



estudio  
previo  
de  
terrenos



**autopista  
Madrid - Zaragoza**

**TRAMO : ALHAMA DE ARAGÓN - CALATAYUD**

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

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

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

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

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

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

**M.O.P.**

**DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS Y CAMINOS VECINALES  
DIVISION DE MATERIALES**

## **ESTUDIO PREVIO DE TERRENOS**

**AUTOPISTA MADRID - ZARAGOZA  
TRAMO ALHAMA DE ARAGON - CALATAYUD**

Cuadrantes :

409-2	Calatayud
436-1-2-3	Alhama de Aragón
437-1-4	Ateca
463-4	Milmarcos

Fecha de ejecución: JUNIO 1970

## INDICE

	pág
Introducción	1
1. Zonas de Estudio	1
2. Estratigrafía General	3
3. Tectónica y Geomorfología General	5
4. Zona 1. Montañas de Calatayud	6
4.1. Descripción Estructural	6
4.2. Grupos Geotécnicos	6
4.3. Resumen de la Zona	12
5. Zona 2. Cuenca de Calatayud	13
5.1. Descripción Estructural	13
5.2. Grupos Geotécnicos	13
5.3. Resumen de la Zona	27
6. Zona 3. Montañas de Ateca	29
6.1. Descripción Estructural	29
6.2. Grupos Geotécnicos	29
6.3. Resumen de la Zona	33
7. Zona 4. Cuenca de Alhama de Aragón	34
7.1. Descripción Estructural	34
7.2. Grupos Geotécnicos	34
7.3. Resumen de la Zona	48
8. Canteras, Graveras y Préstamos	50

## AUTOPISTA MADRID-ZARAGOZA

Memoria del Tramo Alhama de Aragón-Calatayud.

### INTRODUCCION

El Tramo Alhama de Aragón-Calatayud, comprende las siguientes Cuadrantes, de las hojas 1:50.000 del I.G.C.

409-2	Calatayud
437-1-4	Ateca
436-1-2-3	Alhama de Aragón
463-4	Milmarcos

### 1. ZONAS DE ESTUDIO

En el ámbito del Tramo Alhama de Aragón-Calatayud, afloran terrenos de características geológicas y geotécnicas muy dispares, por lo cual hemos estimado conveniente diferenciar varias zonas para su estudio, de acuerdo con las antedichas características.

#### 1.1. ZONA 1

Montañas del noreste de Calatayud. Se caracteriza por su fuerte relieve, consecuencia de una tectónica de fracturas en materiales del Paleozóico.

#### 1.2. ZONA 2

Cuenca de Calatayud. La principal característica de la Zona es la existencia de un potente nivel yesífero.

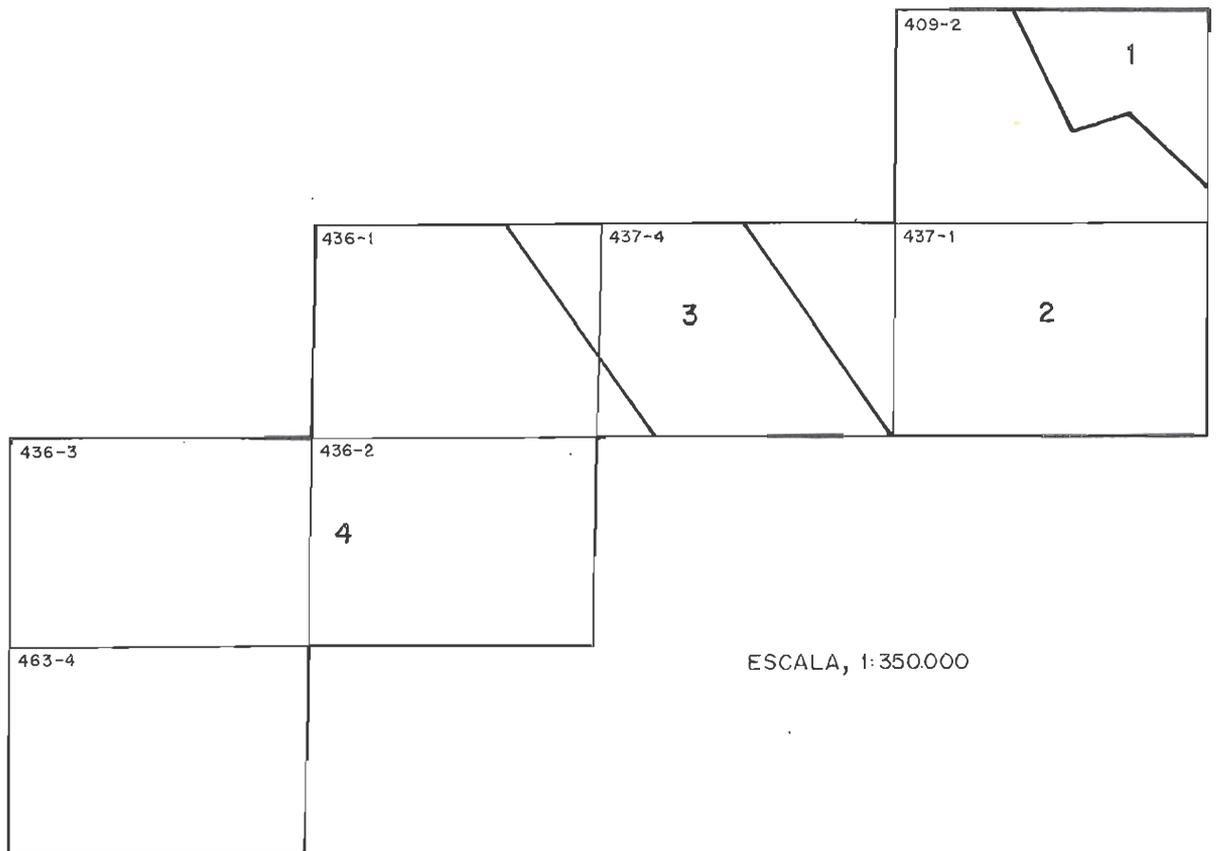
### 1.3. ZONA 3

Montañas de Ateca. Relieve fuerte, en el que predomina una tectónica de plegamiento en materiales Paleozóicos.

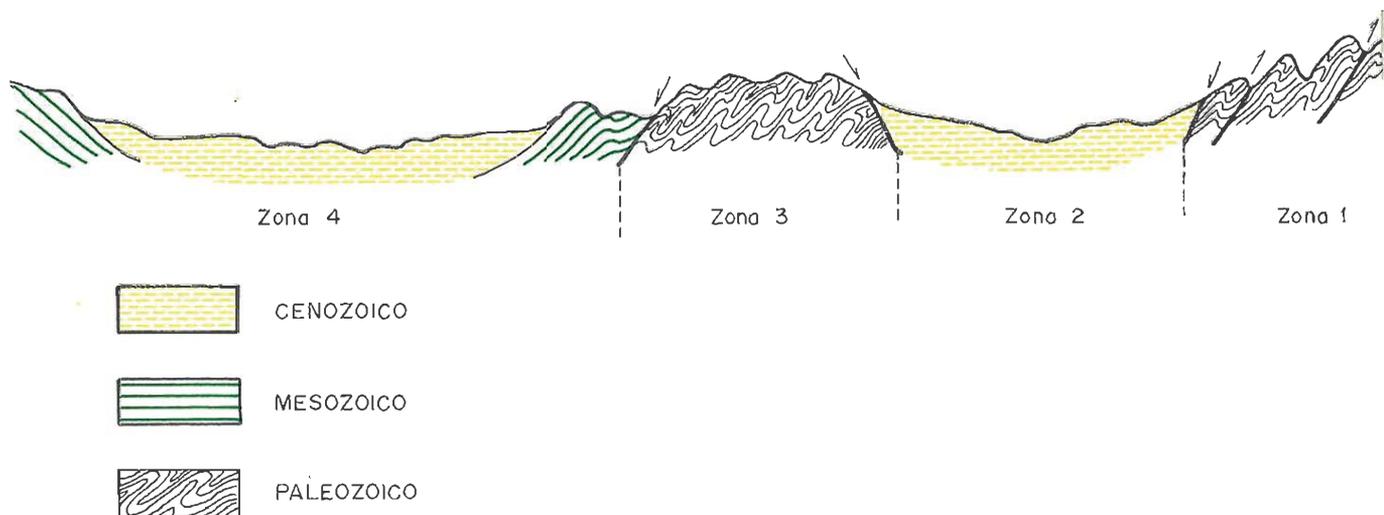
### 1.4. ZONA 4

Cuenca de Alhama de Aragón. Afloran en esta Zona materiales Mesozóicos y Terciarios, caracterizándose el Mioceno por los frecuentes cambios laterales de facies.

# ESQUEMA DE SITUACION DE LAS ZONAS DE ESTUDIO



# CORTE ESQUEMATICO DEL TRAMO ALHAMA DE ARAGON-CALATAYUD



## 2. ESTRATIGRAFIA GENERAL

Los materiales más antiguos que afloran, pertenecen al Cámbrico, siendo las pizarras de Paracuellos, la base de la serie estudiada.

Sobre las pizarras de Paracuellos afloran las cuarcitas de Bámbo la. Sigue una potente serie de pizarras, cuarcitas, dolomías y grauwacas, en la que predominan netamente los términos pizarrosos. Termina la serie, en la Zona de Calatayud, con las cuarcitas de Daroca.

El Paleozóico desaparece bajo el Mioceno de Calatayud, aflorando nuevamente en la región de Ateca.

El Paleozóico de Ateca, cronológicamente, pertenece al Cámbrico, integrándolo términos más modernos que los de Calatayud.

Predominan en esta región los materiales pizarrosos, que engloban cuarcitas, a veces potentes, grauwacas y areniscas.

Hacia el oeste, en la Zona de Alhama, el Paleozóico se hunde bajo el Mesozóico, por la acción de fallas normales.

Trías. Las areniscas del Buntsandstein, afloran claramente discordantes sobre el Paleozóico, en la región de Alhama.

Siguen las dolomías del Muschelkalk y las margas y arcillas yesíferas del Keuper.

Jurásico. Los términos Jurásicos, sólo afloran en el sector sur del Cuadrante 463-4 (Milmarcos). Comienza con niveles calizos, terminando con niveles potentes de calizas margosas y margocalizas.

Cretácico. Aflora en todos los bordes de la Cuenca miocena de Alhama de Aragón.

Comienza con las capas de Utrillas, difíciles de diferenciar de los términos del Keuper. Siguen arenas blancas, calizas margosas y calizas blancas muy duras.

**Oligoceno.** Constituye la base de las cuencas miocenas de Calatayud y Alhama, aunque muestra características particulares en cada Cuenca.

Son siempre niveles conglomeráticos, de elevada potencia.

### **Mioceno:**

#### a) Mioceno de Calatayud

La principal característica de esta Cuenca, es la existencia de un nivel yesífero basal. Son frecuentes los cambios laterales de facies tanto en sentido transversal como longitudinal.

#### b) Mioceno de Alhama de Aragón

Constituyen el Mioceno de la Cuenca de Alhama, materiales arcillosos y limosos, con frecuentes episodios detríticos.

Los cambios de facies, son más frecuentes y notables que los ya mencionados en la Cuenca de Calatayud.

**Pliocuaternario.** Aflora en grandes extensiones de la Cuenca de Calatayud.

Predominan los materiales detríticos.

**Cuaternario.** Las formaciones más interesantes las constituyen los aluviales del Río Jalón y de sus afluentes, tanto por su notable potencia como por sus características geotécnicas.

Las formaciones eluviales, coluviales, terrazas, etc., se describían con detalle, al tratar de cada Zona en particular.

### 3. TECTONICA Y GEOMORFOLOGIA GENERAL

Los relieves de las diferentes zonas diferenciadas, son resultado de la Tectónica y Litología.

La Zona montañosa de Calatayud posee un fuerte relieve, con montañas elevadas y valles estrechos y profundos. Esta morfología es consecuencia de una tectónica de grandes fracturas y la presencia de materiales muy resistentes a la erosión areolar.

Los materiales que afloran en la Cuenca de Calatayud, poseen una disposición subhorizontal, siendo débil su resistencia a la erosión; consecuencia de estas características es la existencia de un relieve suave, con valles muy amplios por los que discurren ríos de poco caudal. Sólo se producen escarpes notables en el nivel yesífero basal, donde existe marcada diferencia entre la erosión lineal y areolar.

Las montañas de Ateca poseen un relieve fuerte, en el que no se dan grandes escarpes, excepto en aquellos sectores donde ha existido una notable erosión fluvial. Estas características son consecuencia de la uniforme resistencia a la erosión, de los materiales y, del desarrollo de una tectónica de plegamiento.

En la Cuenca de Alhama de Aragón se desarrolla un fuerte relieve en los materiales Mesozóicos, gracias a su litología y tectónica de plegamiento, mientras en los materiales terciarios, donde la disposición es subhorizontal, el relieve es suave, destacando escalones y mesas, consecuencia de la presencia de niveles detríticos.

## 4. ZONA 1. MONTAÑAS DE CALATAYUD

### 4.1. DESCRIPCION ESTRUCTURAL

Los materiales que afloran a la presente Zona, ofrecen fuerte resistencia a la erosión; como consecuencia, el relieve es fuerte, con elevadas montañas y ríos que se encajan en valles profundos. Existen desniveles superiores a los 350 m.

Caracteriza a la Zona una tectónica de escamas, motivadas por fallas inversas de dirección N 40° W y vergencia noreste, siendo el buzamiento general hacia el suroeste.

El río Jalón, atraviesa la Zona en sentido surnorte; discurre profundamente encajado, recibiendo por ambos márgenes pequeños afluentes generalmente secos, dado que su régimen es torrencial.

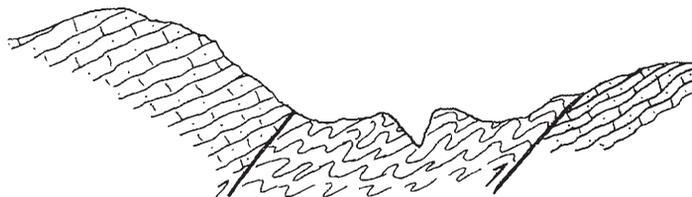
### 4.2. GRUPOS GEOTECNICOS

#### 8m. Pizarras de Paracuellos

Pizarras tectonizadas, con niveles de cuarcitas y algún banco aislado de dolomías.

Aspectos geomorfológicos. Este grupo muestra un elevado grado de meteorización. Los relieves que origina son suaves. La erosión lineal le afecta profundamente.

