')**

**Litología.**— Es la misma que en el grupo 212a.

**Estructura.**— Aparte de las características tectónicas generales descritas en el grupo 212a, que sirven también para éste, hay que añadir que estos materiales se han diferenciado del grupo 212a debido a que las calizas y dolomías, poseen una microfisuración muy alta, llegando en muchos casos a ser verdaderas calizas milonitizadas lo que tiene su repercusión en el apartado de geotecnia.

**Geotecnia.**— Si bien este material procede del grupo 212a, sus características son bien distintas. El grado de fracturación ha llegado a tal punto que con frecuencia presentan el aspecto pulverulento de un suelo talcoso. Su capacidad portante varía de media a baja, su permeabilidad es baja y su ripabilidad alta. Resultan inestables por efectos de la erosión, a veces atenuada por la

formación de una ligera costra superficial. Las pendientes naturales resultan inestables por erosión, con desniveles medios y taludes de  $40^{\circ}$ . Se distinguen bien en ocasiones por las manchas núbreas que destacan en el paisaje, no obstante lo cual deberá investigarse su presencia por los problemas de capacidad portante e inestabilidad a que pueden dar lugar.



Foto 18.— Dolomías y calizas trituradas (212a'), explotadas como cantera. (Nordeste de Padul)

### **FILITAS TRIASICAS (211a)**

**Litología.**— Esta formación está compuesta fundamentalmente por filitas, materiales con esquistosidad marcada pero de menor grado de metamorfismo que los esquistos, que presentan intercalaciones de areniscas, areniscas cuarzosas de grano medio y cuarcitas. La frecuencia de estas intercalaciones es variable y en ocasiones pueden presentar formas alentejonadas. Los espesores de estas intercalaciones son normalmente de escala centimétrica, y localmente pueden llegar a predominar (211d).

En las filitas abundan los colores azulados, en ocasiones con tonos vinosos y verdosos, presentan superficies satinadas, jabonosas, en las que se encuentran frecuentemente impregnaciones de sulfatos. Estas impregnaciones y los afloramientos de yesos en las formaciones semejantes (211b), hacen posible presumir la presencia de lentejones de yeso en su zona más basal, que no han quedado al descubierto en superficie. Abundan los filones de cuarzo hidrotermal, dispuestos

generalmente en formas estiradas, conformes con la esquistosidad, y en ciertas áreas sufren un porcentaje más o menos elevado de intercalaciones de óxidos de hierro en lechos.

**Estructura.**— Las filitas afloran a lo largo de casi todos los cuadrantes que cubren el tramo. Es característica su morfología, en la que predominan las formas redondeadas de sus cerros (especialmente de sus interfluvios), su red de drenaje dendrítica con tendencia subparalela en ocasiones, y la tortuosidad de sus canales.

En general forman una serie isoclinal con abundantes repliegues isoclinales, de los cuales es difícil tener constancia en el campo; por esta razón es prácticamente imposible conocer su verdadero espesor, siendo posible únicamente mediante una aplicación de detalle de los métodos tectónicos para la reconstrucción completa de la estructura y así poder hacer un cálculo de su espesor, aunque se ha de hacer constar que algunos trabajos hechos ya en este sentido han fracasado.

Por otra parte, la tectónica sumamente violenta a que se ha visto sometida esta formación, hace que la fracturación a escala meso sea generalmente importante, y más especialmente en el contacto tanto con la formación superior (dolomías y calizas 212a, en cuyo caso el plegamiento disarmónico ya tratado en el apartado 2.1, hace que la roca se presente muy fisurada), como en los contactos con cobijadura con otras formaciones.

Esta fracturación elevada favorece la circulación de aguas, que origina una profunda alteración de estos materiales, y la deposición de sulfatos de impregnación en las áreas en que las aguas circulan con estos iones disueltos, provenientes probablemente de la disolución de los yesos que contienen las filitas (211b).

**Geotecnia.**— Esta formación resulta algo variable en sus características, según su grado de alteración y trituración, en general alto. Sus materiales pueden calificarse en conjunto de capacidad portante de media a baja, permeables por fisuración, altamente ripables, erosionables y agresivos por sulfatos. Esta caracterización general merece una cierta matización según los síntomas de inestabilidad que presentan en diferentes zonas.

Así en el área próxima al río Dílar, tienen recubrimientos parciales, pero en las vaguadas éstos son arcillosos, plásticos, saturados de agua y en general blandos, inestables e impermeables. Forman un país diverso, desde altos desniveles con taludes estables y pendientes de 40° en filitas desnudas, hasta otros de altura media y 35° inestables, en los coluviones de vaguada, por la erosión y frecuentes deslizamientos. En los desmontes pasa algo análogo con los taludes, siempre bajos, estables en filitas desnudas y buzamiento favorable, e inestables en zonas de vaguada (todos con unos 60°).

Por su parte en la zona de la carretera C—333 de Albuñol a Orgiva, se hallan muy triturados, resultando con frecuencia inestables por erosión y deslizamientos, en desmontes de altura media y talud de 60°. También en la carretera GR—451, sufren fuerte erosión e inestabilidad en los desmontes, de proporciones geométricas análogas a las anteriores, sobre todo en los contactos con

otros materiales, grupos C5 y 212a.

Finalmente, en la carretera nacional de Granada a Motril, N-323, abundan en recubrimientos y grandes espesores de alteración, observándose deslizamientos de grandes proporciones, aún en áreas de buzamientos favorables. El país resulta así en conjunto inestable, abrupto, con fuertes cárcavas y desplazamientos grandes. Los desmontes varían de bajos a medios y se caracterizan por su gran variabilidad, tanto en talud (60–90°) como en inestabilidad.



Foto 19.— Filitas con frecuentes intercalaciones de areniscas (211a). (Carretera N-323).

#### **FILITAS CON YESOS (211b)**

**Litología.**— Este grupo está constituido litológicamente por filitas con intercalaciones de areniscas y cuarcitas, y lechos de escala métrica a centimétrica de yesos. Localmente, este grupo presenta mineralizaciones de hierro, que han sido explotadas intensamente a cielo abierto, presentándose el mineral fundamentalmente bajo forma de oligisto.

La coloración del conjunto se hace abigarrada debido a la variedad de materiales presentes, y especialmente al contenido de minerales de hierro, que le comunican una coloración variada al grupo.

Los yesos son fundamentalmente blancos, sacaroideos, y su presencia hace que el conjunto muestre frecuentes impregnaciones de sulfatos. Las filitas conservan sus colores azulados, carácter satinado y tacto jabonoso, y son frecuentes pequeños lechos interestratificados de minerales de hierro.

**Estructura.**— Los afloramientos de este grupo se distribuyen, en el área de Lanjarón—

Carataunas, constituyendo una amplia orla en torno al borde de la Sierra Nevada. Los materiales se encuentran replegados y la fracturación es alta, provocando una alteración importante de los materiales.

**Geotecnia.**— Esta formación, que posee unos revestimientos escasos y ligeros, puede calificarse de peligrosa por su inestabilidad y agresividad. Aunque está constituída por materiales muy diversos, puede decirse que su capacidad portante es en general baja o media y su ripabilidad alta; son impermeables, erosionables, parcialmente solubles por la presencia de yeso, y de alto grado de meteorización. Forman un país abrupto, de grandes desniveles y laderas frecuentemente inestables por la erosión y los deslizamientos, con pendientes del orden de  $60^{\circ}$ , aún con buzamientos favorables; los taludes naturales pasan a ser estables en las pendientes de  $25/30^{\circ}$ , aún conservando los desniveles altos. En los desmontes observados, se destacan desprendimientos cuneiformes y cárcavas, en taludes bajos de  $60^{\circ}$  de pendiente. En la carretera de Orgiva a Pampaneira y Capileira se observa un mayor grado de trituración.



Foto 20.— Filitas replegadas y fracturadas (211b). (Carretera C-333)

#### **CUARCITAS Y FILITAS (211d)**

**Litología.**— Este grupo litológico está compuesto por una serie de cuarcitas, areniscas y cuarzofilitas que esporádicamente pueden presentar intercalaciones de filitas, con mayor o menor proporción.

**Estructura.**— El conjunto está bien estratificado, en bancos medios de 30 cm. Su plegamiento es alto y la fracturación puede oscilar entre alta y media.

**Geotecnia.**— Esta formación tiende hacia el Norte a ser más cuarcítica, y posee escasos recubrimientos. Los materiales son de capacidad portante alta, permeables por fisuración y de ripabilidad baja o nula. El país dominante posee grandes desniveles, con taludes estables de 45°. Los desmontes observados tienen taludes bajos, verticales y estables. En general abundan las rocas silíceas de grano grueso, por lo que su utilización para las capas superficiales de un firme puede ser digna de estudio, con el condicionamiento de las intercalaciones de otros materiales.



Foto 21.— Neises bandeados del sur de Lanjarón (100i). (Carretera N—323).

### **FILITAS CON CALIZAS FLOTANTES Y YESOS (211f)**

**Litología.**— El material fundamental de esta formación son filitas de color gris azulado, con impregnaciones de sulfatos en su masa, y con intercalaciones de lechos de yesos sacaroideos de varios metros de potencia, soportando masas de calizas y dolomías que pueden llegar a tener muchos miles de metros cúbicos, en equilibrio inestable sobre ellas. Como la mayoría de la masa de las filitas, se ha considerado esta formación como Werfeniense, aunque hay que tener en cuenta que las calizas y dolomías “flotantes” que están sobre ellas, son materiales del Triásico medio y superior.

**Estructura.**— Las filitas ya plegadas isoclinalmente en pliegues de radio muy cerrado, se han visto afectadas por los fenómenos de hinchamiento del yeso y por la actuación de éste como reodo, provocándose una fluencia lenta de los yesos a las zonas de menor tensión actuando con frecuencia como capa de despegue. Debido a estos fenómenos las filitas presentan numerosas zonas trituradas, habiéndose producido zonas de deslizamiento de las que es claro ejemplo una gran concha, actualmente en equilibrio, aunque próxima a la inestabilidad, en la margen izquierda del río Guadalfeo.

Estas zonas deslizadas han hecho desprenderse grandes bloques calizo—dolomíticos de los estratos calcáreos que están sobre las filitas, y que quedan dentro de la formación. Originan formas topográficas “rugosas” con drenaje poco definido, claro indicio de su inestabilidad.

**Geotecnia.**— Esta formación puede calificarse como peligrosa por su inestabilidad general, debido en parte a la mezcla “explosiva” de filitas y yesos, y la presencia de calizas “flotantes”, cuya aparición lleva consigo la intensa trituración de todos los materiales. Su capacidad portante es baja y la ripabilidad alta, resultando permeables por fisuración. Son además inestables, erosionables y agresivos por sulfatos. Forman un país con desniveles altos y taludes inestables a 30°, con deslizamientos, erosión y desprendimiento de bloques de caliza. En los desmontes abundan también los signos de inestabilidad, si bien la ausencia de abundante pluviometría atenúa en gran parte este fenómeno.

### **FILITAS DE VALCAIRE (211g)**

**Litología.**— Esta formación está compuesta por filitas, que presentan intercalaciones de areniscas cuarzosas de grano medio y cuarcitas. La frecuencia de estas intercalaciones es variable y en ocasiones pueden presentar formas alentejonadas. Sus espesores son a escala centimétrica y localmente pueden llegar a predominar. En las filitas predominan los colores azulados, en ocasiones con tonos vinosos, con superficies satinadas, en las que se encuentran frecuentemente impregnaciones de sulfatos. Estas impregnaciones y los afloramientos de lentejones de yesos con un espesor ya considerable en la formación semejante 211b, hace presumir la presencia de lentejones de yesos en su zona más basal, que no afloran en superficie.

**Estructura.**— Las filitas con pliegues isoclinales bastante cerrados, presentan frecuentes zonas de trituración. Normalmente las zonas de apoyo de calizas y filitas están también trituradas. Presentan una topografía abrupta a veces “rugosa”, irregular, que da una idea de la inestabilidad del terreno, con numerosas zonas de abarrancamiento.

**Geotecnia.**— Formación algo peligrosa por razones de posible inestabilidad e intensa trituración en el contacto de los diversos materiales. No obstante, las intercalaciones cuarcíticas le prestan una calificación de capacidad portante media a alta, siendo permeables por la intensa fracturación. Su ripabilidad varía de baja a alta. Forman un país de grandes desniveles, con taludes inestables por efecto de la erosión intensa. Los desmontes tienen taludes bajos, de 60° de pendiente, frecuentemente inestables por la erosión y la presencia de desprendimientos cuneiformes. Convendría investigar la presencia de yesos.

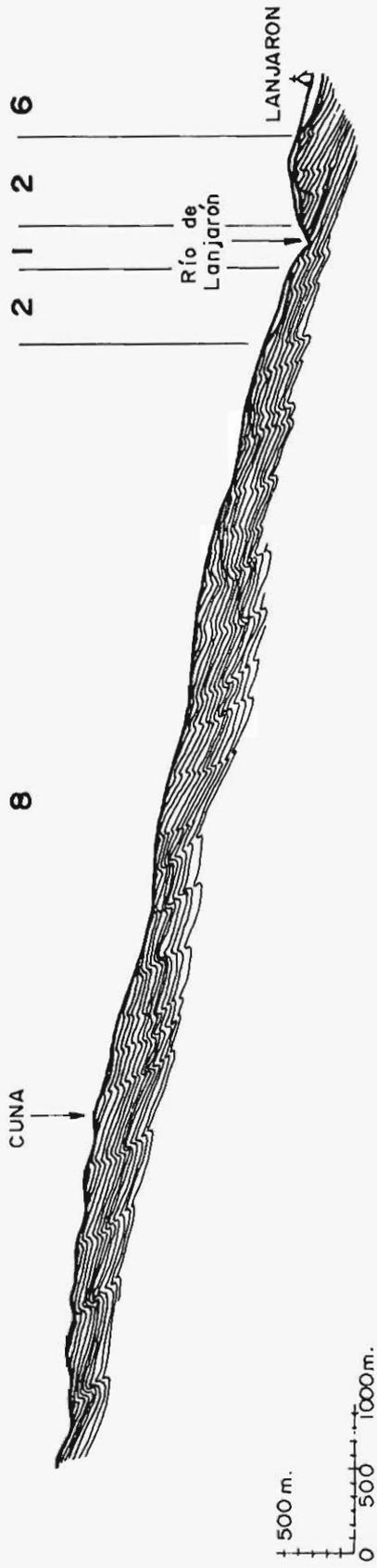
### **NEISES BANDEADOS Y ESQUISTOS DEL SUR DE LANJARON (100i)**

**Litología.**— Este grupo está constituido por neises bandeados, con alternancia irregular de fajas claras y oscuras, y esquistos micáceos, e intercalaciones de esquistos cuarzosos, que pueden llegar a predominar. El conjunto es atribuible por su facies al Paleozoico.