Litología. Pizarras verdes, de superficie satinada y elevado grado de tectonización. Hacia el oeste pasan a pizarras con frecuencia



**Cuarcitas**



**Pizarras**

# CORTE GENERAL DE LA ZONA

ESCALA APROX. 1:50.000

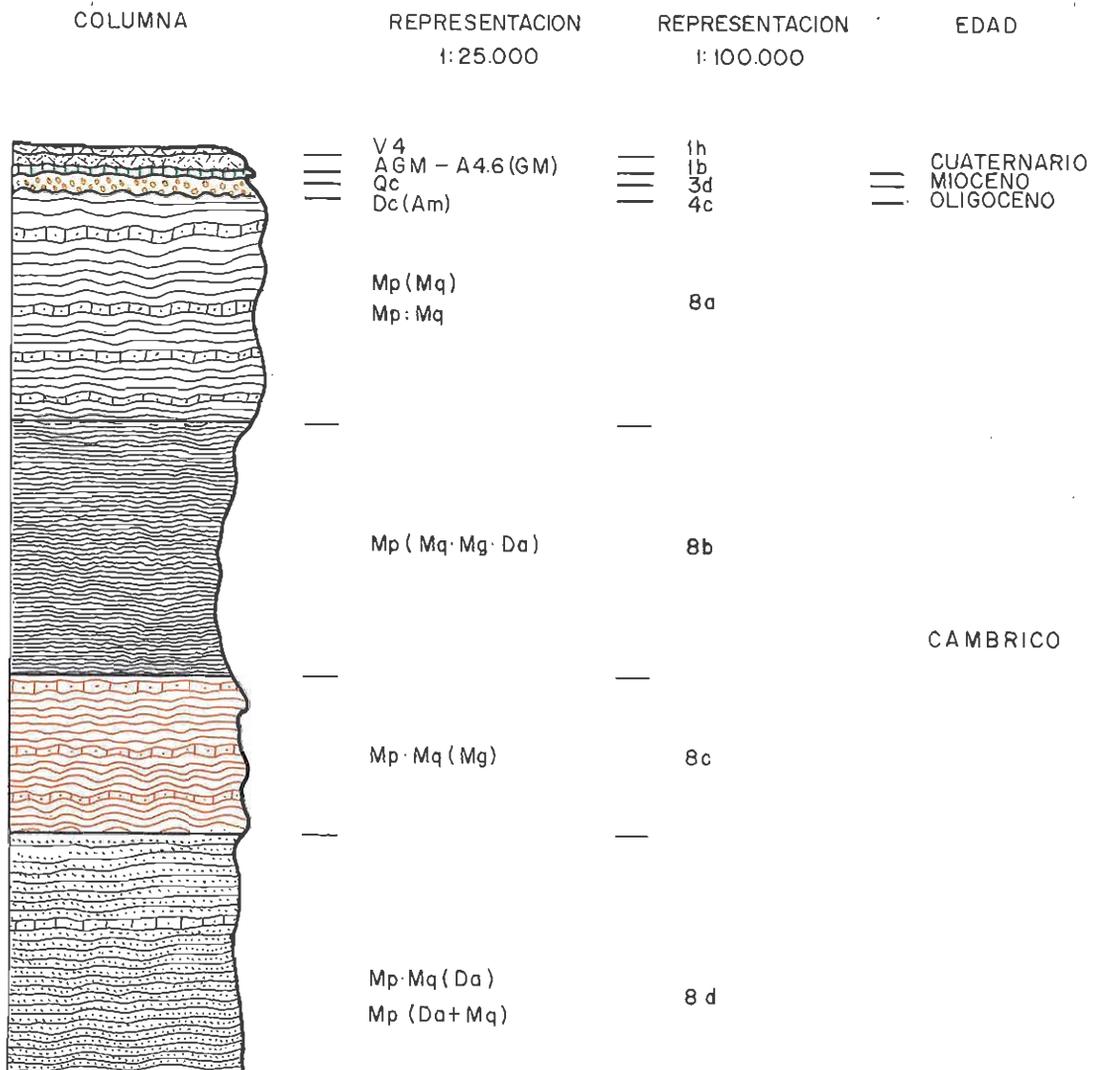
S 45° W

N 45° E



## COLUMNA ESTRATIGRAFICA

ESCALA APROX. 1:20.000



tes niveles de cuarcitas blancas. El conjunto es muy deleznable.

La potencia del grupo puede llegar a los 200 m.

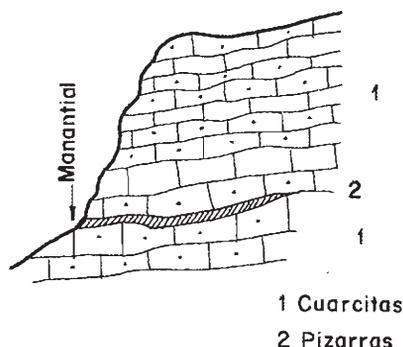
Caracteres Geotécnicos. Dado el elevado grado de tectonización, las pizarras se encuentran muy trituradas, por lo que su estabilidad es deficiente; peligro de desprendimientos en túneles y excavaciones a favor del buzamiento.

Buen drenaje, gracias a la topografía y a la elevada permeabilidad del grupo.

#### 8k. Cuarcitas de Bámbola

Cuarcitas blanco-verdosas, algo micáceas.

Aspectos Geomorfológicos. La elevada resistencia de las cuarcitas, a la erosión, origina un fuerte relieve. Sólo en las zonas de fracturas, es menor la resistencia, por lo cual los cursos de agua, suelen discurrir por zonas falladas.



Litología. Constituyen este grupo cuarcitas blancas, de grano grueso, muy duras y tenaces, distribuidas en bancos hasta de 8 m. Presentan estratificación cruzada y diaclasas perpendiculares a la estratificación. Son frecuentes las recristalizaciones de cuarzo.

Potencia 300 m.

Caracteres Geotécnicos. Buena estabilidad y drenaje, caracterizan al grupo. Se pueden producir desprendimientos de bloques, por la acción de las diaclasas verticales.

Se producen filtraciones, cuando existen pequeños niveles pizarrosos.

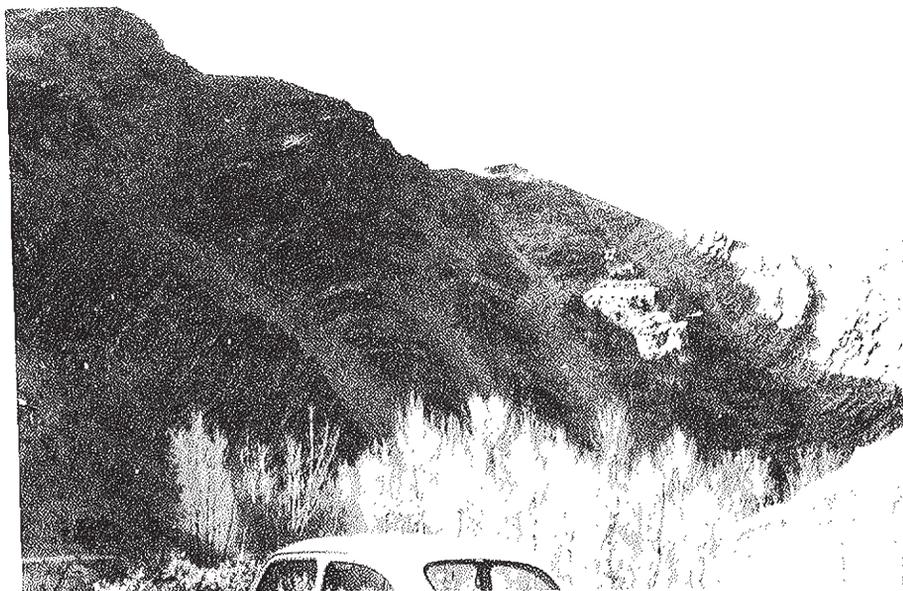
8j. **ALTERNANCIA IRREGULAR DE PIZARRAS Y CUARCITAS, CON NIVELES DE GRAUWACAS Y ARENISCAS**

*Aspectos Geomorfológicos.* Este conjunto da lugar a un relieve bastante uniforme, destacando los niveles cuarcíticos. Predomina la erosión lineal, encajándose profundamente los arroyos.

*Litología.* Pizarras verdosas, con bancos de cuarcitas similares a las de Bámbola y, algunos bancos de areniscas heterométricas. Hacia el oeste disminuye la frecuencia de las areniscas, siendo sustituidas por grauwas de color verde oscuro.

*El grupo rebasa los 200 m de potencia.*

*Caracteres Geotécnicos.* Estabilidad excelente, soportando taludes verticales. Su drenaje es excelente, favorecido por la topografía. Se dan filtraciones en los contactos pizarras-cuarcitas y pizarras-grauwas.



*Replegamientos en las Pizarras. Cra. Calatayud-Embíd de la Ribera, km 3,5*

### 8i. Pizarras con niveles dolomíticos

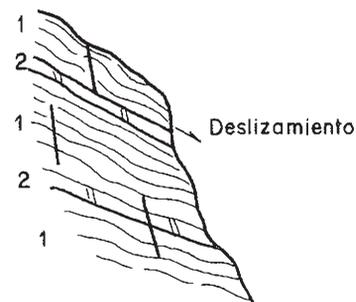
Aspectos Geomorfológicos. Ofrece, este grupo, menor resistencia a la erosión, por lo que los cursos de agua profundizan, con cierta facilidad a través de él. Los bancos dolomíticos suelen resaltar topográficamente.

Litología. Pizarras grises amarillentas, con frecuentes niveles de dolomías grises en bancos de hasta 1 m.

Su potencia es del orden de los 250 m.

Caracteres Geotécnicos. La presencia de diaclasas verticales a la estratificación, motiva una menor estabilidad del grupo y, como consecuencia, se producen desprendimientos.

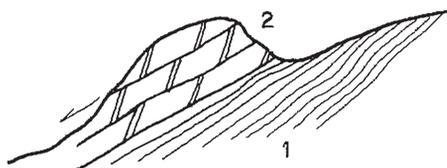
Las dolomías pueden sufrir descalces, por efecto de la erosión diferencial.



1 Pizarras  
2 Dolomías

### 8h. Dolomías

Aspectos Geomorfológicos. Las dolomías ofrecen gran resistencia, tanto a la erosión lineal como areolar. Destacan netamente en la topografía.



1 Pizarras  
2 Dolomías

Litología. Dolomías de color gris oscuro, de grano fino, muy compactas y bien estratificadas. Se presentan en bancos hasta de 8 m de potencia. Existen niveles discontinuos y poco potentes de margocalizas grises.

Su máxima potencia es de 90 m.

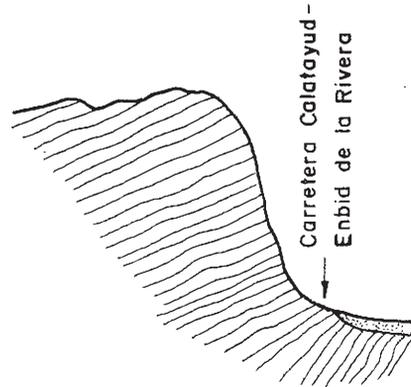
Caracteres Geotécnicos. Drenaje y estabilidad excelentes. Excavación difícil. Sólo en la base, donde aparece el nivel margoso, se puede producir algún deslizamiento, cuando coincidan pendiente natural y buzamiento.

### 8g. Alternancia irregular de pizarras, cuarcitas, grauwacas y dolomías

Aspectos Geomorfológicos. Este conjunto da lugar a un relieve relativamente uniforme. Es más sensible a la erosión lineal que a la areolar.

Litología. Pizarras gris-verdosas, con elevado porcentaje de biotita, arenosas y compactas, que no presentan pizarrosidad. Alternan, con frecuentes bancos de cuarcitas, dolomías similares a las ya descritas y, grauwacas gris-rojizas algo micáceas.

Potencia 80 m.



Caracteres Geotécnicos. No se dan deslizamientos ni desprendimientos, soportando taludes verticales de altura considerable; se han observado taludes hasta de 60 m.

Se dan filtraciones asociadas a cambios de permeabilidad, es decir en los contactos pizarras-cuarcitas o pizarras-dolomías.

### 8f. Alternancia irregular de pizarras y grauwacas

Aspectos Geomorfológicos. Caracteriza al grupo un relieve uniforme, sin resaltes topográficos. Predomina la erosión lineal.

Litología. Pizarras arcillosas grises, que alternan con potentes bancos de grauwacas grises muy duras.

La potencia del grupo oscila entre 40 y 60 m.

Caracteres Geotécnicos. Buen drenaje y estabilidad elevada, caracterizan al presente grupo. Soporta taludes verticales; se han observado taludes hasta de 40 m.

### 8e. Cuarcitas

Aspectos Geomorfológicos. Una elevada resistencia a la erosión, caracteriza al presente grupo, por lo cual destaca netamente en la topografía.

Litología. Cuarcitas bien estratificadas, en bancos de 30 cm-1 m, de color blanco-rojizo, muy duras y tenaces.

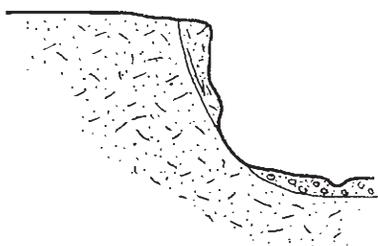
Potencia 15-25 m.

Caracteres Geotécnicos. Drenaje y estabilidad excelentes; soporta taludes verticales sin peligro de desprendimientos. La principal dificultad la representa su excavación, en la cual será preciso el empleo de explosivos.

Cuaternario:

#### 1b. Aluvial de gravas o gravas y finos

Aspectos Geomorfológicos. Los aluviales afloran en los valles de los ríos Jalón y Bámbole. Los cursos de agua han experimentado un descenso del nivel de base, por lo que actualmente excavan en sus propios aluviales.



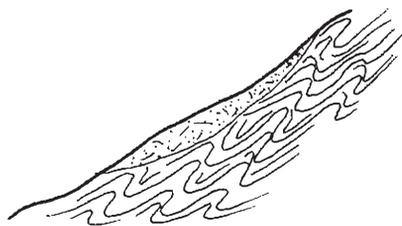
Litología. Constituyen estos aluviales gravas, con elevado contenido en finos. En el río Bámbole y, en la confluencia de éste con el Jalón existen graveras, poco potentes, constituidas por gravas, finos y bolos en pequeña proporción, procedentes de los niveles paleozóicos.

Caracteres Geotécnicos. Poseen buen drenaje, no existiendo zonas pantanosas. Su estabilidad es aceptable, sufriendo desplomes, para taludes superiores a 70°.

#### 1g. Coluviales de gravas y finos

Aspectos Geomorfológicos. Afloran estos coluviales al pie de grandes escarpes ocupando un pequeño valle junto al Jalón, originado al menos en parte, por la erosión fluvial.

Litología. Gravas mal graduadas, constituidas por cantos angulosos de pizarras y cuarcitas. Los finos procedentes de meteorización de las pizarras, pueden llegar a



constituir el 35 por 100 de la formación coluvial. Pueden alcanzar

potencias hasta de 4,5 m.

Caracteres Geotécnicos. Estabilidad moderada y drenaje excelente.

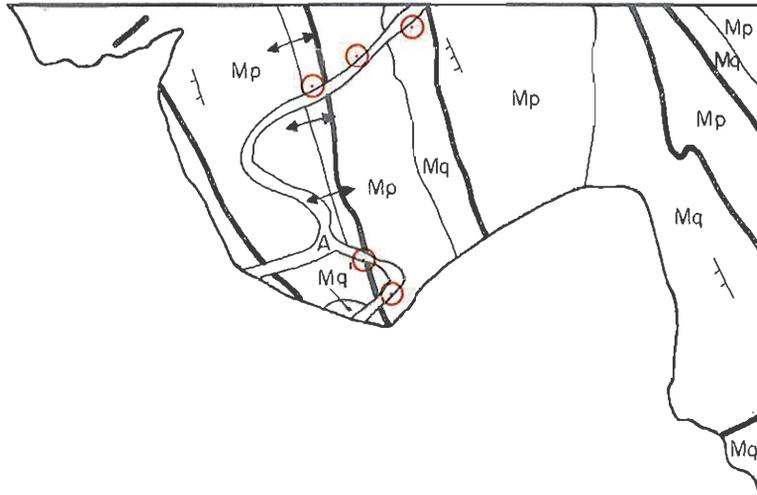
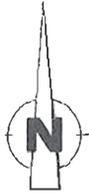
#### 4.3. RESUMEN DE LA ZONA

A pesar de la complicación litológica y tectónica de la Zona, los problemas geotécnicos que se pueden presentar no son de gran envergadura. Se han observado pequeños desprendimientos en los km 4,5, 9,8, 11,5, 13,5 y 14,5 de la carretera de Calatayud a Embid de la Ribera; todos ellos poseen un volumen inferior a 10 m<sup>3</sup>.

Existen filtraciones ligadas a cambios de permeabilidad, siempre de poca importancia.

El principal problema lo constituye el fuerte relieve de la Zona.

# CUADRO RESUMEN DE LA ZONA



- A Aluvial
- Mq' Cuarcitas de Daroca
- Mp Niveles pizarrosos
- Mq Cuarcitas de Bámbole

○ Desprendimientos

Escala, 1:100.000

## 5. ZONA 2. CUENCA DE CALATAYUD

### 5.1. DESCRIPCION ESTRUCTURAL

Ocupa la Cuenca de Calatayud una extensa depresión bordeada por materiales Paleozóicos. Los materiales que afloran, de edad miocena, se caracterizan por la existencia en la base de un potente nivel yesífero, por la presencia de cambios laterales de facies y, de un potente Pliocuaternario.

Los materiales muestran un suave buzamiento general, hacia el centro de la cuenca.

No existen grandes estructuras, aunque si una cierta tectónica de detalle, que afecta fundamentalmente al nivel yesífero basal, en el que parece existir un cierto desarrollo de los fenómenos diapíricos.

Los ríos Jalón, Jiloca, y Perejiles, discurren por anchos valles, que reciben arroyos de régimen torrencial.

La topografía es suave y alomada; destacan los niveles calizos del Mioceno superior, que originan mesas muy típicas.