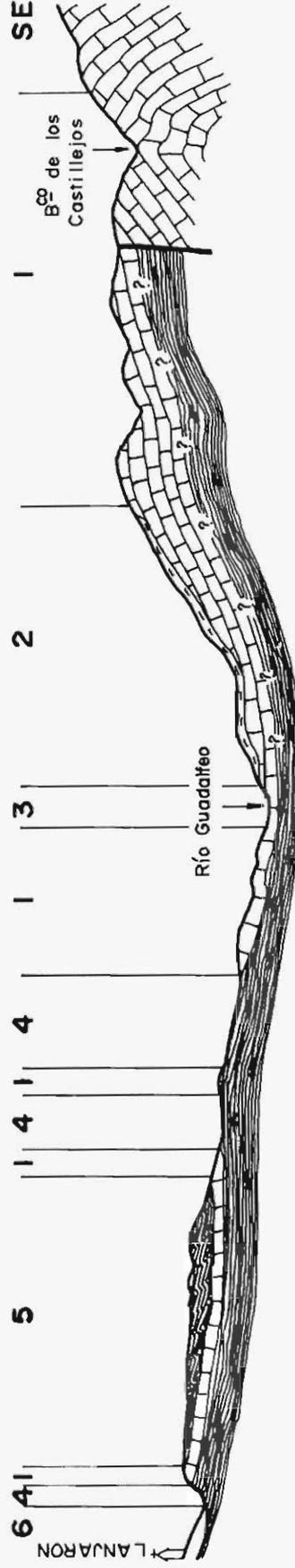
**Estructura.**— Estos materiales afloran al sur y sureste de Lanjarón, y son visibles en la

NE

SO



NO



- 1 Dolomías y calizas (212a)
- 2 Arcillas carbonatadas con gravas (C 5)
- 3 Gravas (A1)
- 4 Filitas con yesos (211b)
- 5 Esquistos y neises (100i)
- 6 Tobas y arcillas con gravas (C6)
- 7 Gravas con matriz arcillosa (C 7)
- 8 Esquistos micáceos (100a)

Fig. 8 y 8'. - Cortes esquemáticos de la región de Sierra Nevada - Sierra de Lújar

carretera N-323 de Granada a Motril entre los Kms. 476,500 y 478,500. Tanto los planos de neisificación como de esquistosidad están bien marcados, y en los materiales aflorantes se observa una alta tectonización, de la cual son visibles numerosas fracturas a todas las escalas, encontrándose el material intensamente triturado en los puntos en los que éste aflora suficientemente, cosa que no es muy común, ya que esta alta fracturación hace que el material se encuentre profundamente alterado.

**Geotecnia.**— Se trata de una formación peligrosa por su inestabilidad. Los neises y esquistos suelen estar muy descompuestos en superficie, y poseen recubrimientos frecuentes en vaguadas, que se confunden con la zona alterada superficial. Estos materiales son de capacidad portante de media a baja, permeables por fisuración, y de ripabilidad en general alta. Resultan inestables, algo erosionables y posiblemente agresivos por sulfatos. Forman un país abrupto de grandes desniveles, donde pueden observarse deslizamientos de grandes proporciones en laderas de 60° de pendiente, aún con buzamientos favorables. Los desmontes observados tienen taludes bajos, inestables, con pendientes de unos 70°, con desprendimientos cuneiformes.

En la carretera de Lanjarón a Orgiva, presentan recubrimientos más frecuentes y espesos en las vaguadas, pero que en general acusan mejor estado. Los taludes naturales son más estables pero con menor pendiente, y no se observan deslizamientos de grandes proporciones. Sin embargo los desmontes siguen siendo inestables.



Foto 22.— Gran deslizamiento de neises bandeados y esquistos (100i) en la carretera N-323

### 3.2.4 RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS QUE PRESENTA LA ZONA

La zona 2, de extensión superficial similar a la zona 1, es en cambio más monótona que ésta, y por lo tanto de menor riqueza en grupos geotécnicos. Resulta por otra parte de desniveles mayores y pendientes más abruptas, viéndose dominada por materiales pétreos que encajan los cursos fluviales, pero que por su inter-relación, destacan una serie de áreas altamente trituradas, que dan lugar a la aparición de formaciones netamente inestables.

Entre las formaciones más modernas no cabe añadir nada nuevo, respecto a lo ya descrito en la Zona 1, en relación con los grupos aluviales y coluviales, que en aquélla tienen mucho más desarrollo, tanto en extensión como en espesor. Solamente cabe destacar en este grupo los conos de deyección asociados a las cumbres calizas, y los suelos de origen coluvial de Lanjarón y del norte de Orgiva. En cualquier caso se trata de materiales más o menos cementados (con un grado de cementación de mayor a menor en el orden en el que se citan), sin problemas especiales a la hora de la excavación o la geometría de los desmontes, si bien en el caso de Orgiva pueden resultar algo erosionables y agresivos por sulfatos. Su utilización puede ir desde la gravera al préstamo.

Aunque su extensión es reducida y su origen atípico, es digna de destacar la presencia de escombreras de mina, que si en su estado "in situ" pueden aparecer como materiales no muy recomendables, pueden por el contrario dar lugar a un aprovechamiento como áridos para carreteras (con ciertas limitaciones), dadas sus características de dureza y forma.

El resto de la zona se divide a su vez en un país calcáreo y otro esquistoso, si bien éste agrupa a formaciones de distinta edad. En el medio calcáreo se pueden distinguir a su vez dos formaciones. Una de calizas y dolomías frescas y duras, sin recubrimientos y de gran rendimiento en canteras de áridos; otra de materiales análogos pero intensamente triturados, que pueden dar lugar incluso a depósitos pulverulentos, blandos e inestables, que sufren intensos efectos de erosión.

Por su parte el medio esquistoso (que ocupa casi exclusivamente el área meridional de la zona y una banda estrecha al oeste de Lanjarón), es el que por sus características y extensión puede plantear problemas más serios. Los grupos más peligrosos son las filitas triásicas (211a), las filitas con yesos (211b), las mismas con calizas "flotantes" (211f), y los neises y esquistos de Lanjarón (100i), que además son los que ocupan mayor superficie. En casi todos los casos presentan abundantes recubrimientos arcillosos, plásticos, saturados y blandos que resultan en conjunto inestables y agresivos por sulfatos, presentando acusada erosión y abundantes deslizamientos, algunos de grandes proporciones aún con buzamientos favorables. En particular los grupos de filitas con yesos (con o sin calizas "flotantes"), parecen mostrar, a pesar de su extensión relativamente reducida, una mayor frecuencia de movimientos que el resto de los grupos. Todos están intensamente alterados y triturados, siendo particularmente sensibles a los desplazamientos en las áreas de contacto con otros materiales.

De características análogas participan las filitas de Valcaire, si bien las intercalaciones cuarcíticas le prestan una mejor calificación en zonas localizadas. Finalmente estas intercalaciones se hacen ya más claras y potentes, dando lugar a unas filitas y cuarcitas (grupo 211d), que resultan estables y ocasionalmente aprovechables para la obtención de áridos.

### 3.3 ZONA 3: ELEVACIONES DE SIERRA NEVADA

Ocupan esta zona los esquistos con intercalaciones de esquistos grafitosos, cuarzoesquistos y cuarcitas que constituyen el núcleo de la Sierra Nevada, que afloran en los cuadrantes 1042-3 y 4.

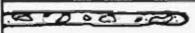
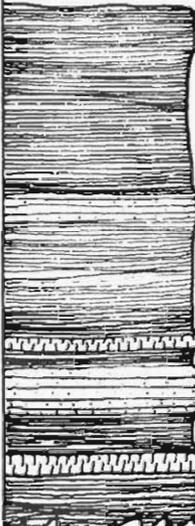
#### 3.3.1 GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA

En este caso morfología y tectónica presentan una estrecha relación, pasando a ocupar la litología un papel secundario, ya que al resultar a grandes rasgos bastante monótona, opera como factor común. Así, la forma de la Sierra Nevada refleja una gran bóveda anticlinal, que corresponde con su estructura, apareciendo en la zona considerada el flanco sur de ésta.

Se encuentran repliegues con cierta frecuencia en los esquistos, y morfológicamente forma el núcleo de la red de drenaje, que partiendo de ella se distribuye en forma radial hacia el Oeste, Suroeste y Sur. Son frecuentes las surgencias, y los torrentes y arroyos han excavado profundos barrancos de fuertes pendientes y tendencia a las formas subparalelas. El gran coluvión, orla que rodea a la mayor parte de este sector de la Sierra Nevada, retoca el modelado en el sentido de suavizar las pendientes.

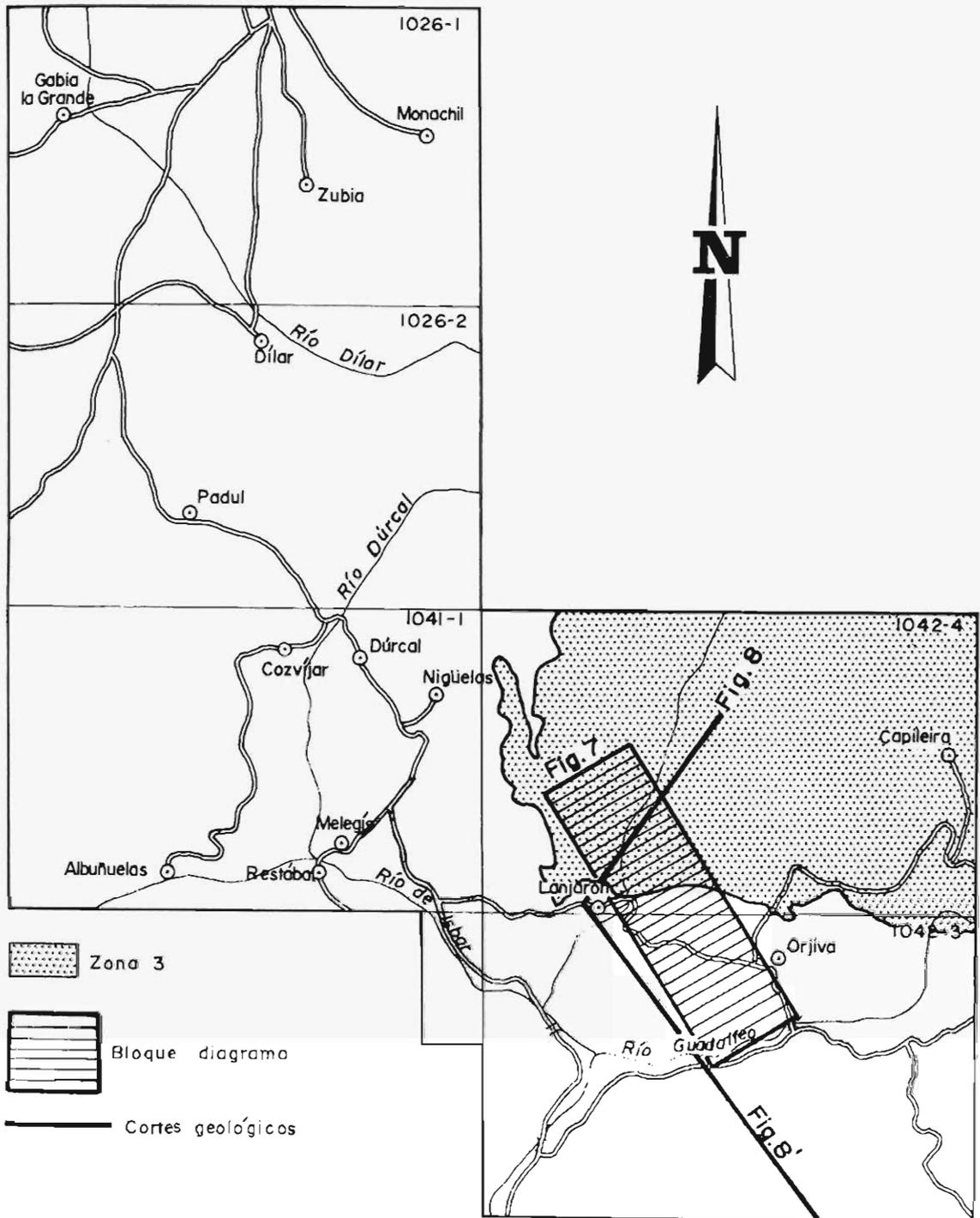
Esta zona 3 forma una unidad indivisible, por lo que no se han distinguido subzonas dentro de ella.

#### 3.3.2 COLUMNA ESTRATIGRAFICA

COLUMNA LITOLOGICA	REFERENCIA		DESCRIPCION	EDAD
	1/25 000 1/50 000	GEOTECNICO		
	A 1	0-2	Aluvial: Gravas en matriz limo-arenosa	Cuaternario
	C 7	0-5	Coluvial: Gravas en matriz arcillosa	"
	100 a	X	Esquistos micáceos con intercalaciones de esquistos grafitosos, graníferos y cuarzosos, y cuarcitas.	Paleozoico

# ESQUEMA DE SITUACION DE CORTES Y BLOQUES DIAGRAMA ZONA 3

ESCALA 1/200.000



### 3.3.3 GRUPOS GEOTECNICOS

En esta zona se han distinguido los siguientes grupos:

#### ALUVIALES (A1)

Se han descrito con todo detalle en la zona 1.



Foto 23.— Vista de la Sierra Nevada desde el camino forestal que parte de las cercanías de Carataunas.

#### COLUVIALES ORLA DE LA SIERRA NEVADA (C7)

**Litología.**— Las gravas, bolos y bloques en una matriz arcillosa y areno-limosa, son los materiales constituyentes de este grupo de origen coluvial.

La matriz es frecuentemente micácea y sólo localmente cuando está asociada a esquistos grafitosos, esta matriz comporta partículas de grafito. Forman unos depósitos heterogéneos en los que se producen variaciones en cuanto a la proporción entre los componentes gruesos y la matriz.

**Estructura.**— Forman un coluvión orla en torno a la Sierra Nevada, asociado a los materiales de ésta, y con una considerable extensión.

**Geotecnia.**— Estos materiales son de características variables según su composición. La capacidad portante varía de media a baja y la ripabilidad de alta a baja. En general tienen permeabilidad variable, dando lugar a numerosas fuentes y manantiales. Son suelos en general erosionables y con frecuencia inestables, con ángulo  $45/60^{\circ}$ , y cárcavas y deslizamientos en laderas. Los desmontes observados son a veces inestables con taludes bajos y pendientes de  $60/70^{\circ}$ , presentando

erosiones y algún desprendimiento. Esta formación puede calificarse de algo peligrosa, atenuada por su variabilidad y extensión.