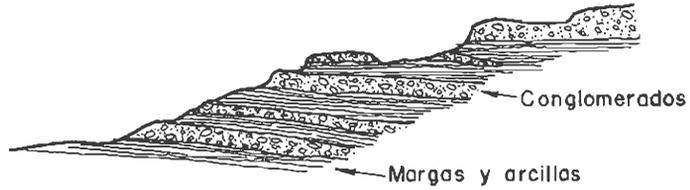
En el nivel basal yesífero se desarrolla un notable abarrancamiento.

### 5.2. GRUPOS GEOTECNICOS

#### 4a. Alternancia irregular de margas, conglomerados y arcillas

Aspectos Geomorfológicos. El presente grupo, origina un relieve algo escalonado, en el que destacan los niveles de conglomerados, más resistente a la erosión, sin embargo, en general no se dan pendientes superiores a los 50°.

Litología. Margas y arcillas de color rojo-asalmonado, entre los cuales se intercalan niveles discontinuos, de conglomerados heterométricos, que pueden alcanzar potencias hasta de 1 m.



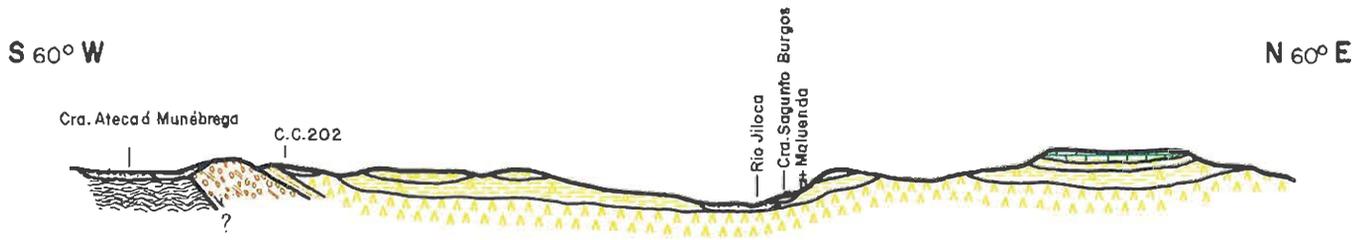
Este grupo sólo aflora en el borde este de la Zona.

Su potencia es del orden de los 70 m.

Caracteres Geotécnicos. Estabilidad moderada. Drenaje tolerable. Pueden darse desprendimientos, de poca importancia, en los bordes de los niveles de conglomerados.

# CORTE GENERAL DE LA ZONA

ESCALA APROX. 1:100.000



## COLUMNA ESTRATIGRAFICA

ESCALA APROX. 1:5.000

COLUMNA	REPRESENTACION 1:25.000	REPRESENTACION 1:100.000	EDAD
	T - T' - V	1c - 1d - 1h	CUATERNARIO
	A - A' - D	1a - 1b - 1e	
	CBGC - Ar(Qm) - CGC(4)	2a - 2b - 2c	PLIO-CUATERNARIO
	Qc (Qm Qc)	3 a	MIOCENO
	Qm Qc	3 b	
	Qm · Ar	3 c	
	Qm · Dc · Ar	4 a	OLIGOCENO
	Mp · Mg · Mq	8 j	CAMBRICO
	Qc	3 d	MIOCENO
	Qm · Ar · Dr	3 f	
	Qm (Qy)	3 g	
	Qy (Qm)	3 h	
	Qm (Ar + Dr) - Ar · Qm(Qy)	3j - 3i	OLIGOCENO
	Dc (Qm + Ar)	4 b	
Mp (Da + Mq)	8 d	CAMBRICO	

#### **4b. CONGLOMERADOS CON ALGUNOS NIVELES DE MARGAS Y ARCILLAS ROJAS**

*Aspectos Geomorfológicos.* Destaca este grupo en la topografía, dando al norte de la Carretera Nacional II, taludes verticales, en los que se suelen dar desprendimientos de grandes bloques.

*Litología.* Conglomerados rojizos, constituidos por cantos bien rodados, cuyo tamaño oscila, entre 4 y 25 cm. En la parte superior se intercalan niveles discontinuos de margas y arcillas rojas.

Este grupo sólo aflora en el borde oeste de la zona, donde llega a alcanzar los 50 m de potencia.

*Caracteres Geotécnicos.* Buen drenaje y, estabilidad moderada, existiendo peligro de desprendimiento.



*Nivel de conglomerados. Cra. Nacional II, km 222,5*

### 3j. Margas con niveles intercalados de arcillas y arenas

Aspectos Geomorfológicos. Este grupo ofrece poca resistencia a la erosión lineal, existiendo un neto contraste con el grupo anteriormente descrito.

Litología. Comienza el grupo con arenas de grano grueso. Siguen arenas y margas, aumentando el contenido en éstos, hasta pasar a margas blancas y asalmonadas, con pequeños lechos intercalados de arcillas rojas.

La potencia del grupo oscila entre 15 y 25 m.

Caracteres Geotécnicos. Drenaje sólo tolerable entorpecido por la existencia de una topografía poco quebrada.

Estabilidad mediana, existiendo desprendimientos en la base del grupo.

### 3i. Arcillas y margas con alguna intercalación esporádica, de yesos

Aspectos Geomorfológicos. Este grupo, aflora sólo al oeste de Terrer, destacando netamente sobre el nivel infrayacente. Su buzamiento es hacia el este.

Litología. Margas y arcillas, blancas y asalmonadas, entre las que se intercalan finos lechos de yesos cuya potencia es del orden de 1 cm.

Su potencia es del orden de los 25 m.

Caracteres Geotécnicos. Buen drenaje. Estabilidad moderada soportando taludes hasta de 45°.

Es importante resaltar la presencia de yesos.

### 3b. YESOS MASIVOS. CON ALGUNOS PEQUEÑOS NIVELES MARGOSOS

*Aspectos Geomorfológicos.* Predomina en este grupo la erosión lineal, por lo que los cursos de agua originan un notable abarrancamiento, el resultado es la existencia de talweg estrechos y profundos, e interfluvios amplios de relieve suave y alomado.

*Litología.* Yesos masivos de color blanco, bien estratificados, mostrando estructuras de detalle. Existen pequeños niveles discontinuos de margas verdosas, más frecuentes en la parte superior del grupo, no superando nunca los 10 cm de potencia.

*La potencia es del orden de los 50-60 m.*

*Caracteres Geotécnicos.* Este grupo posee elevada importancia geotecnia, dadas las características de los yesos: agresividad, disolución, fluidez, poca resistencia o esfuerzos cortantes y puntuales, posibilidad de cavidades internas como consecuencia de disoluciones (karst). Por otra parte en los taludes superiores a 70° son frecuentes los desprendimientos de grandes bloques.



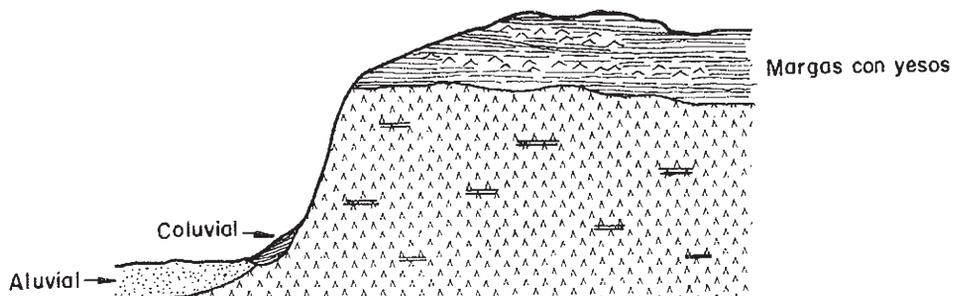
*Estructuras de detalle en el nivel yesífero. Cra. Comarcal 202, km 8*

### 3g. Margas con algunas intercalaciones de niveles yesíferos

Aspectos Geomorfológicos. Un relieve suave y alomado, que contrasta netamente con los yesos infrayacentes, caracteriza al presente grupo.

Litología. Margas blanco-verdosas, con finos lechos de yesos blancos fibrosos, pudiendo aflorar pequeños niveles aislados, de arenas silíceas.

La potencia oscila entre 25 y 30 m.

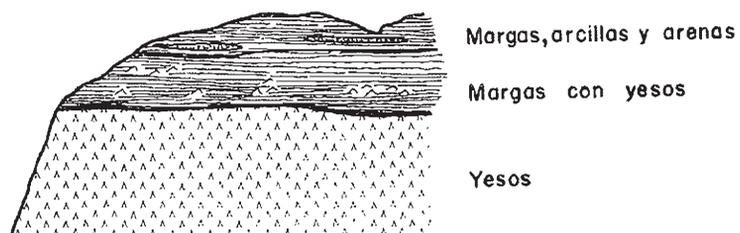


Caracteres Geotécnicos. Buen drenaje. Estabilidad moderada, no existiendo taludes naturales, superiores a  $50^{\circ}$ . La presencia de yesos, reviste menor importancia que en el grupo anterior.

### 3f. Alternancia irregular de margas, arcillas y arenas

Aspectos Geomorfológicos. El relieve a que da lugar este grupo, es suave y alomado, diferenciándose del grupo anterior por la existencia de taludes naturales algo más pronunciados.

Litología. Margas y arcillas, rojas, asalmoadas y blancas, con niveles intercalados de modo discontinuo, de arenas gruesas.



Potencia del orden de los 20 m.

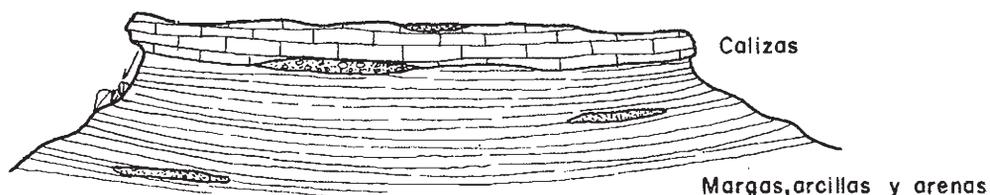
Caracteres Geotécnicos. Drenaje, tolerable o bueno.

La estabilidad del grupo es mala, no se observan taludes naturales superiores a 50°.

Los niveles arenosos, al impregnarse de agua pueden facilitar los deslizamientos.

### 3d. Calizas oquerosas

Aspectos Geomorfológicos. Ocupan estas calizas, las cotas más altas de la Zona, dando lugar a típicas mesas.



Litología. Comienza el grupo, con un nivel discontinuo y poco potente de conglomerados, heterométricos. Siguen calizas blancas o que rosas en bancos de 30-40 cm, cuya potencia máxima es de 4 m.

Caracteres Geotécnicos. Buen drenaje. Son frecuentes los descaldes y, como consecuencia, los desprendimientos en los bordes de los afloramientos.

### 3c. Alternancia irregular de margas y arcillas

Aspectos Geomorfológicos. Margas y arcillas ofrecen baja resistencia a la erosión lineal, sufriendo un notable abarrancamiento.

Litología. Margas y arcillas rojas y asalmonadas. Esporádicamente afloran algunos niveles detríticos cuya potencia es inferior a 30 cm.

La potencia del grupo es del orden de los 40 m.

Caracteres Geotécnicos. Drenaje bueno o tolerable. Soporta taludes hasta de 45°.

### 3b. Margocalizas

Aspectos geomorfológicos. La distribución en bancos y, la diferente resistencia a la erosión de los mismos da lugar a un relieve escalonado. Predomina la erosión lineal.

Litología. Margocalizas blancas, grisáceas y asalmonadas, distribuidas en bancos de 20-60 cm. Hacia arriba se van haciendo más calizas.

La potencia del grupo es de 70-80 m.

Caracteres Geotécnicos. Buen drenaje y estabilidad, caracterizan el grupo. Su excavación se puede efectuar con maquinaria.

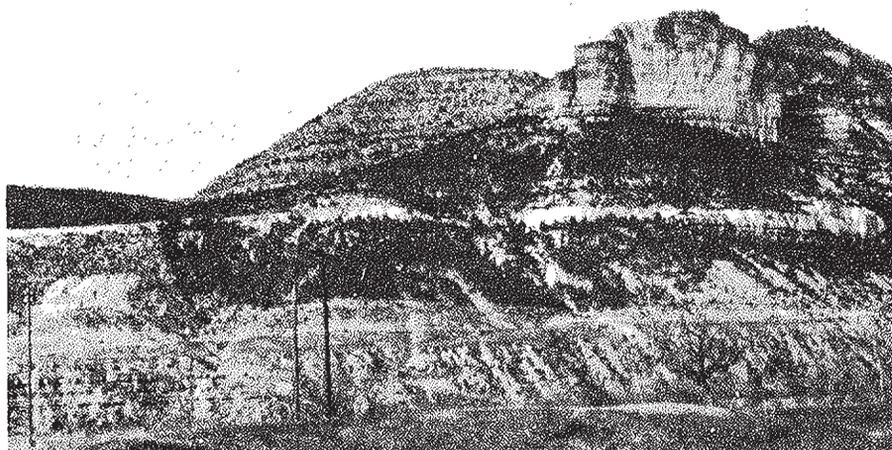
### 3a. CALIZAS Y MARGOCALIZAS

*Aspectos Geomorfológicos.* Este grupo da grandes resaltes topográficos, dado que ofrece mayor resistencia a la erosión que el nivel infrayacente. Suele aflorar en los puntos más elevados del sector norte de la Zona.

*Litología.* Margocalizas blancas y asalmonadas, distribuidas en bancos de 20 a 50 cm y, calizas blancas oquerosas de color grisáceo en bancos de 40-60 cm.

*La potencia del grupo es del orden de los 60 m.*

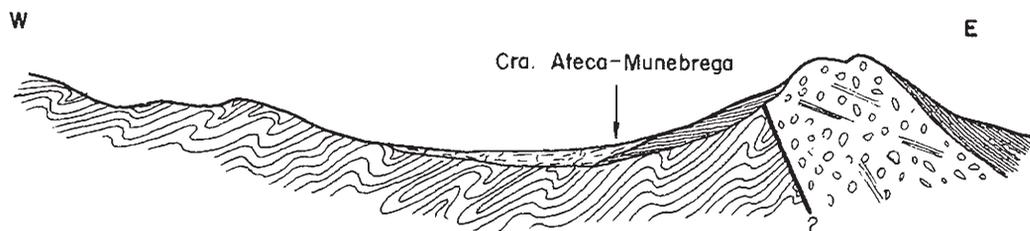
*Caracteres Geotécnicos.* Buen drenaje y estabilidad, soportando taludes verticales. Se originan descalces como consecuencia de la erosión diferencial.



*Mioceno del Ventorrillo. De abajo hacia arriba:  
margas y arcillas, margocalizas, y calizas y margocalizas.*

## 2c. Gravas y finos algo compactados

Aspectos Geomorfológicos. Aflora este grupo en los bordes este y oeste de la Zona, originando un relieve suave.



Litología. Gravas mal graduadas con elevado contenido en finos. Hacia el este disminuye el tamaño de los cantos, aumentando el contenido en finos.

Caracteres Geotécnicos. Soporta taludes

hasta de 60°. Su drenaje es aceptable, favorecido por su elevada permeabilidad.

## 2b. Arcillas, con algunos niveles margosos

Aspectos geomorfológicos. Este grupo sólo aflora en el borde oeste de la Zona, en el contacto Paleozóico Oligoceno. Sufren un notable abarrancamiento.

Litología. Arcillas y margas rojas, que aumentan de potencia hacia el sur, pudiendo alcanzar los 20 m de potencia en los alrededores de Munébrega.

Caracteres Geotécnicos. Mala estabilidad, no soportando taludes superiores a 45°. Su drenaje es malo, sobre todo en las depresiones. Baja resistencia a la erosión lineal.

**2a. PLIOCUATERNARIO, CONSTITUIDO POR BOLOS Y GRAVAS**

*Aspectos Geomorfológicos.* Aflora, este grupo, en el extremo noreste de la zona, en clara discordancia sobre el Paleozóico. Predomina la erosión lineal.

*Litología.* Bolos y gravas, poco rodados y con marcada heterometría; estos bolos y gravas proceden de la erosión de los niveles Paleozóicos. La matriz, de color rojizo, la constituyen arcillas y limos.

*Caracteres Geotécnicos.* El presente grupo, posee un bajo grado de cohesión, por lo que su estabilidad es deficiente, no soportando taludes superiores a 50°. Su drenaje es excelente.