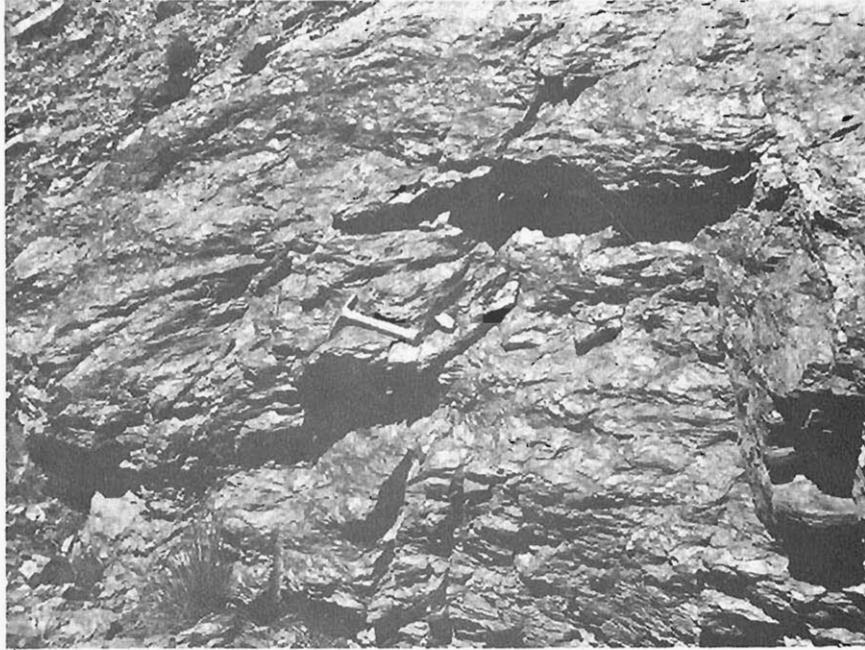


Foto 24.— Afloramiento de esquistos micáceos (100a), en el camino forestal de Carataunas a Sierra Nevada, buzando hacia el S.

#### **ESQUISTOS DE SIERRA NEVADA (100a)**

**Litología.**— Compuestos por esquistos micáceos y micaesquistos, frecuentemente grafitosos. Son brillantes en corte y con pátinas pardas oscuras. Presentan intercalaciones irregulares, tanto en espesor como en frecuencia, de cuarzo esquistos y cuarcitas, generalmente de escala métrica a centimétrica. Abundan los filones de cuarzo de formas estiradas predominando la disposición sensiblemente paralela a la esquistosidad. Localmente pueden contener gran cantidad de granates hasta constituir micaesquistos granatíferos. No hay datos acerca de la edad de esta formación, pero de acuerdo con los autores que han trabajado en la región, se les hace pertenecer al Paleozoico.

**Estructura.**— La esquistosidad de estos materiales está bien marcada, y los tramos más cuarzosos se presentan bien estratificados. Los afloramientos principales se localizan en el núcleo de Sierra Nevada, que presenta una gran estructura anticlinal que se cierra periclinalmente hacia el O, en el sector de Acequias y Nigüelas. Los buzamientos pueden oscilar entre 15 y 60°, siendo los más frecuentes alrededor de 30°. El diaclasado puede ser importante, visible incluso a escala de fotografía aérea, y se encuentran repliegues relativamente frecuentes. No hay datos acerca de su espesor.

**Geotecnia.**— En general en esta zona, estos materiales son más silíceos y presentan mejor aspecto que en la costa. Son de capacidad portante de media a alta, permeables por fisuración y de ripabilidad más bien baja o nula. Forman un país abrupto de grandes desniveles, y taludes estables

con pendientes de 60/70°. Los desmontes observados tienen taludes bajos, estables, con ángulos de 70/80°.



Foto 25.— Detalle de repliegue en los esquistos de Sierra Nevada (100a).

### 3.3.4 RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS QUE PRESENTA LA ZONA

Esta zona está dominada por las cumbres de Sierra Nevada, a la que está asociada una orla de coluviales de gran extensión. Sin casi entidad, asoma en el Sur una pequeña mancha aluvial, de la que se prescinde aquí por las razones aludidas.

La orla coluvial es variable en su comportamiento, conforme a la mayor o menor proporción de sus elementos, pero puede resultar algo peligrosa en zonas localizadas, dada la presencia de fuentes y manantiales, y síntomas de deslizamiento en sus laderas, unido a la erosión, a veces intensa.

Por su parte el núcleo de Sierra Nevada lo componen unos esquistos micáceos, que aquí resultan más silíceos que en la costa meridional. No presentan problemas dignos de mención salvo en lo que se refiere a la abrupta topografía, que los convierte en prácticamente inaccesibles.

## 4. CONCLUSIONES GEOTECNICAS

### 4.1 RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS

El área en estudio se ha dividido en tres zonas, siguiendo un criterio geomorfológico, que paralelamente sirve también de frontera a la estratigrafía y a la litología. La zona 1 se divide en dos subzonas a su vez: la 1<sup>1</sup> que agrupa principalmente depósitos recientes de llanura, y la 1<sup>2</sup> compuesta por formaciones terciarias de materiales sueltos o cementados por carbonatos. La zona 2 por su parte acoge a las cumbres calcáreas y su orla de deyección, y a un país formado por filitas y esquistos, donde se desarrollan los mayores focos de inestabilidad. Finalmente la zona 3 se limita a considerar la abrupta geografía de Sierra Nevada y su orla coluvial.

Dentro de las formaciones más modernas se destacan en primer lugar las turberas de Padul, de pequeña extensión aunque no claramente delimitada, pero que constituyen un grupo altamente peligroso por su gran proporción de materia orgánica, su nivel freático somero y su escasa capacidad portante, que exigirá en general medidas especiales en su tratamiento, si bien su espesor no parece superar la docena de metros.

También cabe destacar aunque de extensión reducida y de origen atípico, la presencia de escombreras de mina en el borde del río Guadalfeo, que si bien en su estado "in situ" aparecen como materiales no muy recomendables, pueden por el contrario dar lugar a un aprovechamiento como áridos para carreteras, con ciertas limitaciones, dadas sus características de forma y dureza.

Por su parte el sistema de aluviones y terrazas asociadas, presentan en general capacidad portante baja, nivel freático superficial, y posibilidad de erosión, resultando agresivos por sulfatos. Su utilización como yacimientos granulares puede verse dificultada por las formas excesivamente lajosas procedentes de esquistos. Aunque si bien se ven limitadas en extensión por los encauzamientos actuales de los ríos, ha de tenerse en cuenta que su régimen suele ser de grandes arroyadas, por lo que pueden sufrir socavaciones de cierta importancia.

Por otra parte en las vegas de Granada y Padul, se desarrollan unos limos algo yesíferos, con el nivel freático próximo e incluso superficial, en general de baja capacidad portante, e incluso de posible colapso por inundación. Este sistema se ve atenuado en la cuenca de Granada, donde los limos sólo constituyen una montera de escasa importancia, situada sobre unos suelos granulares más resistentes, con un nivel freático más profundo.

Del resto de formaciones más modernas (conos de deyección, coluviales y glaciares), se puede decir que presentan efectos de erosión aunque variables, y que su agresividad por sulfatos es o clara o posible. En general sus características se ven condicionadas por el grado de cementación, yendo su utilización desde el préstamo a la gravera. Dentro de este grupo cabe destacar la formación C3, que resulta algo inestable en zonas localizadas, y potencialmente peligrosa al cubrir esquistos y otros materiales, sobre todo en zonas de vaguada y en condiciones desfavorables de drenaje. También la orla coluvial de Sierra Nevada, aunque variable en su comportamiento, puede resultar algo peligrosa en zonas localizadas, dada la presencia de fuentes y manantiales, y síntomas de deslizamiento en sus laderas, así como la aparición de grandes cárcavas en ocasiones.

Después de estos materiales más modernos se halla un conjunto de formaciones de origen terciario, en la que se puede distinguir a su vez una serie de materiales más o menos cementados, otra de materiales sueltos, y unas formaciones margosas. Los materiales cementados presentan unas características variables con el grado de cementación, mostrando a veces efectos notables de erosión, e incluso coluviales espesos e inestables en algunas vaguadas.

Por su parte el grupo de depósitos sueltos terciarios, está formado por materiales de tamaño muy diverso, siendo frecuentemente erosionables y agresivos por sulfatos, llegando las cárcavas a hacer inestables los depósitos en las proximidades de los barrancos. En el caso de las gravas de Tablate, éstas se apoyan a su vez sobre unas arcillas plásticas y expansivas.

Finalmente, dentro de los depósitos terciarios, aparecen unas formaciones margosas, agresivas por sulfatos o bien alternantes con yesos, y en general erosionables y localmente inestables.

Ya dentro de las masas pétreas propiamente dichas, podemos distinguir un grupo de formaciones que no presentan problemas geotécnicos notables, formadas tanto por conglomerados claramente cementados, como por calizas y dolomías duras y de baja fracturación, esquistos en los que la proporción de cuarzo es alta, e incluso toda la masa de esquistos de Sierra Nevada.

Por su parte existen algunas formaciones pétreas formadas por calizas trituradas y por filitas, que constituyen grupos peligrosos por su tectonización, su alterabilidad, su agresividad por sulfatos, y su frecuente inestabilidad localizada en algunos puntos, dada la presencia de zonas fuertemente trituradas.

Existe finalmente un grupo de formaciones que pueden considerarse como muy peligrosas, tanto por su tectonicidad, como por su alterabilidad, agresividad e inestabilidad generalizadas; están constituídas fundamentalmente por esquistos y filitas, éstas con yesos y ocasionalmente con calizas "flotantes". En general presentan abundantes recubrimientos arcillosos, plásticos, saturados y blandos, que resultan en conjunto inestables, hallándose en estas formaciones abundantes deslizamientos, algunos de grandes proporciones aún con buzamientos favorables. Todos estos grupos están intensamente alterados y triturados, siendo particularmente sensibles a los desplazamientos, en las áreas en contacto con otros materiales.

## 4.2 CORREDORES DE TRAZADO

Ante el problema de calificar el tramo a efectos de un posible trazado de carreteras, se ha tenido en cuenta la topografía del terreno y el conjunto de características de comportamiento de los materiales constituyentes. No ha de olvidarse sin embargo, que se ha tratado de sintetizar todas las variables que juegan en un solo adjetivo, lo cual en ocasiones peca de simplista, y deja sin destacar unos caracteres que en determinadas ocasiones puede ser relevantes. Así, buena parte de las sierras calizas asociadas a la Sierra Nevada, por su abrupto relieve, constituyen un foco de repulsión de cualquier traza, y sin embargo son una fuente inagotable de materiales de primera calidad.

Con tales limitaciones se ha distribuido la zona en estudio en cuatro áreas, cuyas características topográficas y geotécnicas condicionan de modo particular las trazas de carretera.

Existe en primer lugar un área de zonas deprimidas, llanas, que ocupan prácticamente las cuencas de Granada y Padul. Sus materiales presentarán ciertas condiciones negativas en puntos localizados, frente al apoyo de estructuras, tanto terraplenes como obras de fábrica, ya por el hallazgo de suelos excesivamente blandos como de suelos posiblemente colapsables, que las trazas habrán de evitar.

La segunda área está formada por las zonas con relieve suave y alomado, que bordean en dos arcos (con su concavidad hacia el Este y Nordeste) a las áreas anteriores, yendo hacia el suroeste de Granada y desde Dúrcal hasta Albuñuelas. En esta área dominan en general formaciones sin problemas especiales, dado que están formadas o por suelos con un grado de cementación que, aunque variable, les presta un comportamiento en general bueno, o bien por formaciones de tipo margoso.

La tercera área constituye una zona de relieve quebrado con frecuentes desniveles. En esta zona a su vez se pueden distinguir dos grupos fundamentales, según que los materiales que dominen sean calizos o esquistosos. Los materiales calizos en general forman relieves más abruptos y dominan en los cuadrantes 1026-2 y 1041-1, en el primero procedentes del Este y de la Sierra Nevada, que obligan a que las trazas se curven en un lazo relativamente amplio hacia el Oeste, y que al encontrarse con el cuadrante 1041-1 fuerzan a que se produzca una inflexión brusca, que desvía las trazas hacia el Oeste, dado que hacia el Este de este cuadrante aparecen relieves abruptos calizos.

El país esquistoso de esta área domina en gran parte toda la cuenca del río Guadalfeo, y en ella están los materiales más peligrosos, por su inestabilidad localizada o generalizada, abundando las filitas y los yesos. Esta zona es la que obliga a buscar unos corredores muy localizados, en un cruce mínimo de las trazas de carreteras, tratando de alcanzar cotas bajas a través de los cursos fluviales que dominan esta zona.

Finalmente existe un área muy abrupta, con relieves altos y cursos fluviales muy encajados, que son consecuencia de la Sierra Nevada y su orla correspondiente, que hacen prácticamente esta

zona inaccesible, si bien las características de sus materiales no presentan en principio dificultades insalvables.

Realizada la división en áreas, se ha dibujado un esquema de situación de posibles trazados, subdivididas a su vez según su mayor o menor idoneidad y en relación a las carreteras de primero y segundo orden.

Entre las carreteras de primer orden figuran en cabeza la que parte de Granada y se dirige hacia la costa. Esta carretera al salir de Granada se enfrenta con zonas llanas, en las que únicamente habrán de evitarse algunas formaciones particularmente peligrosas, viéndose obligada después a curvarse hacia el Oeste en primer lugar, y luego bruscamente hacia el Este, después de un punto de inflexión en las proximidades de Padul, por la presencia de niveles muy abruptos. En este caso se presentan dos variantes: una al sur de Granada y otra en Padul y Dúrcal, pudiendo discurrir las trazas por pasillos alternativos. Esta carretera, al sobrepasar Dúrcal y las zonas relativamente llanas, se enfrenta con zonas de relieve quebrado y frecuentes desniveles, donde la inestabilidad de los materiales es acusada, por lo que ha de tener un trazado relativamente violento. Después de cruzar estas formaciones por las zonas de desarrollo menor, la traza ha de buscar los grupos que al sur y suroeste del río Guadalfeo presentan mejores características, si bien el relieve exigirá la ejecución de obras de fábrica de gran importancia.

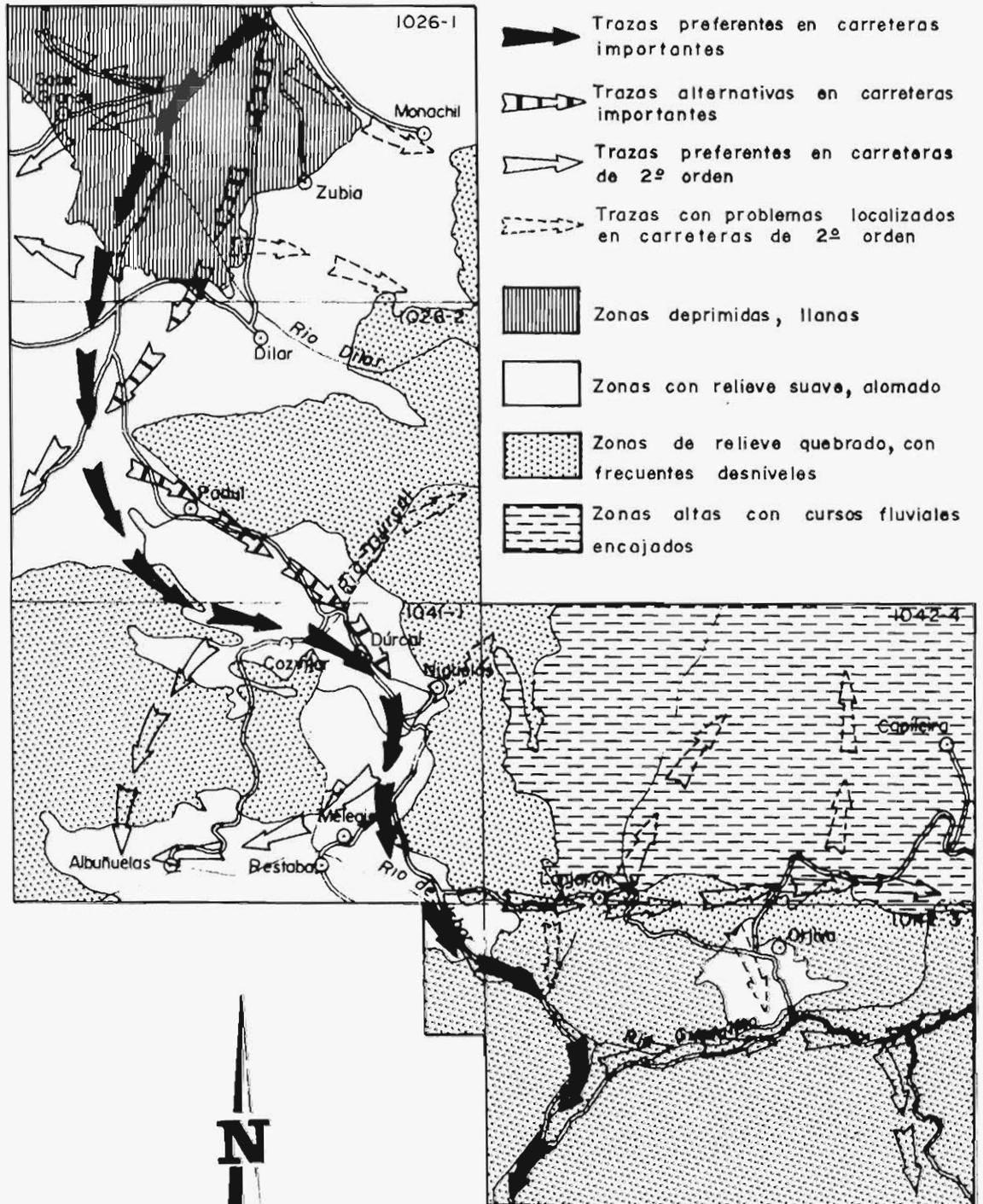
En cuanto a las carreteras de segundo orden, en los cuadrantes donde dominan las zonas llanas o suavemente onduladas, no existen grandes dificultades en su desarrollo, si bien la penetración hacia el Este y hacia el Norte (donde empiezan a subir las cotas fuertemente) puede ser más problemática. Estas circunstancias dominan fundamentalmente en los cuadrantes 1026-1-2 y 1041-1.

En el resto de los cuadrantes estas carreteras de segundo orden se enfrentan con características muy semejantes a las acusadas en el área de relieve quebrado con frecuentes desniveles, en la que existen materiales inestables. Así en la carretera que va a Lanjarón y Pampaneira, ha de aproximarse lo más posible a una zona muy abrupta de Sierra Nevada, para evitar la implantación en formaciones inestables, si bien ésta es inevitable y deberá hacerse por los pasillos de más corto encuentro. Por otra parte la que bordea prácticamente el río Guadalfeo se encuentra con muchas menos dificultades, si bien en el enlace de una y otra, y la de la penetración hacia el Norte, presentará grandes dificultades de implantación debido a lo abrupto de su topografía.

En general en las áreas más abruptas se han dibujado a priori las trazas sinuosas para reflejar el fuerte condicionamiento de la topografía en estas superficies.

# ESQUEMA DE CORREDORES DE TRAZADO

Escala 1/200.000



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

## **5. ESTUDIO DE YACIMIENTOS**

En los cuadrantes reconocidos se pueden considerar en líneas generales cinco familias de materiales, a efectos de su aprovechamiento:

A) Sedimentos detríticos medios y gruesos, que según su graduación y constitución permitirán su uso como préstamo o yacimientos granulares, dependiendo de su frecuencia granulométrica y la composición mineralógica de sus componentes.

B) Sedimentos detríticos en los que dominan materiales finos, de naturaleza limosa o arcillosa. Sólo son utilizables en cierta medida y con reservas, como materiales de préstamo.

C) Esquistos y filitas, no válidos en líneas generales como yacimientos rocosos, debido a su fracturación, esquistosidad y anisotropía. Los esquistos pueden en algún caso ser de utilidad como material de préstamo, aunque con ciertas reservas, mientras que las filitas quedan descartadas para cualquier utilización.

D) Calizas, calizas dolomíticas y dolomías triásicas. Estos materiales son los que tendrán una máxima utilización como yacimientos rocosos, aunque en este caso adquiere gran importancia su fracturación. En el esquema de yacimientos se incluyen las zonas donde afloran estos materiales.

E) Dentro de este grupo se incluyen el resto de los materiales de la zona, constituídos por limolitas, calizas margosas, conglomerados, etc, que bien sea por su poca extensión o por su baja calidad, sólo pueden ser recomendados como préstamos, y ésto sólo ocasionalmente.

### **5.1 CANTERAS**

Las calizas, calizas dolomíticas y dolomías (formación 212a), son los materiales que parecen tener condiciones mejores para su explotación como canteras para áridos de carreteras. Estos materiales, en general de gran dureza y de tamaño de cristales variable, en principio presentarán valores de desgaste bajos y buenos coeficientes de forma, que los hará aceptables hasta para capas de rodadura. Su utilización en buena parte vendrá limitada por su microfracturación, que da como resultado valores de desgaste más altos, y por el efecto pulverulento del producto de machaqueo, debido al desmenuzamiento de la roca.

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



Foto 26.— Canteras de calizas y dolomías (48, en la carretera local del puente de Dúrcal a Albuñuelas).

El esquema de situación de yacimientos que acompaña estas descripciones, implica una distinción entre los materiales calizos y dolomíticos triásicos, del resto, debido a que en estas zonas quedarán concentradas todas las canteras de materiales rocosos. Ya dentro de los materiales calizos y dolomíticos, se ha separado la roca muy fracturada o incluso milonitizada, de la de fracturación menos intensa. Aunque existen canteras en las zonas fracturadas, en general los materiales son de poca calidad, debido a los inconvenientes que se han citado anteriormente. De todas formas esta cartografía esquemática sólo indica, que en líneas generales las zonas sin fracturar son mejores, aunque también puede haber zonas altamente fracturadas dentro de ellas.

Estos depósitos calcáreos, cuando la cantera sea buena, podrán utilizarse para capas de rodadura, base o subbase, e incluso en hormigones, aunque en este último caso sería conveniente estudiar la proporción de magnesio que tienen las rocas de naturaleza dolomítica, y su comportamiento frente a los hormigones tradicionales.

Al oeste de la hoja 1026-2 afloran calizas terciarias, margosas que en principio no se han considerado como material interesante, debido a su alto componente arcilloso, que les dará poca resistencia al desgaste y abrasión.

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

Por otro lado los esquistos, altamente anisótricos, con fracturación alta, en líneas generales no cumplirán las condiciones de coeficiente de forma, desgaste y friabilidad, a pesar de que en algún caso el enriquecimiento en cuarzo del conjunto, o la intensa presencia de filoncillos de cuarzo, pueden mejorar estas cualidades, hasta conseguir que su utilización en capas inferiores, pueda ser digna de estudio en algún momento determinado.



Foto 27.— Cantera de calizas y dolomías muy fracturadas (52') al este de Padul.

### **5.2 GRAVERAS**

Los yacimientos granulares en explotación actualmente, están concentrados en zonas de depósitos aluviales de cierta importancia, en grandes conos de deyección relativamente recientes, y excepcionalmente en rellenos de deshecho de materiales mineros.

Los yacimientos granulares emplazados en depósitos aluviales (A1) se encuentran en los ríos Dilar y Guadalfeo. Son de gravas generalmente calcáreas o dolomíticas, bien graduadas, con una proporción baja de materiales esquistosos. Conviene señalar que los depósitos aluviales de la zona, presentan con frecuencia acumulaciones de gravas con proporciones bajas de finos, que pueden permitir la implantación de buenas explotaciones.

El gran cono de deyección situado al este de Zubia, que bordea Sierra Nevada (322c),

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

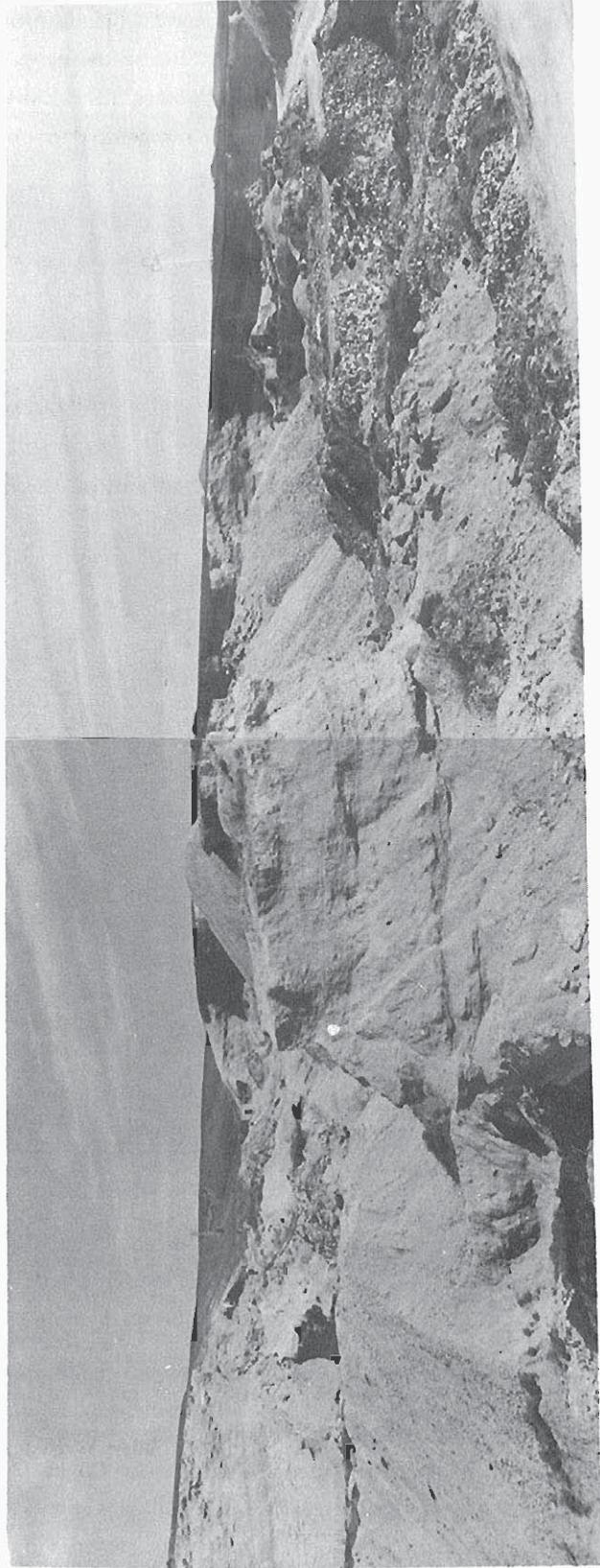


Foto 28 y 28'. — Vistas panorámicas de la gravera (25) al norte de Zubia.

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

presenta grandes conglomerados de gravas casi sin cementar; cuando ésto ocurre es factible la explotación de graveras calizas, con volúmenes prácticamente ilimitados.

Alguna escombrera de minas presenta materiales triturados de naturaleza calcárea, sucios, que pueden tener interés para su utilización como préstamos, como graveras en algún caso (mediante una selección y clasificación), e incluso como materiales para otras capas de carretera, dado que su aspecto de forma y resistencia es altamente positivo.

### **5.3 PRESTAMOS**

Hay multitud de materiales de tipo granular en la zona, cuya buena graduación permite su utilización como material de préstamo. Las formaciones que presentan mayor interés por su situación y extensión geográfica son las siguientes:

**D2.**— Conos de deyección.

**C5.**— Coluviales.— Su utilización puede verse dificultada por la presencia de bolos; en alguna zona podrían obtenerse buenas graveras.

**C9.**— Coluviales.— Ocasionalmente y si presentan alta proporción de gruesos, podrían utilizarse como préstamos.

**D1.**— Conos de deyección cementados.— Ocasionalmente y con limitaciones de excavación, podrían utilizarse como préstamos e incluso como graveras.

**C6.**— Coluviales de Lanjarón.— Ocasionalmente se podrían utilizar como préstamos.

**C8.**— Coluviales del norte de Orgiva.

**C7.**— Coluviales orla de la Sierra Nevada.— Ocasionalmente podrían utilizarse como préstamos.

**350a.**— Glacis de Dúrcal.— Su utilización puede llegar desde el préstamo a la gravera, según la proporción de materiales gruesos.

**322c.**— Conos de deyección calcificados de Zubia.— Su utilización va desde el préstamo a la gravera, e incluso en puntos localizados como cantera de áridos.

**322d.**— Conos de deyección del nordeste de Padul.

**321d.**— Gravas areno—limosas de Tablate.— Su utilización varía desde el préstamo a la gravera, teniendo en cuenta que en la base aparecen arcillas plásticas.

**321j.**— Arenas arcillosas del barranco de la Luha.— Pueden resultar ocasionalmente útiles como préstamos, conforme a la proporción de material arcilloso.

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

**321k.**— Areniscas y limolitas de Ventalegre.— Su utilización como préstamo u otra análoga puede variar según el grado de cementación.

**321l.**— Arenas limosas de Restábal.— Su utilización puede extenderse desde los préstamos hasta las graveras, según la proporción de finos.

**321m.**— Conglomerados de Monachil.— Su utilización puede variar desde el préstamo a la gravera, conforme al grado de cementación y la proporción de sus componentes.

**321n.**— Arenas y limos arcillosos de Alhendín.— Podrían utilizarse como préstamos, con ciertas limitaciones de excavación, conforme al grado de cementación.

**300a.**— Limos arcillosos de Orgiva.— Su utilización como préstamo viene condicionada, por la proporción de materiales granulares más o menos gruesos, y su grado de cementación.

En todo este conjunto de formaciones, su utilización como préstamos viene fundamentalmente condicionada por la mayor o menor proporción de materiales gruesos, y su grado de cementación, cuya repercusión a la hora de la excavación puede tener su importancia, por lo que las zonas de aprovechamiento pueden ser muy diversas, tanto en extensión, como en calidad de los materiales.

Los materiales esquistosos en principio no son aconsejables tampoco como préstamo, aunque debido a dificultades de tipo geográfico o económico se podrán utilizar excepcionalmente, después de haber determinado su comportamiento, y sobre todo si la proporción de materiales cuarcíticos intercalados, pudiera prestar una mayor resistencia a la masa.