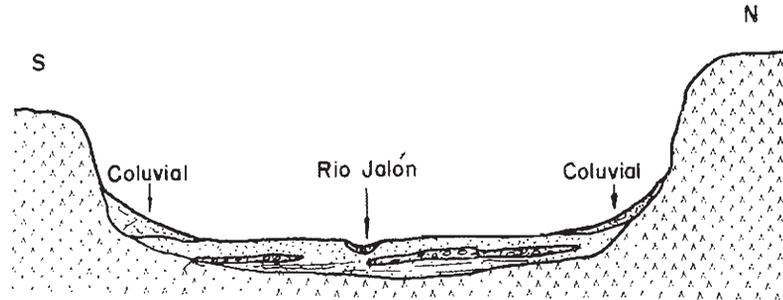


*Pliocuatrnario. Cru. Nacional II, km 245*

### 1a. Aluviales en que predominan los finos

Aspectos Geomorfológicos. Estos aluviales, ocupan los valles, del Jalón, Jiloca y Perejiles. Son amplios valles por los que discurren ríos de poco caudal excavando en sus propios aluviales.

Litología. Predominan los elementos finos: arcillas y limos, de colores blancos y grisáceos. Las gravas aparecen en forma de pequeños lentejones, aislados.

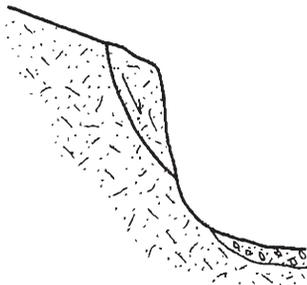


Caracteres Geotécnicos. Mediana estabilidad dado que el nivel freático es poco profundo; sus oscilaciones afectarán a las construcciones realizadas sobre él. El drenaje es mediano existiendo zonas donde se producen encharcamientos.

Se producen asentamientos diferenciales, acentuándose esta característica por la presencia del nivel yesífero como base del aluvial. Como consecuencia las estructuras edificadas sobre este grupo resultan afectadas en alto grado, tal como ha ocurrido con el puente situado a la salida de Calatayud que ha sido preciso abandonarlo.

### 1b. Aluviales de gravas y finos

Aspectos Geomorfológicos. Afloran estos aluviales, en el cauce del Río Bámbola principalmente, constituyendo graveras, en algunos puntos.



Litología. Gravas bien rodadas, y en ocasiones bolos, englobados en una matriz rojiza de limos y arcillas. Los finos pueden llegar a constituir el 35 por 100 del total.

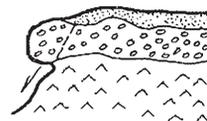
Caracteres Geotécnicos. Buen drenaje y estabilidad moderada. Se dan desplomes para taludes superiores a  $70^{\circ}$ .

### 1c. Terrazas cementadas

Aspectos Geomorfológicos. Casi toda la margen derecha del valle

del Jalón, aparece ocupada por estas terrazas que afloran directamente sobre el nivel yesífero basal, dando lugar a un pequeño escalón.

Litología. Gravas bien rodadas y, cementadas cuyo tamaño oscila entre 4 y 20 cm, procedentes de los niveles paleozóicos.



Caracteres Geotécnicos. Buen drenaje y estabilidad. En algunos puntos se originan pequeños descalces.

#### 1d. Terrazas en que predominan los finos

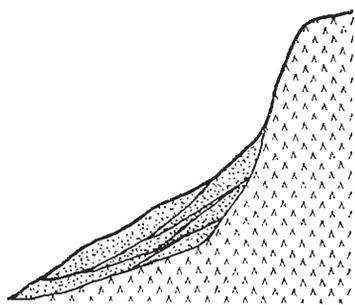
Aspectos Geomorfológicos. En la margen izquierda del arroyo de Valdeamargos, existen pequeñas terrazas, que dan lugar a escalones sobre los aluviales de dicho arroyo.

Litología. Terrazas constituídas esencialmente por elementos finos, limosos y arcillosos.

Caracteres Geotécnicos. Buen drenaje y estabilidad aceptable.

#### 1e. Conos de deyección

Aspectos Geomorfológicos. Son frecuentes los conos de deyección, en las laderas de los valles de la Zona, destacando el de Calatayud.



Litología. Predominio absoluto de elementos finos, procedentes de la erosión de los niveles del Mioceno.

Caracteres Geotécnicos. Buen drenaje. Estabilidad deficiente, dado que existe cierta tendencia al deslizamiento y un nivel freático poco profundo.

### *1f. COLUVIALES EN QUE PREDOMINAN LOS FINOS*

*Aspectos Geomorfológicos. Aparecen estos coluviales, al pie de los escarpes de los valles del Jalón, Jiloca, y Perejiles, sellando el contacto entre aluviales y niveles yesíferos.*

*Litología. Predominan los elementos finos, procedentes de la erosión de los niveles yesíferos. Son arcillas y limos con elevada proporción de yesos.*

*Caracteres Geotécnicos. Drenaje excelente, por su situación topográfica. Estabilidad deficiente, existiendo cierta tendencia a deslizarse.*



*Coluviales y desprendimientos en el nivel yesífero. Cra. Nacional II, km 234*

#### 1h. Eluviales constituidos por finos

Aspectos Geomorfológicos. Los eluviales, alcanzan grandes extensiones en los sectores norte, noreste, sur y oeste de la Zona, dando lugar a relieves suaves.

Litología. Constituyen los eluviales, productos de meteorización de los niveles infrayacentes, predominando arcilla y limos.

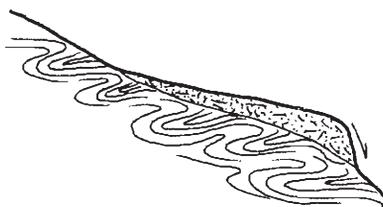
Caracteres Geotécnicos. Drenaje malo o tolerable. Estabilidad deficiente.

#### 1i. Eluviales de finos y gravas

Aspectos Geomorfológicos. Afloran en los bordes este y oeste de la Zona, dando relieves suaves.

Litología. Gravas poco rodadas con elevado porcentaje en finos.

Caracteres Geotécnicos. Buen drenaje y estabilidad deficiente.



### 5.3. RESUMEN DE LA ZONA

En la Zona 2 se pueden presentar problemas geotécnicos muy variados y de gran envergadura.

El nivel yesífero es el más importante, desde el punto de vista geotécnico. Son frecuentes los desprendimientos de grandes bloques, tal como se puede observar a lo largo de la carretera de Sagunto-Burgos entre los km 31 a 22. Otros problemas se pueden desarrollar como consecuencia de la baja resistencia y esfuerzos puntuales y cortantes, agresividad, fluidez, efectos de disolución (cavidades subterráneas) posibles asentamientos diferenciales, etc.

El grupo Qm (Qy), margas con yesos, sigue en importancia al anterior, dando lugar a problemas de similar naturaleza aunque de menor envergadura.

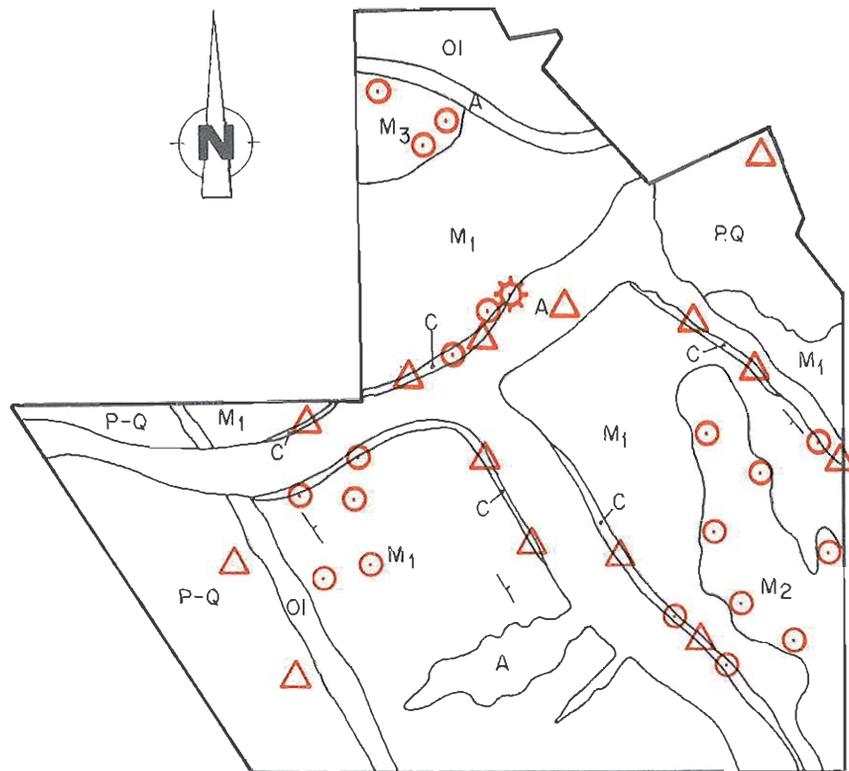
Los niveles pliocuaternarios, pueden originar algunos problemas de estabilidad, aunque generalmente, no de gran importancia.

Los aluviales poseen un elevado interés, tanto por su extensión, como por la existencia de un nivel piezométrico poco profundo, cuya

yas oscilaciones pueden afectar notablemente estructuras edificadas sobre él. Posee gran importancia el desarrollo de asentamientos deferenciales.

Los restantes grupos geotécnicos, definidos en la presente Zona, no darán lugar a grandes problemas. Por otra parte la topografía es relativamente suave, pudiéndose aprovechar los valles para el trazado de vías de comunicación.

## CUADRO RESUMEN DE LA ZONA



- ▼ C Coluvial
- ▼ A Aluvial
- P-Q Pliocuaternalio
- M<sub>3</sub> Mioceno del Ventorrillo
- M<sub>2</sub> Mioceno arcilloso y calizo
- ▼▼ M<sub>1</sub> Mioceno yesífero
- Ol Oligoceno

△ Zona peligrosa

○ Desprendimientos

⚙ Deslizamientos

▼ Grupos que pueden originar problemas geotécnicos

▼▼ Grupos que pueden originar problemas geotécnicos muy acusados

Escala, 1:200.000

## 6. ZONA 3. MONTAÑAS DE ATECA

### 6.1. DESCRIPCION ESTRUCTURAL

Se caracteriza esta Zona, por el predominio absoluto de materiales de edad paleozóica.

La dirección general, de los pliegues es N 40° W resultando afectados por pequeñas fallas normales de dirección N 45° E y N 40° W.

Los materiales, muestran un buzamiento regional hacia el oeste, con pequeños repliegues, entre los que destaca el sinclinal de Bubierca.

El relieve, aunque fuerte es de perfiles suaves, destacando los niveles cuarcíticos, más resistentes a la erosión.

Predomina la erosión lineal, encajándose los cursos de agua en los niveles pizarrosos. Estos ríos han experimentado un descenso general del nivel de base, por lo que actualmente excavan en sus propios aluviales.

### 6.2. GRUPOS GEOTECNICOS

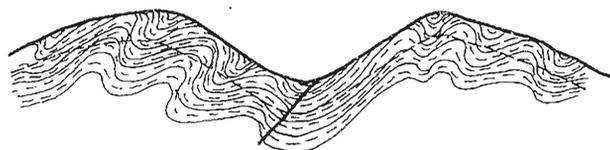
8d. Pizarras con niveles de cuarcitas y areniscas

Aspectos Geomorfológicos. Este grupo muestra un relieve uniforme y suave.

Litología. Agrupamos en el presente apartado los dos grupos basales descritos en la Memoria 1:25.000. Comienza con pizarras algo arcillosas, azuladas y verdosas, con algunos niveles de areniscas micáceas y cuarcitas arenosas algo compactadas y duras.

Hacia arriba aumentan las intercalaciones cuarcíticas.

La potencia total es del orden de 800 m.



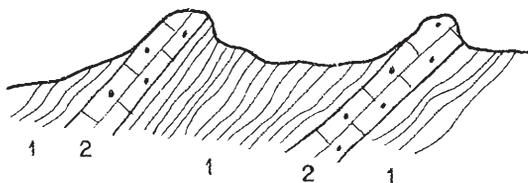
Zona meteorizada

Caracteres Geotécnicos. El grupo posee neta permeabilidad, por fisuración, hasta unos 7 m,

de profundidad. Su estabilidad es buena, excepto en zonas limitadas donde existen fuertes replegamientos.

### 8c. Pizarras con potentes bancos de cuarcitas

Aspectos Geomorfológicos. Relieve fuerte, de perfiles suaves, en el que destacan crestones correspondientes a los niveles cuarcíticos.



1 Pizarras  
2 Cuarcitas

Litología. Son pizarras azuladas y grises con finas bandas de areniscas y cuarcitas, destacando potentes niveles de cuarcitas de color verde claro algo micáceas.

La potencia es del orden de los 700 m.

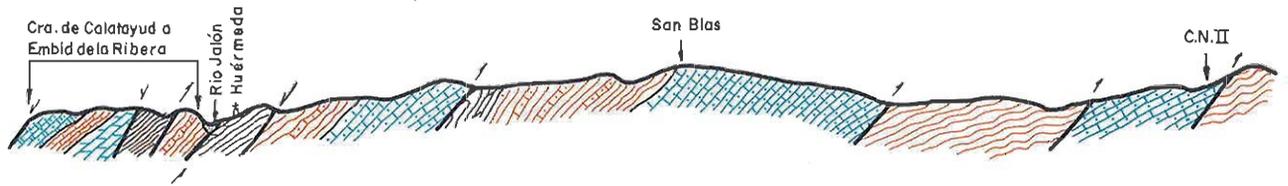
Caracteres Geotécnicos. Buena estabilidad y drenaje excelente. Se producen filtraciones, de poco volumen, en el contacto pizarras-cuarcitas debidas a cambios de permeabilidad.

# CORTE GENERAL DE LA ZONA

ESCALA APROX. 1:50.000

S 45° W

N 45° E



## COLUMNA ESTRATIGRAFICA

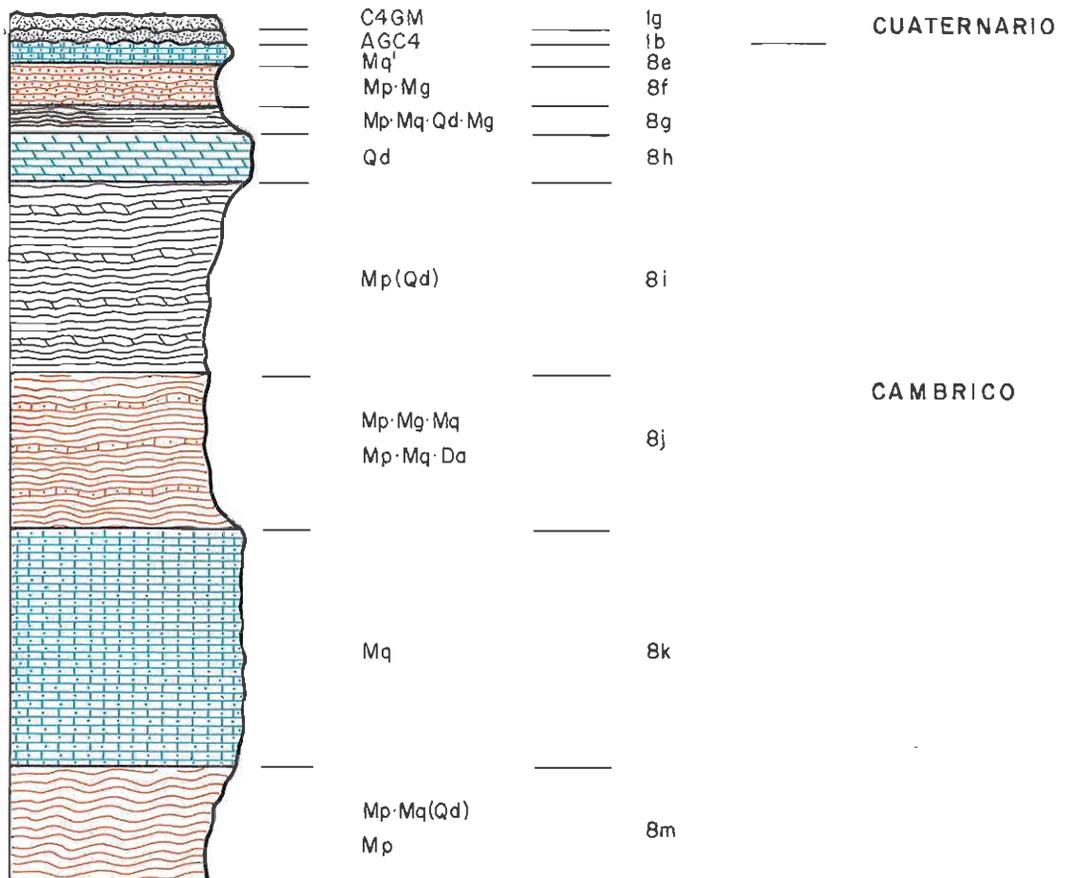
ESCALA APROX. 1:10.000

COLUMNA

REPRESENTACION  
1:25.000

REPRESENTACION  
1:100.000

EDAD



8b. PIZARRAS CON ALGUNOS NIVELES INTERCALADOS DE GRAUWACAS, CUARCITAS Y ARENISCAS

*Aspectos Geomorfológicos.* Caracteriza a este grupo, un relieve uniforme y suave, sin grandes resaltes, y en el que predomina la erosión lineal. Son frecuentes los repliegues de poca envergadura.