### **5.4 YACIMIENTOS QUE SE DEBERAN ESTUDIAR CON DETALLE**

En principio parece aconsejable realizar un reconocimiento detallado de todos los yacimientos rocosos situados en la tabla adjunta, preferentemente los situados en el gráfico de yacimientos como calizas y dolomías no fracturadas.

Hay que tener en cuenta que estos materiales pueden dar resultados mecánicos, distintos de los estimados en su descripción visual, debido a una cementación insuficiente de sus cristales, una microfracturación muy alta, o una tendencia a producir materiales pulverulentos en el proceso de machaqueo.

En los yacimientos granulares, además de los reconocimientos clásicos de estos tipos de materiales, se considera importante efectuar muestreos que determinen la proporción de elementos esquistosos, que pueden variar la calidad de los yacimientos, sobre todo de cara a su utilización como fuentes para gravas estabilizadas con cemento.

En la relación adjunta se incluye una lista de yacimientos rocosos y granulares que presentan interés, aunque conviene hacer hincapié en que la zona reconocida ofrece grandes posibilidades

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

para explotación de nuevos materiales en situaciones más favorables, dentro siempre de las áreas denominadas como canterables en el esquema de yacimientos.

Las fuentes de materiales que se consideran en principio más interesantes a efectos de estudios a posteriori son los siguientes:

### **A) Yacimientos granulares**

Yacimientos núms. 25, 25' y 25''.— Grupo litológico 322c — Conos de deyección calcificados de Zubia.

Yacimiento 165.— Rambla del río Dílar.

Yacimiento 166.— Rambla del río Guadalfeo.

Yacimiento 167.— Escombreras de mina de la carretera C—333.

### **B) Canteras**

Todas las canteras pertenecen al grupo de las dolomías y calizas triásicas.

Cantera 48.— Carretera de Dúrcal a Albuñuelas

Cantera 52.— Carretera N—323.

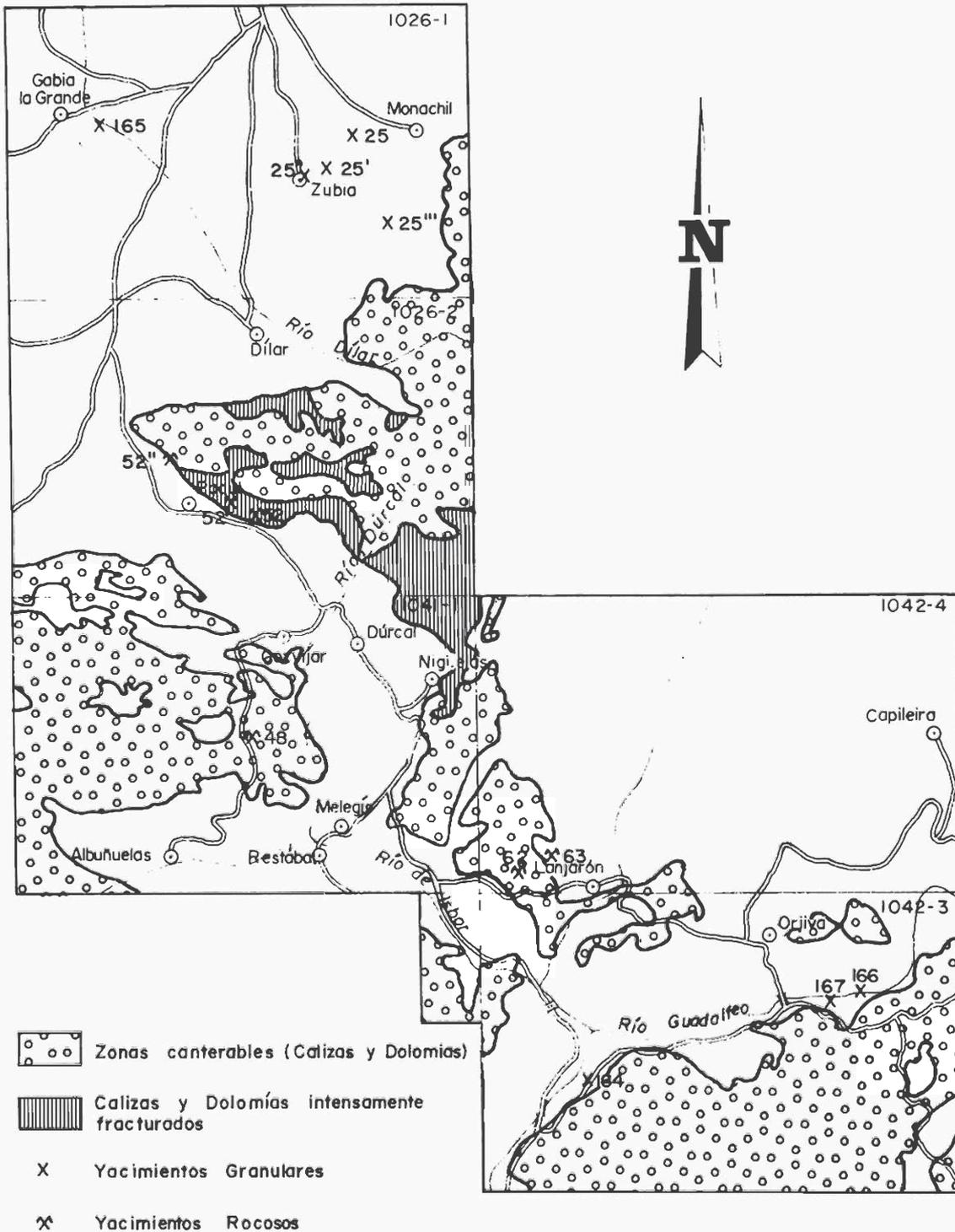
Cantera 62.— Carretera C—333.

Cantera 63.— Carretera C—333.

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

## ESQUEMA DE SITUACION DE YACIMIENTOS

ESCALA 1/200.000



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

YACIMIENTOS ROCOSOS											
IDENTIFICACION	ENTRADA Geol.	MATERIAL			LOCALIZACION			EXPLOTACION		OBSERVACIONES (Accesos, estructura, utilización, etc)	
		TIPO DE ROCA	COMPOSICION Y TEXTURA	EDAD	HORA 150-300	COORDENADA	RECUB. (m <sup>2</sup> )	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	C.A.P.R.O.M.		
48	212 a	X	Dolomías y Calizas	Dolomías y Calizas dolomíticas negras ligeramente bituminosas, féidas, fracturadas	Triásico	1041	36° 57' 05" 0° 05' 05"	∞	0,7	Junto a carretera de Dúrcal a Albuñuelas, a 3 Km al NE de Albuñuelas. C.U. aunque algo heterogénea	
52	212 a'	U-2	Dolomías y calizas	Dolomías marmóreas y calizas dolomíticas con fracturación muy alta	Triásico	1026	37° 01' 35" 0° 04' 40"	∞	0,6	500 m. al N de la N-323, a 1 Km. al SE de Padul. C.B. heterogénea.	
52'	212 a'	U-2	Dolomías y calizas	Dolomías marmóreas y calizas dolomíticas con fracturación muy alta	Triásico	1026	37° 01' 35" 0° 04' 35"	∞	0,6	500 m. al N de la N-323, a 700 m al SE de Padul. C.B. heterogénea.	
52"	212 a	X	Dolomías y calizas	Dolomías marmóreas con fracturación muy alta	Triásico	1026	37° 02' 30" 0° 03' 20"	∞	0,6	Siguiendo la N-323, a 1 Km. al NO de Padul, seguir una pista unos 700 m al Norte. C.B. heterogénea.	
62	212 a	X	Dolomías y calizas	Calizas, calizas dolomíticas y dolomías cristalinas	Triásico	1042	36° 55' 05" 0° 10' 45"	∞	0,8	C-333 Km 4 y desviación hacia el Norte por el camino de la cantera. C.U.	
63	212 a	X	Dolomías y calizas	Calizas, calizas dolomíticas y dolomías cristalinas	Triásico	1042	36° 55' 05" 0° 11' 30"	>2.10 <sup>4</sup>	0,6	C-333, Km 5, 5. C.U. aunque heterogénea.	

Utilización: C.U. = Cualquier uso, H.H. = Hormigones hidráulicos, M.B. = Mezcla bituminosa; C.R. = Capa rodadura; C.I. = Capa intermedia; C.B. = Capa base; etc.  
 \* Volumen iluminado

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

YACIMIENTOS GRANULARES										
IDENTIFICACION		MATERIAL			LOCALIZACION			EXPLOTACION		OBSERVACIONES
DENOMINACION	ENCUADRE Lit. Geol.	TIPO DE ROCA	COMPOSICION Y TEXTURA	EDAD	Hoja 1:50.000	COORDENAD.	RECUB (m)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	C. APROX	(Accesos, estructura, utilización, etc)
25	322 c Q-3	Conglomerado	Gravas y arenas de rocas carbonatadas en matriz de calcita microcristalina	Terciario	1026	37° 07' 50" 0° 07' 50"		∞	0,7	Camino vecinal de Granada, entre el Barrio de Genital y Zubia
25'	322 c Q-3	Conglomerado	Gravas y arenas de rocas carbonatadas en matriz de calcita microcristalina	¿ Plioceno ? ¿ Cuaternario ?	1026	37° 07' 34" 0° 06' 51"		∞	0,7	Camino vecinal de Granada, entre Barrio del Genital y Zubia
25"	322 c Q-3	Conglomerado	Gravas y arenas de rocas carbonatadas en matriz de calcita microcristalina	¿ Plioceno ? ¿ Cuaternario ?	1026	37° 07' 29" 0° 06' 32"		∞	0,7	Camino vecinal de Granada entre Barrio del Genital y Zubia, al Este de éste último
25'''	322 c Q-3	Conglomerado	Gravas y gravillas, calizas y calizas dolomíticas aceptablemente graduadas, subredondeadas	¿ Plioceno ? ¿ Cuaternario ?	1026	37° 06' 10" 0° 08' 15"		>>10 <sup>4</sup>	0,7	En urbanización Cumbres Verdes, al SE de Zubia
164	A 1 Q-2	Gravas	Gravas y gravillas, aceptablemente graduadas	Cuaternario	1042	36° 51' 55" 0° 11' 53"		3.10 <sup>4</sup>	Q,9	Rambal del Río Guadalfeo. Buen acceso
165	A 1 Q-2	Gravas	Gravas, gravillas y arenas bien graduadas y limpias	Cuaternario	1026	37° 07' 53" 0° 01' 69"		3.10 <sup>4</sup>	0,9	Rambal del Río Dílar. Al Sur de la carretera N-340

(1) Utilización C.U.: Cualquiera uso; H.H.: Hormigones hidráulicos; M.B.: Mezcla bituminosa; C.R.: Capa rodadura; C.1.: Capa intermedia; C.B.: Capa base; etc.  
∞ Volumen ilimitado

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

YACIMIENTOS GRANULARES										
IDENTIFICACION		MATERIAL			LOCALIZACION			EXPLOTACION		OBSERVACIONES (Accesos, estructura, utilización, etc)
DENOMINACION	LENCUADRE Lit Geol.	TIPO DE ROCA	COMPOSICION Y TEXTURA	EDAD	Hoja 1:50,000	COORDENAD	RECUB (m)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	C.APROX	
166	A I	Q-2 Gravas	Gravas, gravillas y arenas, bien graduadas y limpias	Cuaternario	1042	36° 53' 27" 0° 17' 56"	10 <sup>5</sup>	0,9		Rambla del Río Guadalfeo
167	W I	Q-2 Gravas	Gravilla de machaqueo uniforme y sucia	Actual	1042	36° 53' 01" 0° 16' 55"	6.10 <sup>5</sup>	1		Km 20 de la carretera C-333, instalaciones de la S.M.M.P.E.

(1) Utilización C.U.: Cualquiera; H.: Hormigones hidráulicos; M.B.: Mezcla; bituminosa; C.R.: Capa rodadura; C.I.: Capa intermedia; C.B.: Capa base; etc  
∞ Volumen eliminado

## 6. BIBLIOGRAFIA

- Aldaya, F. 1969. Sobre el sentido de los corrimientos de los Mantos Alpujárrides al Sur de Sierra Nevada. (Zona Bética, provincia de Granada). Bol. Geol. Min. T. LXXX—III, pp. 212—217.
- Aldaya, F. 1970. Pliegues triásicos en la Sierra de Lújar, zona bética, provincia de Granada. (Nota preliminar). Bol. Geol. Min. T. LXXXI—VI, pp. 593—600
- Aldaya, F. 1970. La sucesión de etapas tectónicas en el dominio Alpujárride (zona bética, prov. Granada). Cuad. Geol. Univ. Granada, núm. 1, pp. 159—181.
- Bemmelen, van K.W. 1927. Bijdrage tot de Geologie der Betische Ketens in der province de Granada. Thèse. Delft.
- Bertrand, M. et Kilian, W. 1889. Mission d'Andalousie. Etudes sur les terrains secondaires et tertiaires dans les provinces de Grenade et de Malaga. Mem. Ac. Sc. t—30, núm. 2, pp. 377—599.
- Boulín, J. 1963. Tectónica y metamorfismo de las Alpujarras occidentales (Sur de Andalucía, España). Not. y Com. del I.G.M.E., núm. 72, pp. 187—190.
- Boulín, J. 1963. Sobre la serie metamórfica de Vélez—Málaga (provincia de Málaga, España). Not. y Com. del I.G. M.E. núm. 72, pp. 191—198.
- Boulín, J. 1963. Nuevos datos sobre la estructura de las Alpujarras Occidentales (provincia de Granada, España). Not. y Com. I.G.M.E., núm. 71, pp. 243—246.
- Boulín, J. 1963. Sobre las Alpujarras Occidentales y sus relaciones con la capa de Málaga (Andalucía meridional). Not. y Com. I.G.M.E., núm. 71, pp. 247—256.
- Copponex, J.P. 1959. Observations géologiques sur les Alpujárrides occidentales. Bol. del I.G.M.E., T—LXX, pp. 80—208.

- Egeler, C.G. y Simón, O.J. 1969. Sur le tectonique de la zone Betique (Cordilleres Betiques, Espagne). Etude basee sur la recherche dans le secteur compris entre Almería et Vélez–Rubio. Verh. Kon. Akad. V. Wetensch. Afd. Natuurk, T–XXV, núm. 3, 90 pag.
- Gallegos, J.A. 1972. Etapas de plegamiento en los Alpujárrides al NW de Sierra Nevada. Cordilleras Béticas. Bol. Geol. y Min. T–LXXXIII–VI, pp. 595–610.
- García Dueñas, J. 1970. Consideraciones sobre las series del Subbético interno que rodean la Depresión de Granada (Zona subbética, España). Acta Geol. Hisp. T–IV, núm. 1, pp. 9–13.
- García Dueñas, V. y Comas, M.C. 1971. Estructuras de colapso en la vertiente occidental de Sierra Nevada (Sector de Nigüelas, Granada). Bol. Geol. y Min. T–LXXXII–VI, pp. 507–511.
- González Donoso, J.M. y Vera, J.A. 1965. Estudio Geológico de una parte de las laderas nortoccidentales de Sierra Nevada (Granada). Not. y Com. del I.G.M.E., núm. 78, pp. 93–124.
- I.G.M.E. Mapa geológico de España E. 1:200.000 hoja 84–85, Almería–Garrucha.
- Mon. R. 1971. Estudio geológico del extremo occidental de los Montes de Málaga y de la Sierra de Cártama (prov. de Málaga). Bol. Geol. Min. T–LXXXII–II, pp. 132–146.
- Orozco, M. 1970. Los Alpujárrides en Sierra de Gador occidental (prov. Almería). Cuad. Geol. Univ. Granada, núm. 1.
- Westerveld, J. 1929. De bow der Alpujarras en het tektonische verbaud der Oostelijke-Betische Ketens. Gedruktssij de Technische Boekhandel en Drukkerij, J. Waltman Jr. Delft.
- Zermatten, H.L.J. 1929. Geologische onderzoekingen in de Randzone van het venster der Sierra Nevada (Spanje). Typ. Drukkerij. J. Waltman. Jr. Delft.

## 7. APENDICES

### 7.1 ESTUDIO PETROGRAFICO DE ROCAS EN LAMINA DELGADA

**Muestra 17** Tomada a unos 150 mts. al norte del P.k. 8,4 de la carretera C-333 (100e).

Descripción macroscópica:

Roca néfisa con foliación muy marcada, debido a la disposición en bandas de los minerales micáceos y cuarzosos. Se observa que los minerales micáceos rodean a glándulas de cuarzo de aspecto fusiforme.

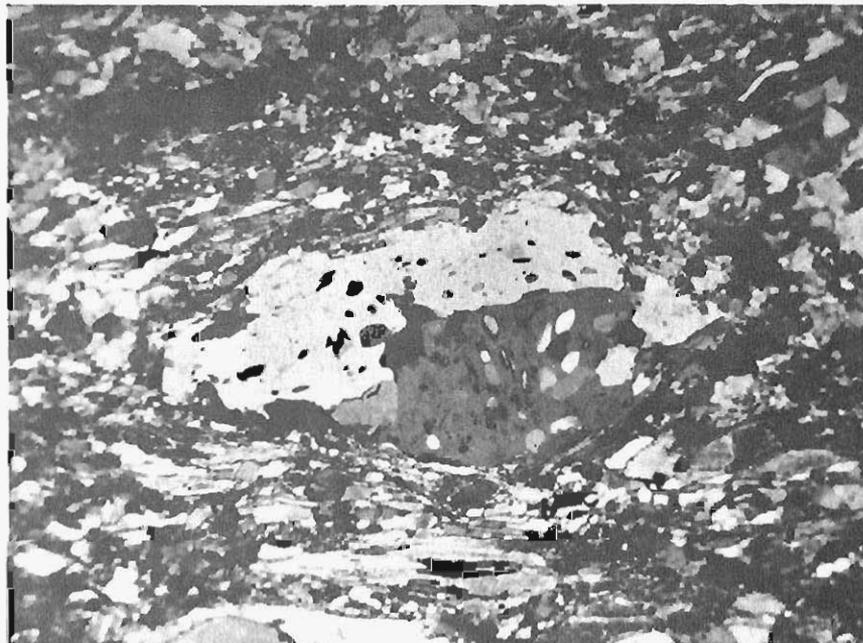


Foto 29.- Muestra 17. Foliación metamórfica rodeando a una glándula de cristales de cuarzo. 30 X . Nícoles cruzados.

Descripción microscópica:

Textura foliada. Foliación metamórfica muy acusada, debida a la disposición, en bandas de los distintos minerales. Se pueden distinguir bandas cuarzosas y micáceas, esquistosidades de flujo y crenulación.

Minerales componentes:

- 1) Fundamentales: Cuarzo, moscovita y clorita.
- 2) Accesorios: Opacos, epidota y granate.

Clasificación: Neis moscovítico.

**MUESTRA 18.** Carretera N-323, P.K. 477,6 (100i).

Descripción macroscópica:

Roca metamórfica en la que se aprecia un bandeo que corresponde a la foliación. Las bandas claras están formadas fundamentalmente por cuarzo y moscovita y las oscuras por minerales micáceos de tipo clorita.

Descripción microscópica:

Textura metamórfica, con foliación definida por alternancia de bandas cuarzosas y micáceas. Las bandas cuarzosas están muy recrystalizadas y alternan de grano grueso a grano fino.

Minerales componentes:

- 1) Fundamentales: Cuarzo, moscovita y estauroлита.
- 2) Accesorios: Clorita, opacos y distena.

Clasificación: Neis bandeado.

**MUESTRA 20.** Carretera de Laujar a Orgiva, a unos 2,5 Kms al sur de Pampaneira (100a).

Descripción macroscópica:

Roca esquistosa, muy micácea, de grano fino. Color oscuro en corte y ocre en superficie. En corte se observan zonas de concentraciones alentejonadas de cuarzo con formas estiradas, que siguen preferentemente las direcciones de la esquistosidad marcada por los minerales micáceos.

Descripción microscópica:

Textura cataclástica. Rotura acentuada, extinción ondulante en los minerales cuarzosos y recrystalización posterior por relleno de fracturas. Las micas aunque deformadas, muestran una esquistosidad anterior, plegada.

Minerales componentes:

- 1) Fundamentales: Cuarzo y moscovita.
- 2) Accesorios: Epidota, granate.

Clasificación: Esquisto moscovítico.

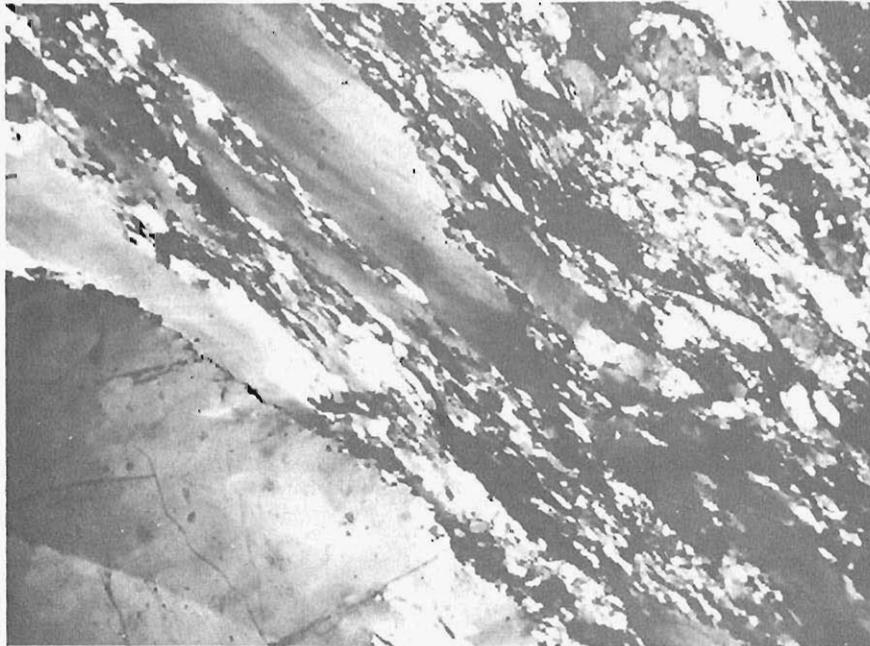


Foto 30.— Muestra 20. Cristales de cuarzo con extinción ondulante y esquistosidad de flujo formada por la disposición de las micas. 15 X . Nícoles cruzados.

**MUESTRA 25.** Tomada en el yacimiento 25 (322c)

Descripción macroscópica:

Conglomerado de gravas y arenas cementadas por carbonatos. Los granos son redondeados o subredondeados, y la roca presenta una porosidad que parece ser más abundante en los niveles en los que predomina la fracción arena.

Descripción microscópica:

Minerales componentes:

- 1) Fundamentales: Dolomita en clastos rodados y calcita (microcristalina).
- 2) Accesorios: Cuarzo, fragmentos de roca y opacos.

Clasificación: Pudinga de cantos dolomíticos tamaño grava y arena, en matriz micrítica, porosa.

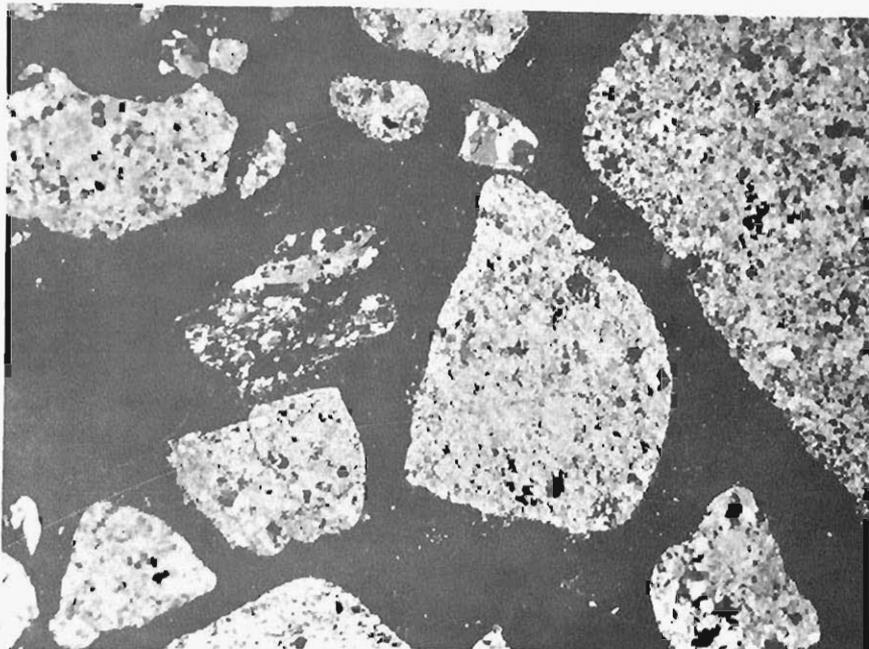


Foto 31.— Muestra 25. Gravas y arenas de dolomía cristalina y algún fragmento lítico. La matriz es micrítica, y la porosidad es abundante. 15 X, Nícoles cruzados.

**MUESTRA 30.** Camino forestal de Sierra Nevada, a unos 2 Kms al suroeste de la Hoya del Nevazo (100a)

**Descripción macroscópica:**

Roca esquistosa de grano fino y color gris en corte y pátina amarillo—ocre en superficie, por alteración. En corte fresco se observa esquistosidad de flujo bien marcada, replegada por otra esquistosidad posterior.

**Descripción microscópica:**

Textura esquistosa, con esquistosidad de flujo muy marcada, en cuyos microlitos existe esquistosidad de crenulación. Hay una esquistosidad de fractura poco marcada.

**Minerales componentes:**

- 1) Fundamentales: Cuarzo y moscovita.
- 2) Accesorios: Opacos, clorita, estauroлита y circón.

Clasificación: Esquisto moscovítico.



Foto 32.— Muestra 30. Alternancia de bandas cuarzosas y micáceas. Estas presentan crenulación muy marcada. 15 X, Nicoles cruzados.

**MUESTRA 54.— Carretera Granada—Almuñecar a la altura del Gorogón (321i)**

Descripción macroscópica:

Caliza ocre y blanquecina, untuosa al tacto, con abundantes fragmentos fósiles. La roca presenta algunos poros, y no se observa ninguna fractura en la muestra estudiada.

Descripción microscópica:

En una matriz de calcita microcristalina se disponen desordenadamente una serie de fragmentos fósiles pobremente clasificados y angulosos de los que se reconocen principalmente fragmentos de algas, equinodermos, moluscos y pequeños fragmentos de conchas, encontrándose una pequeña porosidad. Un conteo de puntos ha dado los siguientes porcentajes para los componentes:

	<u>o/o</u>
Micrita . . . . .	65
Fósiles . . . . .	29
Poros . . . . .	5
Granos de cuarzo tamaño limo . . . . .	1

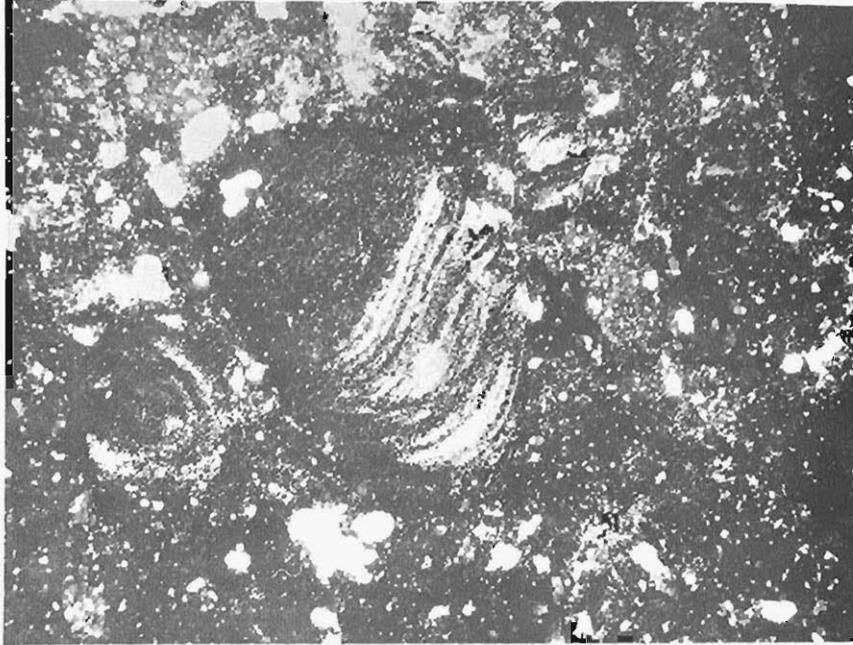


Foto 33.— Muestra 54. Bioclastos en matriz de micrita oscura. Las formas redondeadas claras, son en su mayor parte poros. 15 X, Nícoles paralelos.

Clasificación: Biomicrita.

#### **MUESTRA 57.** En camino forestal de Albuñuelas a la carretera Granada—Almuñecar (212a)

##### Descripción macroscópica:

Roca carbonatada cristalina media a fina, de color blanco, con tonos azulados. La roca es compacta, con una escasa porosidad intercrystalina.

##### Descripción microscópica:

Textura granular, con granos de dolomita de tamaño fino a grueso. Las zonas de grano fino muestran gran orientación, mientras que las de grano grueso presentan recrecimientos de los granos y textura granular masiva.

##### Minerales componentes:

- 1) Fundamentales: Dolomita.
- 2) Accesorios: Cuarzo y granate.

Clasificación: Mármol.