*Litología.* Pizarras arenosas, azules y grisáceas, con intercalaciones, poco potentes, de cuarcitas, grauwas y areniscas. Son frecuentes las vetas de sílice, perpendiculares a la estratificación con potencias hasta de 40 cm.

*Potencia del orden de los 700 m.*

*Caracteres Geotécnicos.* Estabilidad mediana, existiendo tendencia al deslizamiento cuando coinciden pendiente natural y buzamiento. En las excavaciones de túneles, efectuadas, se produjeron frecuentes desprendimientos.

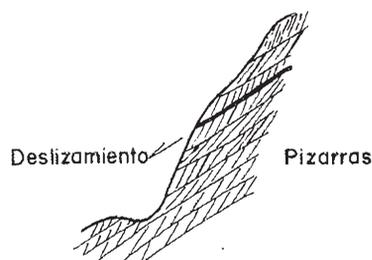


*Veta de sílice en las pizarras. Cra. Nacional II, km 215*

### 8a. Pizarras y cuarcitas

Aspectos Geomorfológicos. Este grupo da lugar a un relieve suave y uniforme. La red fluvial es dendrítica y de escaso caudal.

Litología. Comienza con una alternancia regular de pizarras, de colores gris-verdosos azulados y marrones, algo arcillosas y, cuarcitas de color gris blanco o verde blanco, en bancos de 20 cm. Hacia arriba la frecuencia de bancos cuarcíticos es menor, predominando las pizarras.



La potencia es del orden de los 700 m.

Caracteres Geotécnicos. Buena estabilidad y drenaje. Sólo existe algún peligro de deslizamientos, de poco volumen, en zonas con fuerte replegamiento.

### 4c. Conglomerados cementados en la base

Este grupo se describirá con detalle al tratar de la Zona 4.

### 3d. Calizas oquerosas

Han sido descritas en la Zona 2.

Ambos grupos afloran, en discordancia sobre el Paleozóico en el Sector oeste de la Zona.

### 1b. Aluviales de gravas y finos

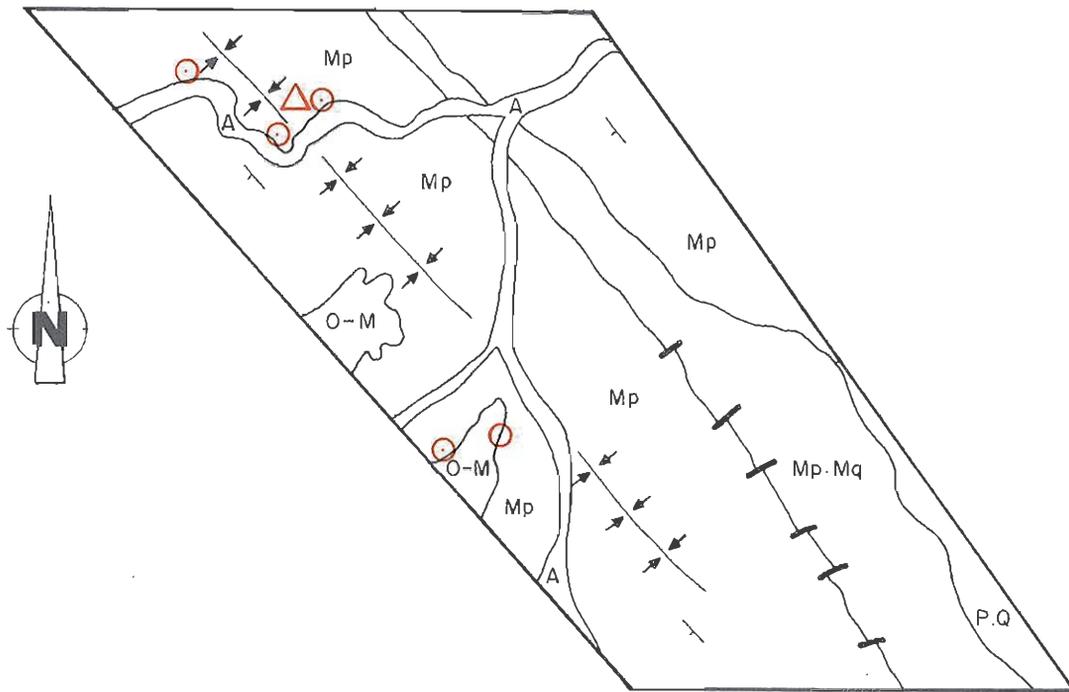
Aspectos Geomorfológicos. Ocupan estos aluviales, los cauces de los ríos de la Zona, alcanzando su máxima extensión en el Jalón.



Litología. Son gravas mal graduadas y rodadas, con elevado contenido en finos, procedentes de los niveles paleozóicos. En los cursos altos los cantos son menos elaborados y más angulosos, variando el tamaño en

entre 30 y 40 cm.

# CUADRO RESUMEN DE LA ZONA



- A Aluvial
- P.Q Pliocuaternario
- O-M Oligoceno Mioceno
- Mp.Mq Pizarras y potentes cuarcitas
- Mp Niveles pizarrosos

△ Zona peligrosa

○ Desprendimientos

Escala, 1:100.000

Caracteres Geotécnicos. Buen drenaje y estabilidad mediana, originándose desplomes cuando se producen taludes próximos a la vertical.

### 6.3. RESUMEN DE LA ZONA

La principal característica de la Zona, es la existencia de un relieve fuerte, aunque de formas suaves, siendo precisamente el relieve el problema fundamental en el trazado de vías de comunicación.

Los grupos litológicos, que afloran en la Zona, no darán lugar a grandes problemas geotécnicos excepto el grupo superior (pizarras y cuarcitas) donde se han observado pequeños desprendimientos. Indicaremos que las zonas de fuertes repliegues pueden dar lugar a desplomes y desprendimientos en caso de realizarse excavaciones para túneles.

## 7. ZONA 4. CUENCA DE ALHAMA DE ARAGON

### 7.1. DESCRIPCION ESTRUCTURAL

La Zona que vamos a considerar, es la de mayor extensión dentro de la presente Memoria.

Estructuralmente es una Cuenca miocena, bordeada por materiales mesozóicos. El caracter principal que la diferencia de la Cuenca de Calatayud, es la ausencia de niveles yesíferos.

Los bordes de la Zona los constituyen materiales Mesozóicos y Oligocenos, que se hunden bajo el Mioceno, bien por la acción de fallas normales, bien como resultado de fuertes buzamientos.

En los materiales antemiocenos, predomina una tectónica de plegamiento, mostrando una dirección general  $N 40^{\circ} W$  en el sector de Alhama de Aragón y  $N 80^{\circ} W$  en el sector de Truecha. El resultado es un fuerte relieve.

El Mioceno muestra una disposición pseudohorizontal, con frecuentes cambios laterales de facies y potencias. Los niveles detríticos poseen una disposición arrítmica y discontinua, por lo que consideramos que su origen es continental y relacionado con paleocauces.

### 7.2. GRUPOS GEOTECNICOS

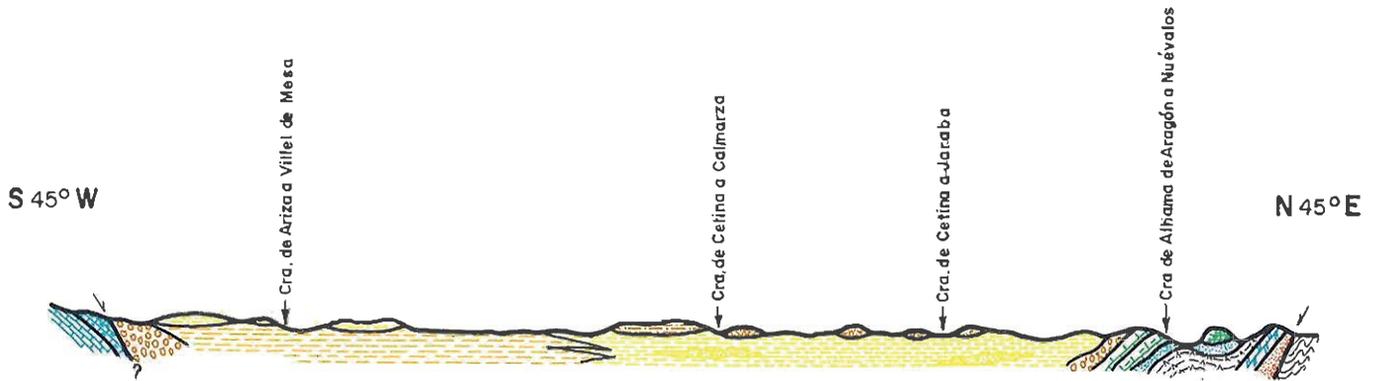
#### 7c. Areniscas micáceas rojas

Aspectos Geomorfológicos. Este grupo aflora en neta discordancia sobre el Paleozoico. Ofrece menor resistencia a la erosión que los niveles entre los que aflora, por lo cual los cursos de agua suelen profundizar por este nivel.

Litología. Comienza el grupo con un nivel de conglomerados (2-5 m), de naturaleza silíceo, bien redondeados y cuyo tamaño oscila

# CORTE GENERAL DE LA ZONA

ESCALA APROX. 1:150.000



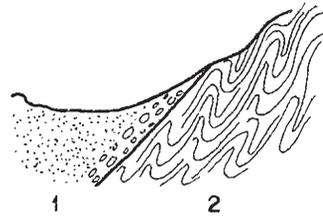
## COLUMNA ESTRATIGRAFICA

ESCALA APROX. 1:10.000

COLUMNA	REPRESENTACION 1:25.000	REPRESENTACION 1:100.000	EDAD
	A - A'	1a - 1b	CUATERNARIO
	V - C - D	1i - 1g - 1e	
	Dc · Da (Ds)	3k - 3m	MIOCENO
	Ar · Dc · Am (Qc)		
	Ar · Am (Dc + Da)	3n - 3o - 3p	MIOCENO
	Ar (Da + Am)		
	Ar · Qm (Da + Am)		
	Ar · Am · Dc · Da		
	Ar · Am · Dc		
	Ar · Am (Da + Dc)	3s - 3r	MIOCENO
	Dc (Dc + Am)		
	Dc (Am)	4c - 3q	OLIGOCENO
	Dc · Da · Ar · Am (Qm Qc)		
	Qc (Qc Qm)	5a	CRETACEO
	Qc Qm (Qc)	5b	
	Dr (Da)	5c	
	Qm Qc	6a	JURASICO
	Qc' Qm' (Qc')		
	Qc' (Qc' Qm')	6b	JURASICO
	Qm · Ar · Qy	7a	TRIAS
	Qc Qd (Qm Qc)	7b	
	Da · Ar (Dc)	7c	
	Mp (Mq)	8a	PALEOZOICO

entre 4 y 20 cms. Siguen areniscas micáceas rojas, con estratificación cruzada, con algunos niveles intercalados de arcillas rojas.

Caracteres Geotécnicos. Estabilidad y drenaje buenos. Soporta taludes hasta de  $45^{\circ}$  sin peligro de deslizamientos ni desprendimientos.



1 Areniscas  
2 Pizarras

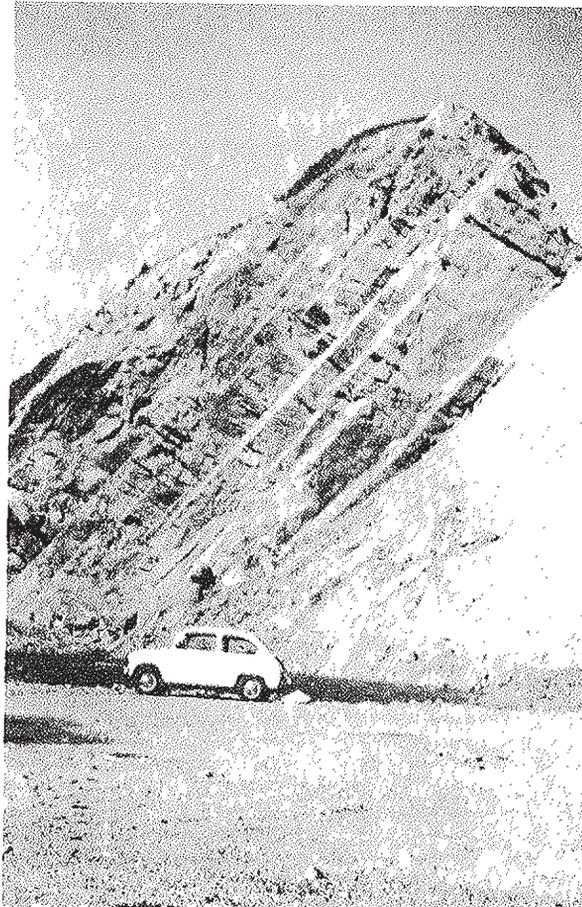
### 7b. CALIZO-DOLOMIAS

*Aspectos Geomorfológicos.* Este grupo resalta netamente en la topografía, dando crestos muy típicos.

*Litología.* Calizo-dolomías, grises y cremas, muy tenaces, distribuidas en bancos de 30 a 60 cm; en la parte superior presentan un nivel de margocalizas amarillentas, que puede alcanzar hasta 3 m de potencia.

*Potencia total* 20-25 m.

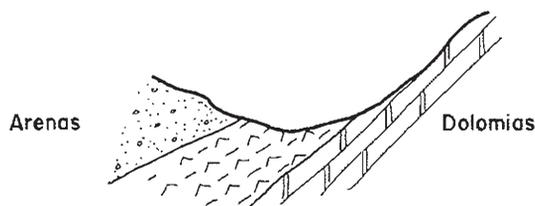
*Caracteres Geotécnicos.* Buen drenaje y estabilidad. Es un excelente material canterable.



*Cantera abandonada junto al km 209,9 de la Cya. Nacional II*

### 7a. Margas, arcillas y yesos

Aspectos Geomorfológicos. Dada la litología del grupo, la resistencia a la erosión es muy baja; aflora siempre en valles, donde los cursos de agua producen un notable abarrancamiento.



Litología. Margas y arcillas de colores diversos (azules, verdes, rojos) con elevado contenido en yesos. Termina con un nivel discontinuo de car-

niolas de 1 m de potencia.

Caracteres Geotécnicos. Tramo muy plástico con el agravante del elevado contenido en sulfatos y el estar encajado entre materiales permeables. Son, por tanto, materiales inestables, agresivos y, con aportes hídricos que permiten mantener un cierto grado de humedad en el techo y en el muro.

### 6b. Calizas con niveles de calizas margosas

Aspectos Geomorfológicos. Este grupo, y el siguiente sólo afloran en el sector de Iruecha. Su naturaleza caliza ha permitido el desarrollo de un notable Karst. Con grandes dolinas y escarpes notables.

Litología. Calizas blancas, en bancos de 40 cm - 1 m con algunos niveles intercalados de calizas margosas de color gris crema. En algunos puntos toman colores rojizos y aspecto carniolar.

Caracteres Geotécnicos. Buen drenaje y estabilidad. Su excavación necesitará el empleo de explosivos.

### 6a. Calizas margosas, con algunos niveles calizos

Aspectos Geomorfológicos. Se caracteriza el relieve de estas calizas margosas, por el desarrollo, de amplios valles de laderas, suaves, donde se producen pequeñas surgencias que pueden desaparecer al atravesar los niveles calizos infrayacentes.

Litología. Calizas margosas de color crema distribuidas en bancos de 30-50 cms; por alteración toman colores amarillentos. Dentro de

este paquete existen algunos niveles de calizas blancas.

Termina el grupo con un nivel de margocalizas (10m) de color amarillento fácilmente alterables.

Caracteres Geotécnicos. Buena estabilidad y drenaje.

#### 5d. Margas, arcillas y yesos

Aspectos Geomorfológicos. Este grupo aflora en los sectores de Alhama e Iruecha, pero solo ha sido diferenciado en el último, puesto que en el sector de Alhama se confunde con el 7 a (Keuper).

Litología. Margas y arcillas verdosas y azuladas, con niveles yesíferos, poco potentes, e indicios lignitíferos.

Caracteres Geotécnicos. Mal drenaje y estabilidad. Plasticidad elevada. La presencia de yesos supone un importante dato a considerar.

#### 5c. Arenas blancas y rojizas

Aspectos Geomorfológicos. Este grupo, se caracteriza por su escasa resistencia a la erosión lineal, por lo cual es fácilmente barrido por la acción de los cursos de agua.



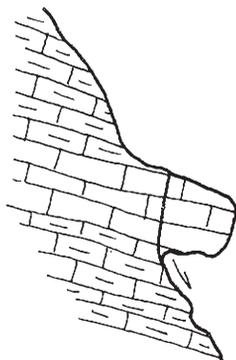
Litología. Arenas silíceas y areniscas con estratificación cruzada. Localmente muestran mineralizaciones de hierro de poca importancia.

La potencia puede llegar a los 90 m.

Caracteres Geotécnicos. Drenaje, excelente. Permeabilidad elevada. Los taludes que soportan son poco pronunciados y fácilmente destruibles por la erosión lineal.

## 5b. Calizas margosas

**Aspectos Geomorfológicos.** Destaca topográficamente, este grupo, dado que posee una resistencia a la erosión, muy superior a la del nivel infra-yacente.



**Litología.** Calizas margosas grises, distribuidas en bancos de 20-30 cms, por alteración dan lugar a suelos amarillentos.

Existen algunos niveles intercalados de calizas blancas muy duras, que pueden alcanzar hasta 7 m de potencia.

Este grupo puede alcanzar 80-90 m de potencia.

**Caracteres Geotécnicos.** Buen drenaje y estabilidad. Se pueden producir desprendimientos por descalce, en los niveles calizos.

### 5a. CALIZAS BLANCAS

*Aspectos Geomorfológicos.* La naturaleza eminentemente caliza del grupo, ha permitido el desarrollo de los fenómenos de karstificación, principalmente en el sector de Jaraba, donde existen cañones espectaculares y frecuentes grutas.

*Estas calizas destacan netamente en la topografía, dado que son más resistentes a la erosión que el grupo infrayacente.*

*Litología.* Calizas blancas de grano fino, muy tenaces, distribuidas en bancos de 40-70 cm. En la parte superior existe un nivel de calizas margosas de color gris.

*La potencia del grupo puede llegar a los 120 m.*

*Caracteres Geotécnicos.* Buen drenaje y estabilidad. Se originan desprendimientos por descalce, como consecuencia de la erosión diferencial, en el contacto con el grupo infrayacente.



*El Martillo (Alhama de Aragón). Calizas blancas, sobre calizas margosas*

#### 4c. CONGLOMERADOS, BIEN CEMENTADOS EN LA BASE

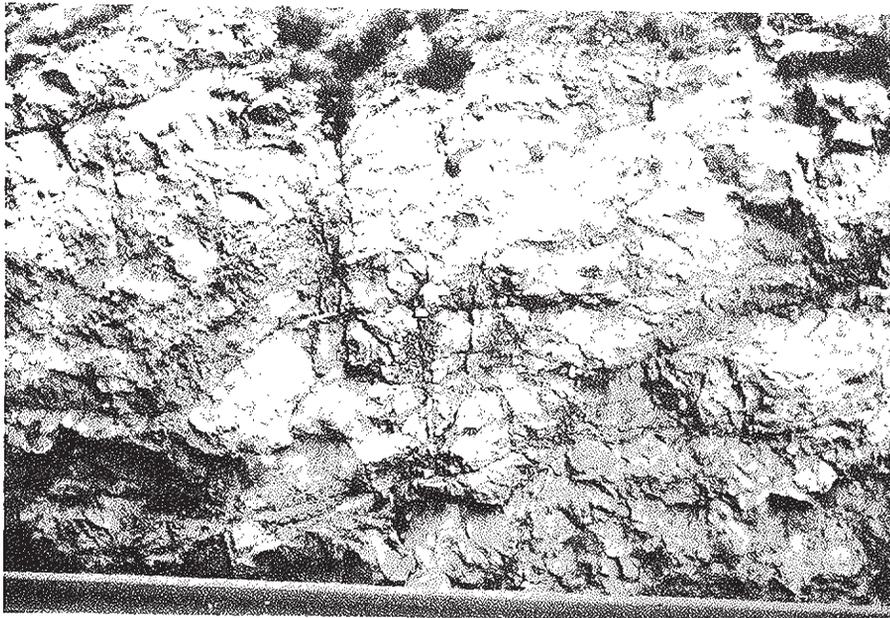
*Aspectos Geomorfológicos.* Aflora, este grupo, en neta discordancia, sobre los niveles, ya descritos del Paleozóico o Mesozóico. Los niveles basales ofrecen una fuerte resistencia a la erosión, mientras que los superiores se meteorizan con facilidad dado su escaso grado de cementación.

*Litología.* Comienza el grupo con un conglomerado heterométrico, de cantos poco rodados, de naturaleza caliza, cuyo tamaño oscila entre 10 y 40 cm; los cantos están unidos por un cemento calizo, que confiere al grupo una elevada cohesión.

Hacia arriba disminuye la cementación, apareciendo lentejones de limos rojizos, disminuyendo el tamaño de los conglomerados.

Puede alcanzar este grupo hasta 60-70 m de potencia.

*Caracteres Geotécnicos.* La base posee una excelente estabilidad. Los niveles superiores no soportan taludes superiores a 60°, existiendo peligro de desprendimientos de poco volumen.

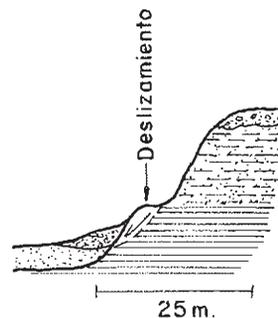


*Nivel basal de los conglomerados. Cra. Nacional II, km 206*

### 3s. Arcillas y limos rojos

Aspectos Geomorfológicos. La litología del grupo (arcillas y limos) da lugar a un relieve suave, interrumpido por pequeños barrancos.

Litología. Comienza el grupo con un nivel arcilloso de color rojo-asalmonado y, en algunos puntos verde-azulado. Hacia arriba aparecen niveles limosos, hasta dar lugar a una alternancia de arcillas y limos. En la parte superior existen algunos niveles de conglomerados.

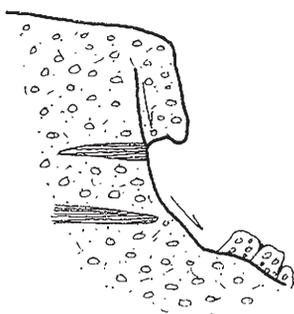


La potencia es del orden de los 100m.

Caracteres Geotécnicos. Drenaje bueno, excepto en las depresiones. Estabilidad moderada, dándose pequeños deslizamientos en la base del grupo.

### 3r. Conglomerados

Aflora este grupo en ambas márgenes del río Mesa, donde da lugar a notables escarpes.



Litología. Conglomerados heterométricos, de cantos bien rodados procedentes de los niveles del Paleozóico y, cuyo tamaño llega a los 30 cms.

Dentro de estos conglomerados existen lentejones, de arcillas y limos rojos.

Caracteres Geotécnicos. Buen drenaje. Soporta taludes verticales, aunque se suelen producir desprendimientos motivados por descalces.

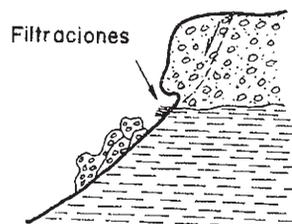
### 3q. Conglomerados, arcillas y limos

Aspectos Geomorfológicos. La principal característica de este grupo es el desarrollo de grandes barrancos, separados por amplios espacios llanos, que generalmente corresponden a niveles detríticos.

Litología. Constituye este grupo una alternancia irregular de conglomerados, arcillas, areniscas y limos con algunos niveles de margocalizas. Hacia el norte disminuyen los conglomerados, aumentando de potencia arcillas y limos.

La potencia es del orden de los 80 m.

Caracteres Geotécnicos. El drenaje del grupo varía con el contenido en arcillas y limos: en las depresiones el drenaje sólo es tolerable.



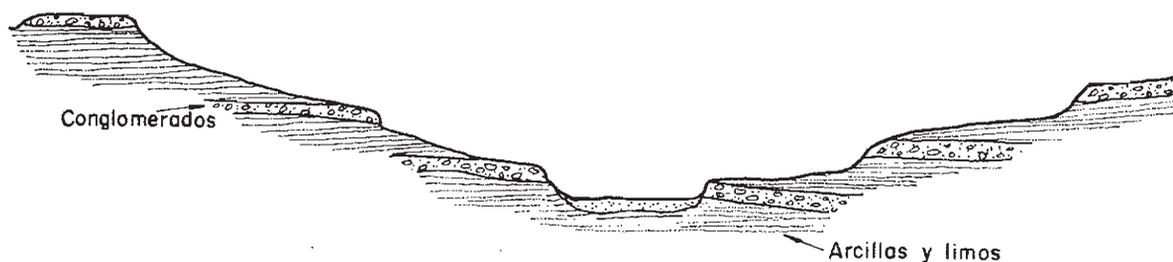
Los niveles de conglomerados sufren frecuentes desprendimientos por descalce; así mismo al pie de estos niveles se suelen dar filtraciones.

### 3p. Arcillas, limos y conglomerados

Aspectos Geomorfológicos. Relieve suave escalonado, con amplios valles por los que discurren ríos de poco caudal y régimen torrencial.

Litología. Constituye este grupo una alternancia irregular de arcillas, limos, conglomerados y areniscas. Las arcillas y limos, de colores rojos y asalmonados predominan sobre los demás materiales.

Hacia el norte aumenta la potencia de los niveles detríticos, pudiendo alcanzar hasta 8-10 m de potencia.



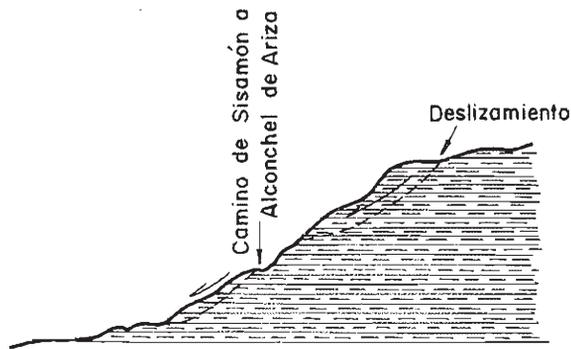
La potencia del grupo es de 130-110 m.

Caracteres Geotécnicos. Drenaje tolerable. Son frecuentes los desprendimientos en los bordes de los niveles detríticos.

Los taludes naturales no suelen ser superiores a  $45^{\circ}$ .

### 3o. Arcillas y margas

Aspectos Geomorfológicos. Relieve alomado, de laderas suaves; no existe abarrancamiento profundo, sino valles amplios de laderas suaves.



Litología. Arcillas y margas rojas y salmoadas, con niveles de areniscas y limos, las areniscas son poco potentes por lo cual no se desarrollan relieves escalonados.

Alcanza potencias hasta de 60 m.

Caracteres Geotécnicos. El predominio de arcillas y limos da lugar a un drenaje sólo tolerable, pasando a defectuoso en las depresiones y valles, donde se producen encharcamientos.

Su estabilidad es deficiente, existiendo tendencia al deslizamiento; los taludes naturales observados no superan los  $50^{\circ}$ .

### 3n. Arcillas y limos

Aspectos Geomorfológicos. La existencia de niveles duros (conglomerados) favorece el desarrollo de relieves escalonados: valles amplios de laderas suaves, limitados por pequeños escarpes que corresponden a los niveles de conglomerados.



Litología. Arcillas limosas rojas, asalmonadas y verdosas con niveles de conglomerados.

dos heterométricos y areniscas. Los niveles detríticos son relativamente compactos, alcanzando potencias hasta de 3 m.

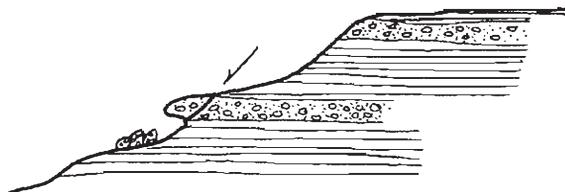
La potencia es del orden de los 60 m.

Caracteres Geotécnicos. Son frecuentes los desprendimientos en los bordes de niveles de conglomerados.

El drenaje es tolerable, llegando a ser defectuoso en los valles.

3m. Conglomerados, arcillas y limos

Aspectos Geomorfológicos. Este nivel aflora, en las cotas más altas situadas al norte de Jaraba. Los niveles de conglomerados, dan lugar a pequeñas mesetas que destacan topográficamente.



Litología. Arcillas y limos rojizos entre los que se intercalan niveles de conglomerados y areniscas, bastante sueltos, cuya potencia es de 4-6 m.

Existe un pequeño nivel calizo, que solo aflora esporádicamente al este y nordeste de Pajares de Calmarza; su potencia es de 60 cm.

La potencia del grupo puede superar los 50 m.

Caracteres Geotécnicos. Dada su situación topográfica este grupo posee buen drenaje. Su estabilidad es tolerable, existiendo posibilidades de descalces en los bordes de los niveles detríticos.

Los taludes observados en las arcillas, no son superiores a 40°.

3r. Conglomerados y areniscas

Aspectos Geomorfológicos. Este grupo dá lugar a grandes resaltes topográficos, dado que ofrece una resistencia a la erosión muy superior al nivel infrayacente; el resultado es el desarrollo de típicas mesas.

Litología. Conglomerados heterométricos (5-30 cm), poco compactos, alternando con niveles de areniscas rojizas y algunos niveles de samitas. La potencia de los conglomerados es de 4-5 m, las areniscas 1 m.



La potencia del grupo es del orden de 50 m.

Caracteres Geotécnicos. Drenaje excelente. Son frecuentes los derrumbamientos como consecuencia de descalces.

#### 1a. Aluviales con predominio de finos

Aspectos Geomorfológicos. Ocupan los valles de casi toda la Zona, siendo excavados actualmente por los cursos de agua, como consecuencia de un descenso del nivel de base.



Litología. Arcillas, y limos con pequeña proporción de gravas, que normalmente aparecen en forma de lentejones.

Caracteres Geotécnicos. Drenaje tolerable e incluso malo en zonas de poca pendiente.

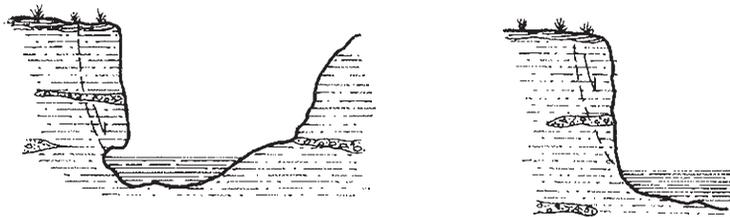
Se pueden dar desplomes para taludes verticales.

#### 1b. Aluviales de gravas y finos

Aspectos Geomorfológicos. Valles algo más estrechos que los anteriores, en los que los cursos de agua excavan en sus propios aluviales.

Litología. Gravas mal elaboradas, sobre todo en los cursos altos. Los limos y arcillas pueden llegar a constituir el 30 por ciento del total.

Caracteres Geotécnicos. Buen drenaje. Estabilidad moderada dándose desplomes por excavación de la base o por elevada impregnación de agua.



dose desplomes por excavación de la base o por elevada impregnación de agua.

#### 1d. Terrazas con predominio de finos

Aspectos Geomorfológicos. Estas terrazas dan lugar a pequeños escalones sobre los aluviales de los barrancos de Covalana y San Lazaro.

Litología. Terrazas de finos limoso-arcillosos con algunos lentejones de gravas.