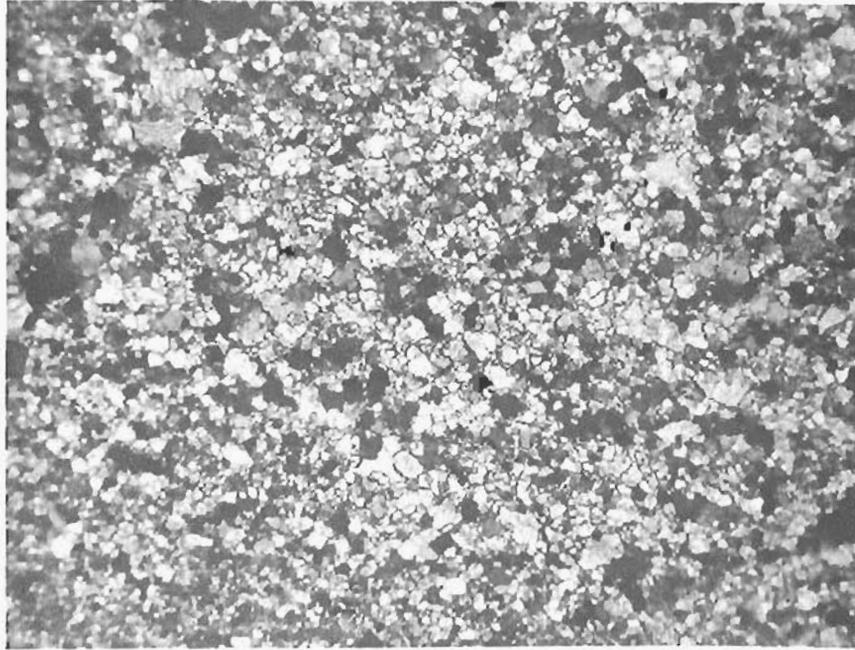


Foto 34.— Muestra 57. Mosaico de cristales de dolomía cristalina fina a media con granates. 30 X. Nícoles cruzados.

## 7.2 SISMICIDAD

Para la obtención de los datos que se exponen a continuación, se ha consultado el Mapa de Zonas Sísmicas Generalizadas de la Península Ibérica, publicado por el Servicio de Sismología e Ingeniería Sísmica del Instituto Geográfico y Catastral.

En el adjunto esquema de situación de Epicentros y Zonas sísmicas, puede observarse la gran densidad de focos sísmicos, siendo, junto a la región murciana, el área de actividad sísmica continental más acusada de la Península Ibérica, por la frecuencia de terremotos y la importancia de algunos de ellos. Se registra una amplia gama en cuanto a la profundidad de los epicentros, seísmos superficiales en los cuales la profundidad ( $h$ ) es menor o igual a 50 Km, los de foco intermedio en los que  $h$  es menor de 300 Km, y el único de foco profundo existente en la Península Ibérica, cuyo epicentro se situó en Dúrcal (1954), a una profundidad de 652 Km, teniendo en cuenta que los datos recogidos cubren hasta el año 1966.

El hecho de que la región presente una alta sismicidad, hace que en todos los mapas aparezca con los valores más altos registrados. Así, en el mapa de isosistas máximas, el tramo estudiado está comprendido entre los valores VIII a X, teniendo en cuenta que éstos son los valores máximos representados.

Los valores del grado de intensidad que se espera para los futuros sucesos sísmicos, están representados en el mapa de intensidad máxima probable para el período de los cincuenta años venideros. El tramo estudiado está comprendido entre valores superiores a 1,20, que representa asimismo el máximo intervalo representado.

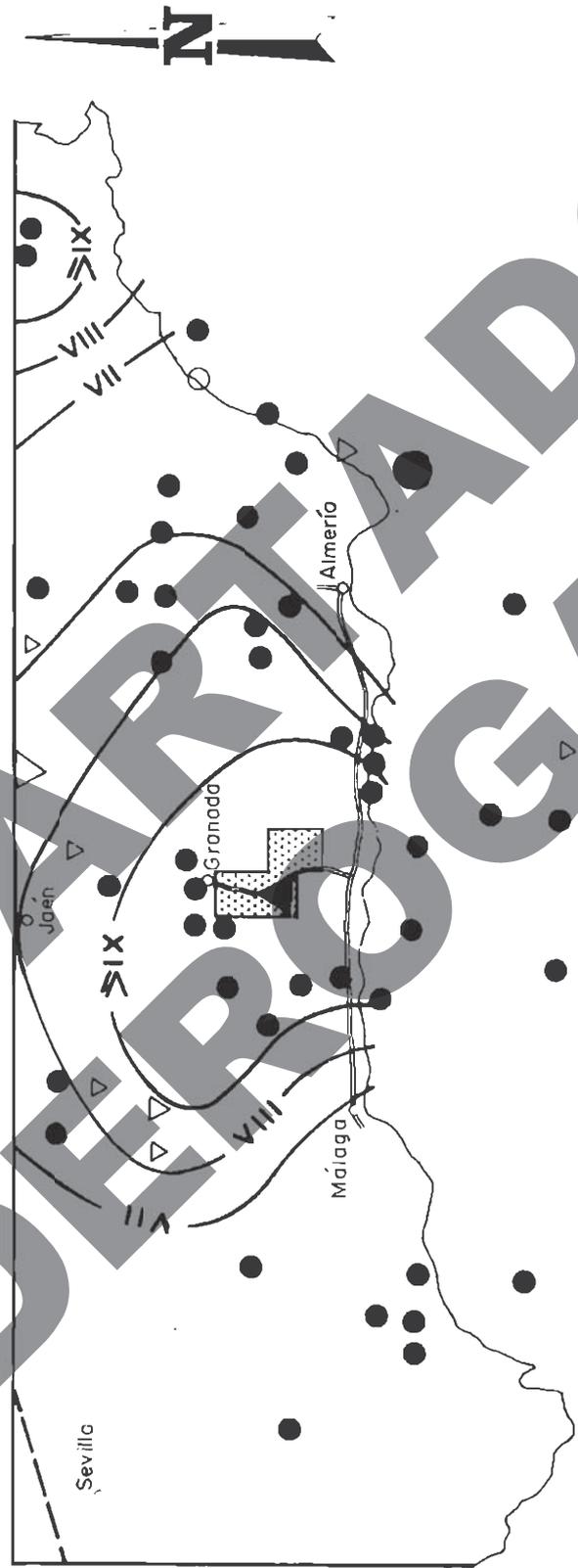
En el mapa de riesgos sísmicos, que proporciona cuantitativamente la probabilidad de los sucesos dañosos (siempre comprendida entre amplios límites de incertidumbre), puede considerarse que la región estudiada está comprendida entre valores superiores a 0,5, contándose con valores de 0,9 que son los máximos representados, entrando a tomar valores comprendidos entre 0,65 y mayores a 2 en el mapa preliminar de zonas sísmicas, siendo igualmente los valores máximos representados.

A partir de las diferencias brutas entre las nivelaciones de precisión antiguas y las de alta precisión actuales, se ha podido reconocer la existencia de una tendencia al hundimiento de la mayor parte del territorio nacional, de la que no es una excepción la zona aquí tratada.

Según se deduce del esquema adjunto, el tramo estudiado se encuentra dentro de los valores de intensidad iguales o superiores a IX. Para este grado, las edificaciones rurales sufren daños de grado V. La mayoría de las edificaciones ordinarias sufren daños de grado IV, y muchas, de grado V. Muchas edificaciones reforzadas sufren daños de tipo III; y algunas, hasta de grado IV. Se producen asimismo acentuadas grietas en el terreno, desprendimientos y aludes, grandes olas en lagos y embalses, y en las llanuras se producen extrusiones de aguas, fangos y arenas.

# ESQUEMA DE SITUACION DE EPICENTROS Y ZONAS SISMICAS

ESCALA 1/2.500.000



## LEYENDA

- Líneas de equi-intensidad
- Área estudiada
- Falla del Guadalquivir

EPICENTROS		
Instrumentales		
$h$	$< 50$	$> 300$
$M$	$< 6,5$	$> 6,5$

- SUELOS ORGANICOS Y ARTIFICIALES**
- W1 Turbera de suelo orgánico de color negro parcialmente inundado. Capacidad portante muy baja, permeabilidad baja, ripabilidad alta, inundable y erosionable, pais llano. Formación muy pérgrea. (Cuaternario. P. a. < 10m.)
  - W1 Suelo artificial, de gravas y gravillas de rocas carbonatadas, no consolidadas; depósitos cohesivos clasificados, sombra de mina. (Actual).
- SUELOS DETRITICOS CUATERNARIOS**
- T1 Terrazo de gravas, bolos y bloques con matriz arena-limosa en proporción variable, con lentolones arena-limosos; depósitos poco homogéneos. Capacidad portante baja, permeabilidad alta, ripabilidad alta, erosionables y parcialmente inundables; pais llano. (Cuaternario).
  - T2 Terrazo de arenas con gravas en lentolones o dispersas; depósitos poco homogéneos. Capacidad portante baja, permeabilidad de media a baja, ripabilidad alta, erosionables, parcialmente inundables y posiblemente agresivos por sulfatos; pais llano. (Cuaternario).
  - A1 Aluvial de gravas, bolos y bloques con matriz limo-arenosa en proporción variable, con lentolones arena-limosos; depósitos poco homogéneos. Capacidad portante baja, permeabilidad alta, ripabilidad alta, erosionables e inundables; pais llano. (Cuaternario. P. a. : 5 a 20m.)
  - C1 Aluvial y coluvial de limas arcillosas y arcillas limosas con gravas dispersas, localmente margosas o con paquitos cristales de yeso; depósitos en general bastante homogéneos. Capacidad portante de media a alta, permeabilidad alta, ripabilidad alta, algo erosionables y agresivos por sulfatos, taludes naturales estables: B/A - 10/45 (Cuaternario. P. a. : > 10m.)
  - A2 Aluvial y coluvial de gravas con matriz arena-limosa. Capacidad portante de media a alta, permeabilidad alta, ripabilidad alta, erosionables y agresivos por sulfatos; pais llano. (Cuaternario).
  - D1 Conas de deyección constituidas por conglomerados de cantos de caliza y dolomía, mal clasificados, con cemento calcáreo; depósitos poco homogéneos. Capacidad portante alta, permeabilidad baja, ripabilidad alta a nula, taludes naturales estables: B - 10 (Cuaternario).
  - D2 Cona de deyección, arena y limos con gravas; depósitos poco homogéneos. Capacidad portante media, permeabilidad de media a baja, ripabilidad alta, algo erosionables, taludes naturales estables: M - 10 (Cuaternario).
  - D3 Coluvial de gravas y bolos en menor proporción, con matriz limo-arenosa, a veces arcillosa; depósitos heterogéneos con alta variación en sus componentes granulares. En general capacidad portante de media a alta, permeabilidad baja, ripabilidad de alta a baja, erosionables y posiblemente agresivos por sulfatos, taludes naturales estables: I - 30/40 (Cuaternario).
  - D5 Coluvial de arcillas y arcillas carbonatadas con gravas y bolos y bloques; depósitos heterogéneos. En general capacidad portante alta, permeabilidad de media a alta, ripabilidad de alta a baja, erosionables y agresivos por sulfatos, taludes naturales estables: I - 50/60 (Cuaternario).
  - D6 Coluvial de tobas calcáreas, gravas y arcillas abundantes; depósitos heterogéneos. Características variables según grado de cementación, capacidad portante de media a alta, permeabilidad baja, ripabilidad de alta a baja, taludes naturales estables: I - 45/60 (Cuaternario).
  - D7 Coluvial de bolos y bloques con matriz arcillosa y arena-limosa frecuentemente micácea y localmente gráfitica. Depósitos heterogéneos con variación en la proporción de sus componentes granulares y finos. En general capacidad portante de media a baja, permeabilidad baja, ripabilidad de baja a alta, erosionables, abundantes fuentes, taludes naturales estables: I - 60 (Cuaternario).
  - D8 Coluvial de bolos, gravas y bloques con matriz arcillosa o caliza; depósitos heterogéneos. En general, capacidad portante de media a alta, permeabilidad baja, ripabilidad de alta a baja, erosionables y posiblemente agresivos por sulfatos, taludes naturales estables: A - 10 (Cuaternario).
  - D9 Coluvial de arcillas y margas a veces arenosas, ocasionalmente con gravas; depósitos poco homogéneos. Capacidad portante de media a alta, permeabilidad nula, ripabilidad alta, posiblemente agresivos por sulfatos, taludes naturales estables: A - 20 (Cuaternario).

- FORMACIONES DETRITICAS TERCIARIAS**
- 350a Gravas y bolos con matriz arena-limosa e indicios de impregnación de sulfatos; depósitos poco homogéneos. Capacidad portante alta, permeabilidad alta, ripabilidad alta en general, erosionables y agresivos por sulfatos, taludes naturales estables: I - 70/80 (Cuaternario).
  - 322a Conglomerado de gravas y arenas en matriz limosa, algo arcillosa y cemento calcáreo. Constituye un cono de deyección; fracturación baja, estratos inclinados. Capacidad portante alta, permeabilidad alta, ripabilidad en general alta, algo erosionables, taludes naturales estables: I - 60/90 (Cuaternario).
  - 322b Gravas de dolomías, calizas y esquistos con matriz arena-limosa. Constituye un cono de deyección. Capacidad portante de media a baja, permeabilidad media, ripabilidad alta, taludes naturales estables: B - 10 (Cuaternario).
  - 321a Conglomerado porfirítico con cemento calcáreo predominantemente masivo. Fracturación baja. En general capacidad portante alta, permeabilidad media, ripabilidad de baja a nula, taludes naturales estables: I - 60 (Cuaternario).
  - 321b Arenas limo-arcillosas y arcillas margosas. Estratos subhorizontales. Capacidad portante media, permeabilidad baja, ripabilidad alta, erosionables, taludes naturales estables: A - 50 (Cuaternario).
  - 321c Altiplano irregular de areniscas, limolitas y conglomerados, con cemento calcáreo. Estratos subhorizontales. Capacidad portante de media a alta, permeabilidad alta, ripabilidad baja, algo erosionables, taludes naturales estables: I - 45/60 (Cuaternario).
  - 321d Arenas limosas y limas arcillosas con lentolones de gravas. Depósitos subhorizontales, fracturación baja. Capacidad portante alta, permeabilidad alta, ripabilidad de alta a baja, erosionables y agresivos por sulfatos, taludes naturales estables: I - 10/25 (Cuaternario).
  - 321e Conglomerado con escasos niveles cementados, e intercalaciones de limas y margas con gravas. Características variables según grado de cementación, capacidad portante de alta a media, permeabilidad de media a alta, ripabilidad de alta a baja, erosionables, taludes naturales estables: I - 60/80 (Cuaternario).
  - 321f Arenas y limas algo arcillosas con cemento calcáreo, con contenido variable de gravas y gravillas. Fracturación baja y estratos inclinados. Capacidad portante alta, permeabilidad baja, ripabilidad alta, posiblemente agresivos por sulfatos, taludes naturales estables: B - 70 (Cuaternario).
  - 300a Limas arcillosas micáceas, ligeramente calcáreas, con arenas y gravas. Capacidad portante de media a alta, permeabilidad baja, ripabilidad de alta a baja, erosionables, taludes naturales estables: I - 10 (Cuaternario).