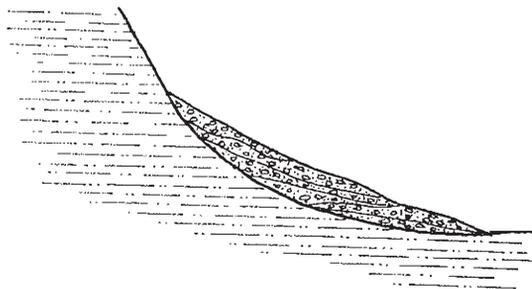


Caracteres Geotécnicos. Drenaje tolerable. Se dan desplomes para taludes verticales.

#### 1e. Conos de deyección

Aspectos Geomorfológicos. Se sitúan sobre los aluviales del valle del Jalón, confundándose, en parte, con los mismos.

Litología. Finos y gravas mal graduadas.



Caracteres Geotécnicos. Buen drenaje y deficiente estabilidad.

### 1g. Coluviales de gravas y finos

Aspectos Geomorfológicos. Se sitúan estas formaciones, al pie de grandes pendientes, no alcanzando normalmente potencias superiores a los 4 m.



Litología. Los coluviales situados en el sector de Iruecha los integran bolos y gravas poco rodadas.

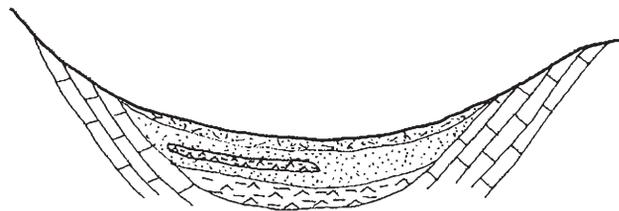
Los coluviales que aparecen sobre el mioceno, los constituyen gravas mal graduadas con elevado porcentaje en finos.

Caracteres Geotécnicos. Buen drenaje y estabilidad moderada.

### 1i. Eluviales de finos y gravas

Aspectos Geomorfológicos. Estos aluviales, recubren todos los valles del sector de Iruecha. Estos valles son de origen kárstico, al menos en parte, poseyendo laderas de pendientes acusada.

Litología. Gravas de 3-15 cm con limos y arcillas de meteorización.



 Eluvial

 Calizas

 Arenas

 Margas yesíferas

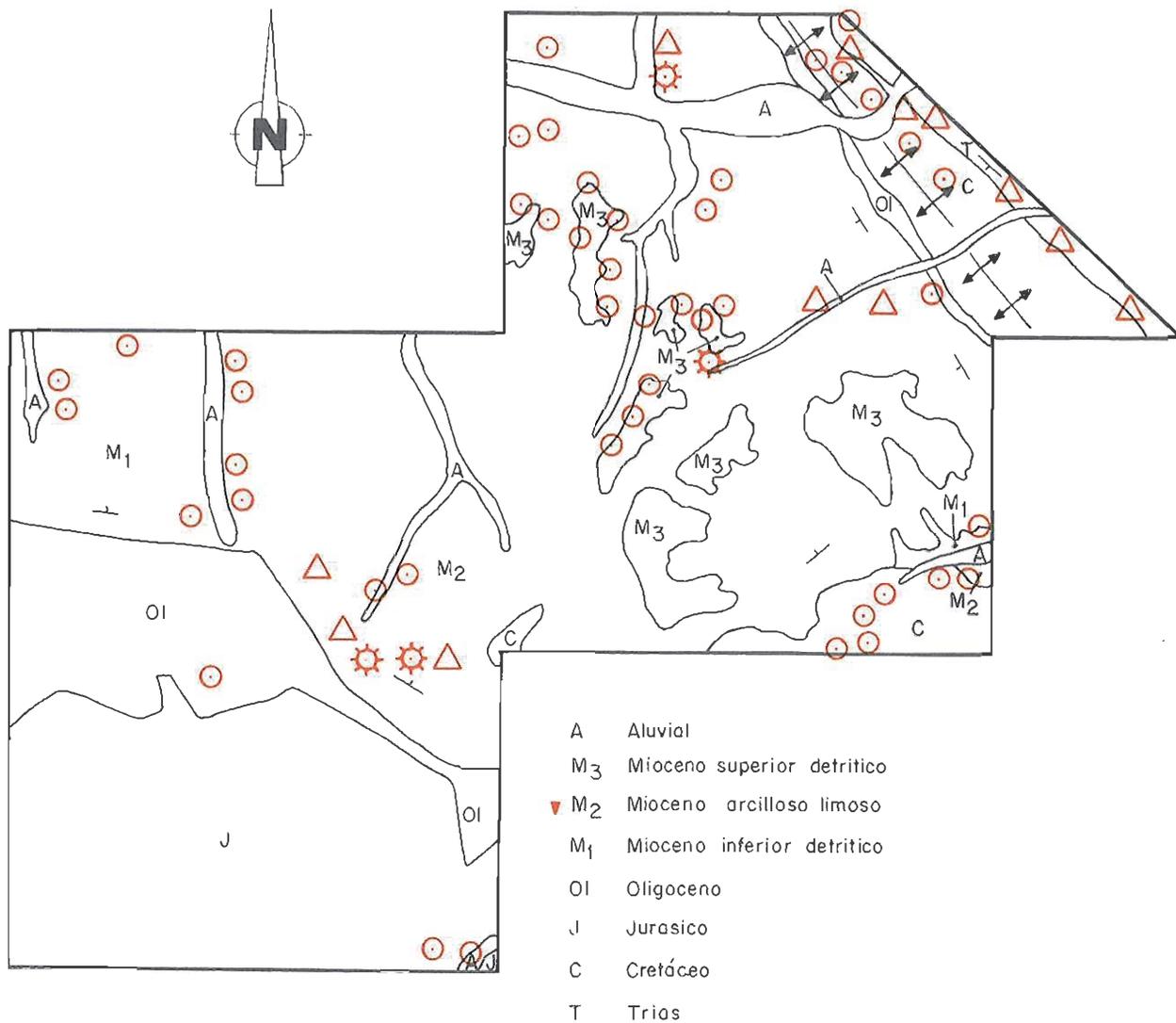
Caracteres Geotécnicos. Estos eluviales poseen estabilidad moderada, siendo su drenaje sólo tolerable dado que recubre niveles impermeables o poco permeables (margas y arcillas del Cretáceo I).

## 7.3. RESUMEN DE LA ZONA

La Zona 4, es la más extensa de las consideradas en la presente Memoria General, como consecuencia, los problemas geotécnicos, que se pueden presentar son de muy diversa índole.

Dentro del Triás, que aflora en una estrecha banda en el borde nordeste de la Zona, sólo causará problemas el Keuper, proble-

# CUADRO RESUMEN DE LA ZONA



Escala, 1:200.000

mas motivados por la presencia de yesos (agresividad) poca estabilidad, baja resistencia a esfuerzos puntuales y cortantes, drenaje deficiente etc., el hecho de aflorar el Keuper en los valles, aumenta las dificultades de drenaje, por otra parte se encuentra encajado entre niveles permeables lo cual supone aportes hídricos y, como consecuencia, elevado contenido en agua y poca estabilidad.

El nivel basal del Cretáceo (Utrillas) se confunde, en el sector de Alhama de Aragón, con el Keuper, pudiéndose diferenciar bien en el sector de Iruecha, donde da lugar a problemas similares, principalmente de drenaje, aunque en general los afloramientos son poco extensos.

El Jurásico y, los términos calizos del Cretáceo, no darán lugar a problemas de importancia, excepto el desarrollo de desprendimientos de grandes bloques en los bordes de los cañones calizos.

El terciario domina, por su extensión, el ámbito de la presente Zona. Dado su elevado contenido en arcillas y margas se puede pensar en grandes problemas geotécnicos, mas su disposición horizontal y, la presencia de niveles detriticos intercalados, que actúan como drenes, disminuyen en alto grado las posibilidades de deslizamiento.

Se han observado pequeños deslizamientos en la margen derecha del Henar, aunque siempre de pequeña envergadura.

Deslizamientos de mayor volumen, se presentan junto al camino de Sisamon a Alconchel de Ariza, en el km 3,5-4: corresponden al grupo 3n (arcillas y limos).

El grupo 3m, posee cierta tendencia a deslizarse, como se pudo observar en el valle del río Valdaroque.

Respecto a los deslizamientos, indicaremos, que sólo se producen cuando algún curso de agua excava profundamente, dando lugar a fuertes pendientes, permaneciendo estables todos los grupos para pendientes naturales hasta de 40°.

Son frecuentes los desprendimientos en los bordes de niveles detriticos, aunque su volumen es inferior a 10-15 m<sup>3</sup>.

Sobre el drenaje de la Zona 4, indicaremos que es defectuoso en los valles con poca pendiente natural y, de laderas con pendientes pronunciadas, en cuyo caso se producen encharcamientos.

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

## 8. CANTERAS GRAVERAS Y PRETAMOS

En el presente apartado, describiremos las posibilidades en materiales útiles de las diferentes zonas.

### 8.1. ZONA 1

#### 8.1.1. Canteras

En la actualidad no existe ninguna explotación aunque en el pasado los niveles cuarcíticos han sido aprovechados en varios puntos.

Canteras de Cuarcitas. Son las indicadas en el mapa con los números 1, 2, 3, 4 y 5, aunque las posibilidades de explotación se pueden extender a la totalidad de los niveles cuarcíticos.

Han sido explotadas las canteras 1, 4 y 5.

Las reservas calculadas son ilimitadas.

La cantera 5 es la más pequeña correspondiéndole un volumen de 70.000 m<sup>3</sup>.

#### Canteras de Dolomías:

No se han explotado las dolomías, en ningún punto de esta Zona. La calidad del material es bueno, aunque tal vez adolece de una dureza excesiva, ya que al golpearla se escinde en lajas.

Se han señalado las canteras 6, 7, 8, 9. El volumen del material canterable oscila entre 40 y 150.000 m<sup>3</sup> por cantera.

La cantera 6 es la de mejores condiciones de explotabilidad.

### 8.1.2. Graveras

Sólo existe una gravera en la confluencia de los ríos Bámbolea y Jalón. Ha sido explotada hasta hace poco tiempo, quedando un volumen de material disponible de 10.000 m<sup>3</sup>.

La constituyen bolos y gravas, con un porcentaje del 20-25 por 100 de finos.

## 8.2. ZONA 2

### 8.2.1. Canteras de calizas

Los únicos materiales canterables, de la Zona, los constituyen las calizas del Mioceno Superior, que afloran en gran extensión en el sector sureste de la Zona.

En la actualidad se explotan, como material de ornamentación al sur de Belmonte de Calatayud, existiendo otras canteras abandonadas.

Hemos señalado esta cantera con el número 10; el volumen de material canterable se estima como del orden de los 100.000 m<sup>3</sup>. Su calidad es mediana.

### 8.2.2. Graveras

Las principales graveras, de la Zona, se encuentran en el cauce del Río Bámbolea. Hemos señalado cuatro graveras, constituídas por gravas mal graduadas y con un 20-25 por 100 de finos.

El volumen de material útil oscila entre 80.000 m<sup>3</sup> para la mayor y 15.000 m<sup>3</sup> para la menor.

Indicaremos, que la gravera principal se encuentra en explotación, siendo su coeficiente de aprovechamiento del 0,6.

### 8.2.3. Préstamos

Consideramos como material de préstamo, los afloramientos coluviales ubicados en el ángulo noreste de la Zona, junto a la C.N. II; el volumen de material útil se estima como superior a los 120.000 m<sup>3</sup>.

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

Existe la posibilidad de utilizar como material de préstamo al Pliocuaternario, de bolos y gravas, que aflora junto a la C. N. II (km 245) en el ángulo noreste de la Zona, siendo el volumen de material utilizable superior a 300.000 m<sup>3</sup>.

En el extremo oeste de la Zona, junto a la carretera de Ateca a Munébrega (km 5) aflora un extremo coluvial, utilizable como material de préstamo. Su volumen es del orden de los 60.000 m<sup>3</sup>.

### 8.3. ZONA 3

#### 8.3.1. Canteras de cuarcita

En el ámbito de la presente Zona, han sido explotados, en diversos puntos los niveles cuarcíticos.

En la actualidad no se explotan en ningún punto.

Hemos señalado sólo la cantera número 11, junto a la Carretera N. II km 218. La constituyen cuarcitas muy duras, siendo el volumen de material útil de 10.000 m<sup>3</sup>.

### 8.4. ZONA 4

#### 8.4.1. Canteras

Canteras de calizo-dolomías del Muschelkalk.

El nivel calizo-dolomítico del Muschelkalk, aflora a lo largo de todo el sector este de la Zona, habiendo sido explotado en diversos puntos. Constituyen un excelente material canterable.

Se han señalado las canteras 12, 13, 14 y 15, siendo las mejores las 12 y 15.

El volumen de material canterable es superior a 80.000 m<sup>3</sup> en las canteras 12 y 15 y del orden de los 30-40.000 m<sup>3</sup> en las 13 y 14.

Canteras de caliza:

Agrupamos en este apartado las canteras de calizas Jurásicas y Cretácicas.

Hemos señalado las canteras 16 (Alhama de Aragón) y 17 (S.

de Godajos). La cantera 16 ha sido explotada hasta hace pocos años, estimándose sus reservas en 130.000 m<sup>3</sup>.

Donde hemos señalado la cantera 17, no se ha efectuado labores de extracción, sin embargo el material es idéntico al de Alhama de Aragón, y no presentaría grandes dificultades la construcción de un acceso. El volumen de reservas se estima en 120.000 m<sup>3</sup> como mínimo.

La cantera número 18, la situamos en materiales de igual naturaleza a las anteriores, junto a la Carretera de Jaraba a Campillo de Aragón, siendo el volumen de material, superior a 100.000 m<sup>3</sup>.

Junto a la Carretera de Sta. Mariá de Huerta a Iruecha, km 32, situamos la cantera 19, en los mismos materiales que los anteriores. Su coeficiente de aprovechamiento es del 0,7 a 0,8, siendo su volumen de 100-120.000 m<sup>3</sup>, como mínimo.

Las dos últimas canteras (20 y 21) las situamos en las calizas del Jurásico. No han sido explotadas en ningún punto, tal vez por hallarse a más de 20 km de la Carretera General.

La cantera 20 se encuentra a la altura del km 37 de la antedicha carretera y la 21 a la altura del km 40. Su coeficiente de aprovechamiento es del 0,7 al 0,8, siendo su volumen útil superior a 80.000 m<sup>3</sup>.

#### 8.4.2. Graveras

La única gravera de interés es la ubicada al sur de Cetina. La constituyen gravas mal graduadas con elevado contenido en finos (30 %). Su potencia es inferior a 1 m, siendo el volumen estimado de 6.000 m<sup>3</sup>. Se explota en la actualidad de modo intermitente.

#### 8.4.3. Préstamos

Consideramos como materiales de préstamo los aluviales del Río Valdaroque, constituidos por gravas mal graduadas, con un porcentaje en finos superior al 30 por 100. Su volumen se puede estimar en 150.000 m<sup>3</sup> como mínimo.

Junto a la Cra. N. II en el km 205 aflora un extenso coluvial, utilizable como material de préstamo, constituido por gravas poco rodadas y finos, en proporción hasta del 25-30 por 100. El volumen se estima superior a 60.000 m<sup>3</sup>.

**SIGNOS**

- CONTACTO ENTRE MATERIALES
- DESPRENDIMIENTO
- ⊗ DESLIZAMIENTO
- △ ZONA PELIGROSA

**FORMACIONES CON ALGUNOS PROBLEMAS GEOTECNICOS**

**NIVELES DE DUREZA MEDIA**

 Pizarras con niveles cuarcíticos (8a,8b,8d,8f,8g,8i,8m); se desarrollan suelos limosos (ti) hasta de 1,5 m. de potencia. Se pueden originar deslizamientos a favor de los planos de estratificación. Excavación difícil por la presencia de niveles de cuarcitas.

**NIVELES BLANDOS**

 Niveles con problemas generalmente de drenaje. Arcillas y margas (3f, 3n, 3a, 3p, 3e), niveles detríticos pliocuaternarios (2a, 2b, 2c) y terrenos cuaternarios asociados poco potentes, limo-arcillosos con grava abundante (aluviales, coluviales y eluviales)

**ALUVIALES POTENTES**

 Aluviales y conos de deyección heterogeneos potentes (1a, 1b, 1e) formados por lechos de limos, gravas y arcillas. Suelos heterogeneos deformables

**FORMACIONES SIN PROBLEMAS GEOTECNICOS**

**NIVELES DUROS**

 Cuarcitas de Bámbolea (8k) y de Darocaite), dolomías cámbricas (8h) y del Muschelkalk (7c), calizas y calizas margosas (6a, 6b, 5 y 5b) y calizas del Mioceno (3a, 3d). Se caracterizan estos niveles por su elevada estabilidad y buen drenaje, presentando sólo dificultades de excavación.