- FORMACIONES DETRITICO-QUIMICAS TERCIARIAS**
- 321c Margas grises con intercalaciones de espesor variable de yesos saccharales, localmente con intercalaciones de limos y arenas finas. Fracturación baja, estratos inclinados. Capacidad portante alta, permeabilidad nula, ripabilidad baja, agresivos y solubles, taludes naturales estables: M - 20 (Cuaternario).
  - 321d Margas con intercalaciones de areniscas con matriz limo-arcillosa y gravas en niveles o lentolones. Fracturación baja, estratos inclinados. Características variables, en general capacidad portante de media a alta, permeabilidad baja, ripabilidad baja, algo erosionables y agresivos por sulfatos, taludes naturales estables: B/M - 70/80 (Cuaternario).
  - 321e Calizas algo margosas con micrófitas. Fracturación baja y estratos subhorizontales. Capacidad portante alta, permeabilidad alta, ripabilidad nula, algo erosionables, taludes naturales estables: I - 60 (Cuaternario).

- FORMACIONES CARBONATADAS TRIASICAS**
- 212a Dolomías y calizas, gris oscuro a negras y blancas, ocasionalmente con laminaciones irregulares blancas. Estratos muy plegados con fracturación alta y fenómenos de karstificación localizados. Capacidad portante alta, permeables por fisuración, ripabilidad nula, taludes naturales estables: I - 35/70 (Triásico medio y superior).
  - 212b Dolomías y calizas gris oscuro a negras y blancas, ocasionalmente con laminaciones irregulares blancas. Microfracturación alta, frecuentemente mineralizadas. Capacidad portante de media a baja, permeabilidad baja, ripabilidad alta, erosionables, taludes naturales estables: M - 60 (Triásico medio y superior).

- FORMACIONES FILITOSAS PERMO-TRIASICAS**
- 211a Filitas de color azul vinoso con intercalaciones de areniscas y cuarzo-filitas, con impregnaciones de sulfatos. Fracturación y plegamiento altos. Capacidad portante media, permeables por fisuración, ripabilidad alta, erosionables y posiblemente agresivos por sulfatos, taludes naturales estables: I - 40/60 (Triásico inferior).
  - 211b Filitas con intercalaciones de areniscas y yesos, localmente con mineral de hierro. Plegamiento y fracturación altos. Capacidad portante media a baja, permeabilidad nula a baja, ripabilidad alta, erosionables y solubles, taludes naturales estables: I - 60 (Triásico inferior).
  - 211c Cuarzos y cuarzo-filitas con intercalaciones de filitas. Fracturación y plegamiento altos. Capacidad portante alta, permeables por fisuración, ripabilidad baja a nula, taludes naturales estables: I - 45 (Triásico inferior).
  - 211d Filitas con intercalaciones de yesos en la base y calizas "fiontas". Fracturación y plegamiento altos. Capacidad portante baja, permeables por fisuración, ripabilidad alta, agresivos por sulfatos, taludes naturales estables: I - 30 (Triásico inferior).
  - 211e Filitas con calizas "fiontas". Fracturación y plegamiento altos. Capacidad portante de media a alta, permeables por fisuración, ripabilidad de alta a baja, erosionables, taludes naturales estables: I - 30/60 (Triásico inferior).

- FORMACIONES ESQUISTO-NEISICAS PALEOZOICAS**
- 100a Esquistos micáceos con intercalaciones de esquistos graníticos, esquistos cuarzosos, cuarcitos y frecuentes filonitos de cuarzo. Fracturación y plegamiento altos. Capacidad portante de media a alta, permeables por fisuración, ripabilidad baja, taludes naturales estables: I - 60/70 (Paleozoico).
  - 100b Nubes bandeadas y esquistos micáceos dispuestos irregularmente. Fracturación y plegamiento altos. Capacidad portante de media a baja, permeables por fisuración, ripabilidad alta en general, taludes naturales estables: I - 60 (Paleozoico).

**SIMBOLOS**

--- Contactos entre materiales diferenciados. Contacto comprobado  
--- Contactos entre materiales diferenciados. Contacto supuesto  
--- Bucaramiento de 0° a 30°  
--- Bucaramiento de 30° a 60°  
--- Cobalamiento supuesto  
--- Faja supuesta  
--- Faja observada  
--- Anticlinal  
--- Sinclinal

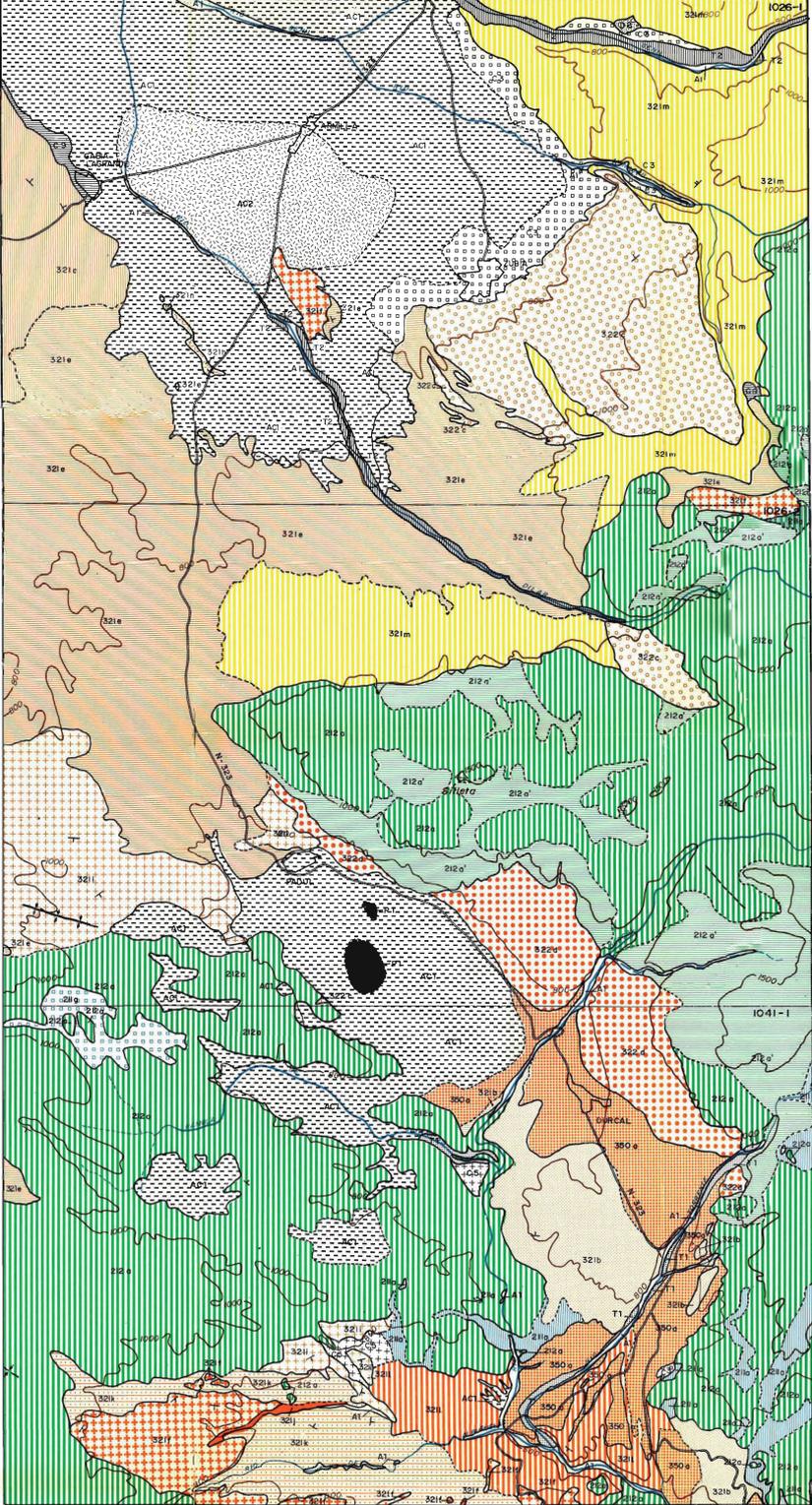
**ABREVIATURAS DE LA LEGENDA**

SIMBOLO	DESIGNACION
I	Indefinido
A	Alto
M	Medio
B	Bajo
p.a.	Potencia aproximada

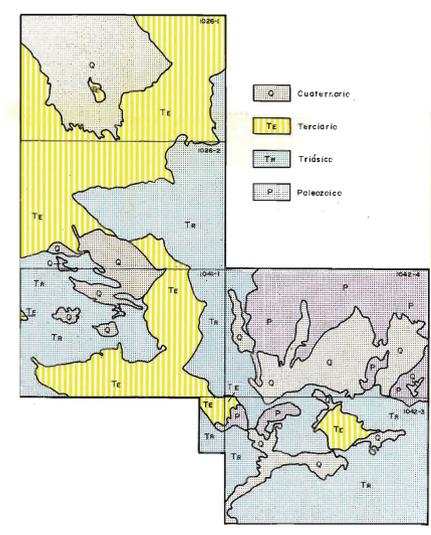
**ESQUEMA GEOTECNICO** Escala 1:200.000

- SUELOS ORGANICOS Y ARTIFICIALES**
- Q-1 Zonas pantanosas en suelos orgánicos
  - Q-2 Suelos no cohesivos de densidad floja
  - Q-3 Suelos heterogéneos de cementación variable, erosionables
  - Q-4 Suelos heterogéneos de cementación variable, erosionables y agresivos por sulfatos
  - Q-5 Suelos heterogéneos de cementación variable, erosionables, agresivos por sulfatos y con inestabilidad localizada por sulfatos
  - Q-6 Suelos heterogéneos de cementación variable, erosionables y agresivos por sulfatos, con arcillas expansivas en la base
  - B-1 Arenas limo-arcillosas y limas arena-arcillosas, erosionables y posiblemente agresivos por sulfatos
- FORMACIONES MARGOSAS, A VECES CON YESOS, EROSIONABLES, CON INESTABILIDAD LOCALIZADA**
- U-1
  - U-2
  - U-3
  - U-4
  - U-5
  - U-6
  - U-7
  - U-8
  - U-9
  - U-10
  - U-11
  - U-12
  - U-13
  - U-14
  - U-15
  - U-16
  - U-17
  - U-18
  - U-19
  - U-20
  - U-21
  - U-22
  - U-23
  - U-24
  - U-25
  - U-26
  - U-27
  - U-28
  - U-29
  - U-30
  - U-31
  - U-32
  - U-33
  - U-34
  - U-35
  - U-36
  - U-37
  - U-38
  - U-39
  - U-40
  - U-41
  - U-42
  - U-43
  - U-44
  - U-45
  - U-46
  - U-47
  - U-48
  - U-49
  - U-50
- FORMACIONES PELIGROSAS POR SU TECNIFICACION, ALTERABILIDAD, AGRESIVIDAD E INESTABILIDAD GENERALIZADA**
- U-51
  - U-52
  - U-53
  - U-54
  - U-55
  - U-56
  - U-57
  - U-58
  - U-59
  - U-60
  - U-61
  - U-62
  - U-63
  - U-64
  - U-65
  - U-66
  - U-67
  - U-68
  - U-69
  - U-70
  - U-71
  - U-72
  - U-73
  - U-74
  - U-75
  - U-76
  - U-77
  - U-78
  - U-79
  - U-80
  - U-81
  - U-82
  - U-83
  - U-84
  - U-85
  - U-86
  - U-87
  - U-88
  - U-89
  - U-90
  - U-91
  - U-92
  - U-93
  - U-94
  - U-95
  - U-96
  - U-97
  - U-98
  - U-99
  - U-100
- FORMACIONES SIN PROBLEMAS GEOTECNICOS NOTABLES**
- X
- DESPLAZAMIENTO OBSERVADO**
- 

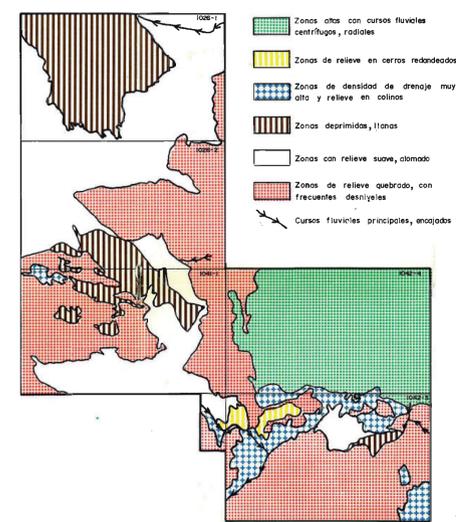
**MAPA LITOLÓGICO-ESTRUCTURAL** Escala 1:50.000



**ESQUEMA GEOLOGICO** Escala 1:200.000



**ESQUEMA MORFOLOGICO** Escala 1:200.000



**ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR** Escala 1:200.000

- SUELOS ORGANICOS Y ARTIFICIALES**
- I Turberas y rellenos artificiales
  - S-1 Suelos de origen aluvial constituidos por gravas arena-limosas (redondeadas, flojas y de permeabilidad alta)
  - S-2 Limas arcillosas de origen aluvial y coluvial de densidad media y permeabilidad alta
  - S-3 Suelos de origen coluvial, conas de deyección o formados in situ, constituidos por gravas arena-limosas de densidad media aunque variable, permeabilidad variable con tendencia a alta
  - S-4 Suelos procedentes de deyección o formados in situ, constituidos por gravas y/o arenas limosas, compactas, de cementación calcárea variable y permeabilidad variable con tendencia a baja
  - SC-1 Suelos de origen coluvial constituidos por gravas con matriz arcillosa o arcillas con gravas, compactas o medias, plasticidad baja, cementación calcárea variable, permeabilidad baja
  - SC-2 Suelos de origen coluvial o formados in situ, constituidos por arenas arcillosas o arcillas arenosas, cementación media a alta, normalmente consolidados, plasticidad baja, permeabilidad baja
- SUELOS MARGOSOS, LOCALMENTE ARENOSOS, NORMALMENTE CONSOLIDADOS, PLASTICIDAD ALTA Y RESISTENCIA DURA**
- J-1
  - J-2
- SUELOS ARCILLOSOS CON GRAVAS, DE ORIGEN COLUVIAL Y ALUVIAL, PROCEDENTES DE ESQUISTOS Y FILITAS, NORMALMENTE CONSOLIDADOS, PLASTICIDAD BAJA Y RESISTENCIA BLANDA**
- K-1
- SUELOS LIMOSOS PROCEDENTES DE LA TRITURACION DE CALIZAS, RIJOS, PERMEABILIDAD BAJA**
- N-1
- FORMACIONES ROCOSAS CON RECRUBRIMIENTO PARCIALMENTE ESCASO Y DE PEQUEÑO ESPESOR, SIN IMPORTANCIA GEOTECNICA**
- N-2