**NIVELES DE DUREZA MEDIA**

 Areniscas micáceas del Buntsandstein (7c), arenas blancas del Cretáceo inferior (5c) conglomerados del Oligoceno (4a, 4b, c) y los niveles conglomératicos del Mioceno (3r, 3k, 3a).

**NIVELES POCO TENACES**

 Niveles arcilloso-limosos, estratificados con bancos detríticos (3m, 3i, 3j), sobre ellos se desarrollan suelos (1h) poco potentes (mores de 0,5 m) de características limo-arcillosas. Se incluyen en este apartado las termas cementadas (1c). Estos grupos se caracterizan por su buena estabilidad y drenaje.

**FORMACIONES CON PROBLEMAS GEOTECNICOS**

**NIVELES DE YESOS MASIVOS**

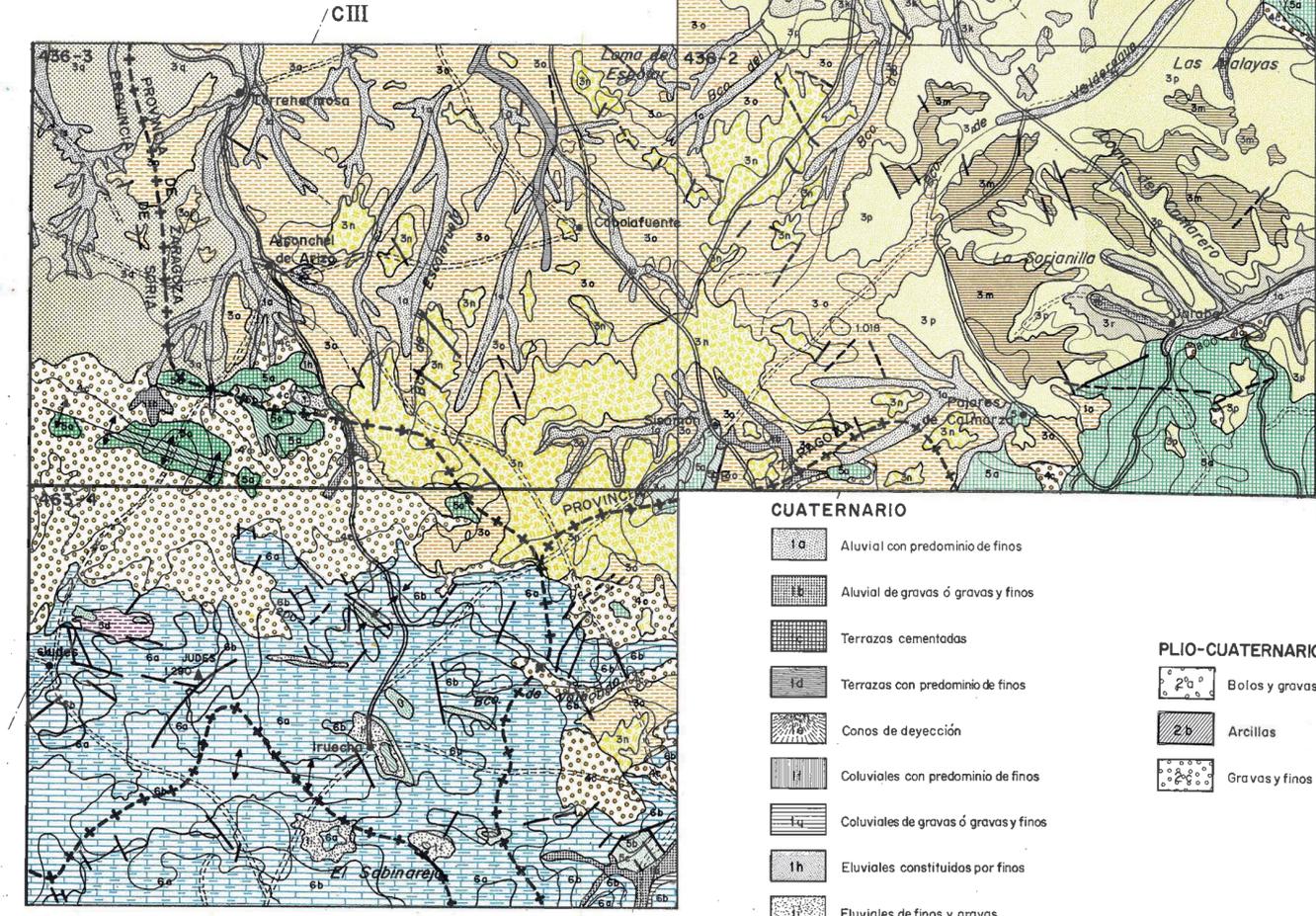
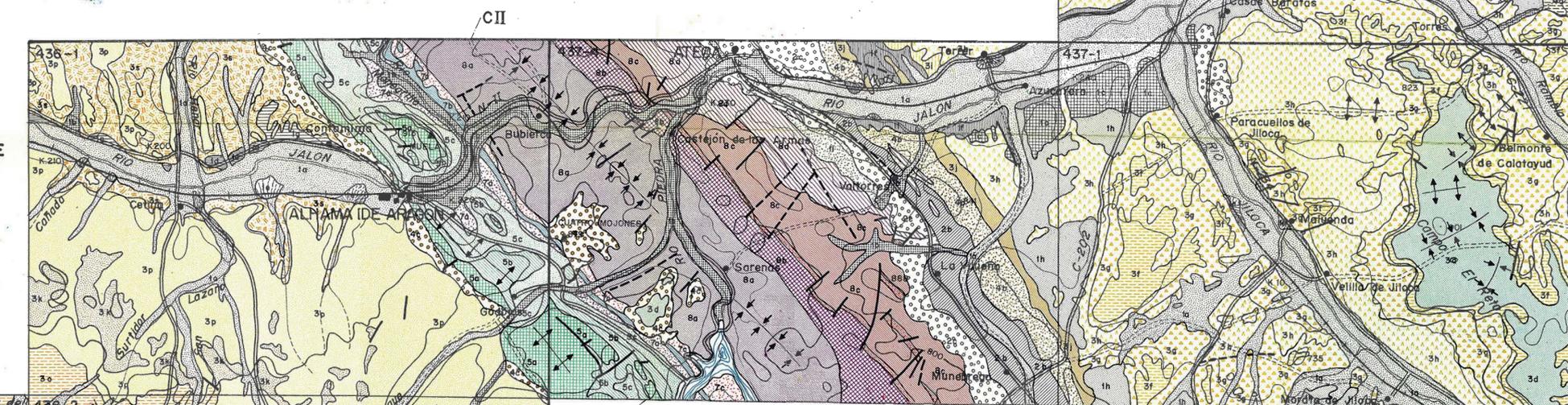
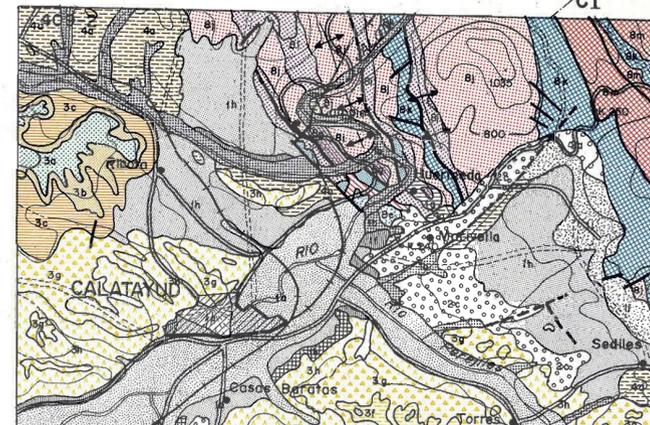
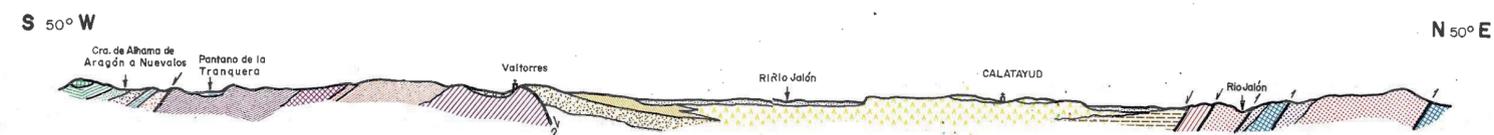
 Yesos de Calatayud (3h) y terrenos cuaternarios asociados (1h y 1f) eluviales y coluviales, de naturaleza arcillosa. Problemas inherentes a la presencia de yesos: cavidades por disolución y plasticidad de los recubrimientos cuaternarios.

**NIVELES CON ELEVADO CONTENIDO EN YESOS**

 Margas y arcillas con yesos (7a, 5d, 3g). Los problemas que se pueden originar derivan de la presencia de yesos y de la plasticidad de las arcillas.

**NIVELES CUATERNARIOS CON DEFICIENTES CARACTERES GEOTECNICOS**

 Depositos heterogeneos y potentes formados por lechos de limos y arcillas con abundante contenido de aportes yesíferos. Entre ellos se intercalan importantes niveles de gravas, fundamentalmente en el valle del río Jalón. Suelos heterogeneos deformables, con impregnaciones de yesos



- MIOCENO**
- 3a Calizas y margocalizas
  - 3b Margocalizas
  - 3c Margas y arcillas rojas
  - 3d Calizas oquerosas
  - 3f Margas, arcillas y arenas
  - 3g Margas con algunos yesos
  - 3h Yesos
  - 3i Arcillas y margas
  - 3j Margas asalmonadas
  - 3k Conglomerados y areniscas
  - 3m Conglomerados, arcillas y limos
  - 3n Arcillas y limos
  - 3o Arcillas y margas rojas
  - 3p Arcillas, limos y conglomerados
  - 3q Conglomerados, arcillas y limos
  - 3r Conglomerados
  - 3s Arcillas y limos rojos

- OLIGOCENO**
- 4a Conglomerados, margas y arcillas
  - 4b Conglomerados con algunas margas y arcillas
  - 4c Conglomerados cementados en la base
- CRETACEO**
- 5a Calizas blancas
  - 5b Calizas margosas
  - 5c Arenas blancas rojizas
  - 5d Margas, arcillas y yesos (Utrillas)

- CAMBRICO**
- 8a Pizarras y cuarcitas poco potentes
  - 8b Pizarras
  - 8c Pizarras con potentes bancos de cuarcitas
  - 8d Pizarras, cuarcitas y areniscas
  - 8e Cuarcitas
  - 8f Pizarras y grauwacas
  - 8g Pizarras, cuarcitas, dolomias y grauwacas
  - 8h Dolomias de Ribota
  - 8i Pizarras y dolomias
  - 8j Pizarras y cuarcitas
  - 8k Cuarcitas de Bámbole
  - 8m Pizarras con algun nivel cuarcítico

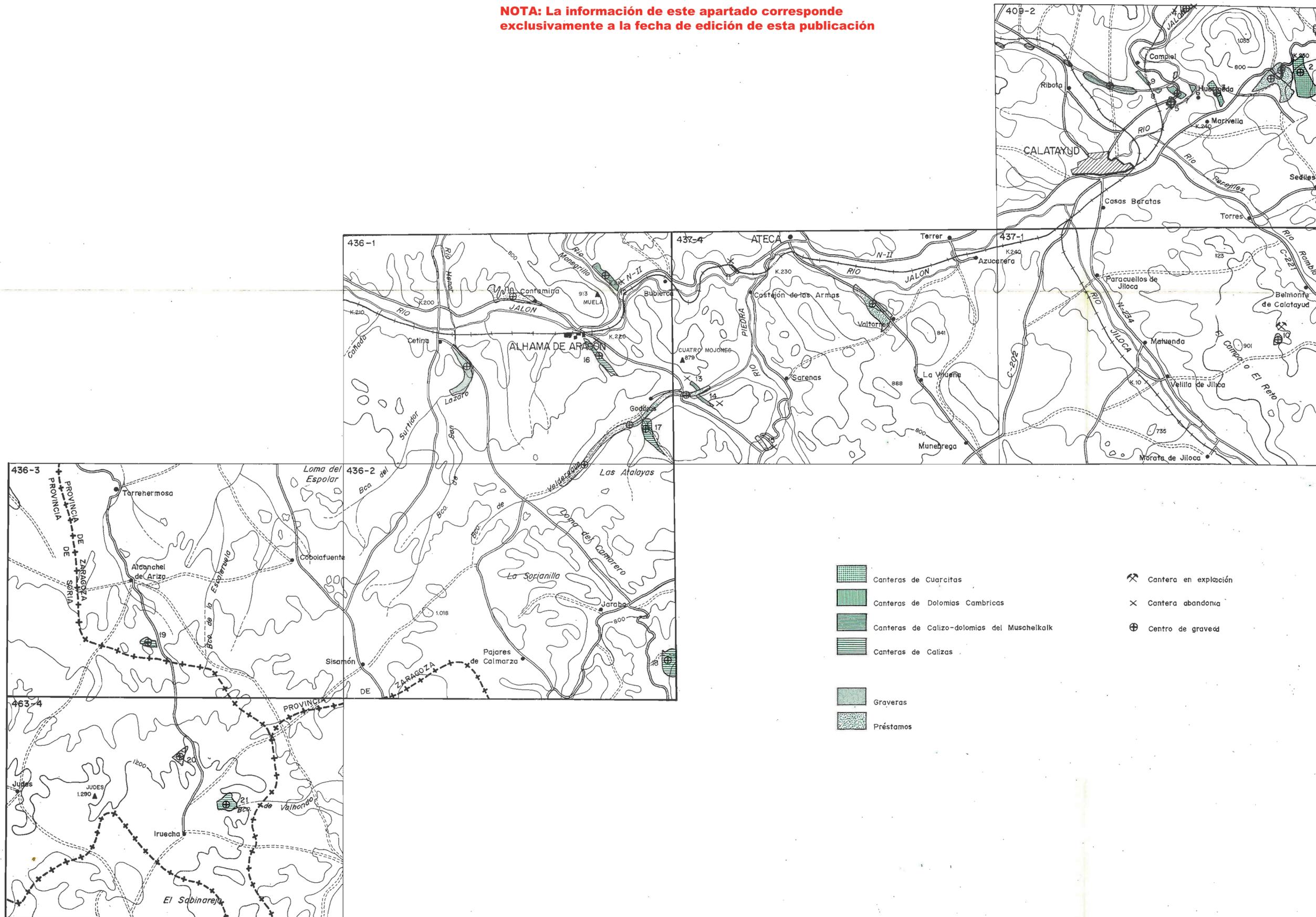
- JURASICO**
- 6a Calizas margosas, con niveles calizas
  - 6b Calizas con niveles de calizas margosas
- TRIAS**
- 7a Margas, arcillas y yesos
  - 7b Calizo-dolomias
  - 7c Areniscas micáceas rojas

- CUATERNARIO**
- 1a Aluvial con predominio de finos
  - 1b Aluvial de gravas ó gravas finos
  - 1c Terrazas cementadas
  - 1d Terrazas con predominio de finos
  - 1e Conos de deyección
  - 1f Coluviales con predominio de finos
  - 1g Coluviales de gravas ó gravas finos
  - 1h Eluviales constituidos por finos
  - 1i Eluviales de finos y gravas

- PLIO-CUATERNARIO**
- 2a Bolos y gravas
  - 2b Arcillas
  - 2c Gravas y finos

- SIGNOS**
- Contacto entre materiales.
  - - - - - Falla supuesta
  - Falla observada
  - ↕ Anticinal
  - ↑ Sinclinal

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



**M.O.P.**

DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS  
Y CAMINOS VECINALES  
DIVISION DE MATERIALES

SERVICIO DE GEOTECNIA  
Y PROSPECCIONES

ESTUDIO PREVIO DE TERRENOS  
AUTOPISTA MADRID - ZARAGOZA  
TRAMO ALHAMA DE ARAGON - CALATAYUD

CUADRANTES:  
463-4      437-1,4  
436-1,2,3      409-2

MAPA DE SITUACION DE CANTERAS  
Y YACIMIENTOS GRANULARES

ESCALAS:  
1:100.000  
ORIGINALES



FECHA:  
JUNIO 1970

REVISADO:  
C. LEON

