



estudio  
previo  
de  
terrenos



**autopista**  
**Madrid - Burgos**  
**TRAMO : ARANDA - LERMA**

**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 - BURGOS

TRAMO: ARANDA - LERMA

Cuadrantes:	1/50.000	1/25.000
	276 Lerma	1 (1/2 W.), 2 (1/2 W.), 3 y 4
	314 Cilleruelo	1 (1/2 W.), 2, 3 y 4
	346 Aranda	1, 2, 3 y 4

Fecha de ejecución: Diciembre 1971

# INDICE

	<u>Pág.</u>
Introducción . . . . .	7
<b>1. ZONAS DE ESTUDIO . . . . .</b>	<b>9</b>
<b>2. GEOLOGIA GENERAL DEL TRAMO . . . . .</b>	<b>11</b>
2.1. CARACTERES MORFOLOGICOS . . . . .	11
2.2. ESTRATIGRAFIA . . . . .	13
2.3. CARACTERES GEOTECNICOS GENERALES DEL TRAMO . . . . .	15
<b>3. ZONA DE ARANDA-CILLERUELO . . . . .</b>	<b>19</b>
3.1. GEOMORFOLOGIA . . . . .	19
3.2. GRUPOS GEOTECNICOS . . . . .	23
3.3. RESUMEN GEOTECNICO DE LA ZONA . . . . .	37
<b>4. ZONA DE SIERRAS . . . . .</b>	<b>39</b>
4.1. GEOMORFOLOGIA . . . . .	39
4.2. GRUPOS GEOTECNICOS . . . . .	42
4.3. RESUMEN GEOTECNICO DE LA ZONA . . . . .	46
<b>5. ZONA DE LERMA . . . . .</b>	<b>47</b>
5.1. GEOMORFOLOGIA . . . . .	47
5.2. GRUPOS GEOTECNICOS . . . . .	52
<b>6. YACIMIENTOS Y CANTERAS . . . . .</b>	<b>61</b>



## INTRODUCCION

El Tramo Aranda-Lerma, de la autopista Madrid-Burgos, comprende los siguientes cuadrantes:

1/50.000	1/25.000
276 Lerma	1 (1/2 W.), 2 (1/2 W.), 3 y 4
314 Cilleruelo de Abajo	1 (1/2 W.), 2, 3 y 4
346 Aranda de Duero	1, 2, 3 y 4

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

La memoria consta de una primera parte, donde se hace una exposición general de las características geológicas, litológicas y geotécnicas del Tramo, estas últimas cualitativas al no haberse realizado ensayos de laboratorio, y otra segunda, en donde se hace una más detallada descripción litológica-geotécnica de los materiales agrupados por «zonas».

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

### **Dirección General de Carreteras - División de Materiales:**

Antonio Alcaide Pérez, doctor Ingeniero de Caminos.  
Carlos León Gómez, licenciado en Ciencias Geológicas.

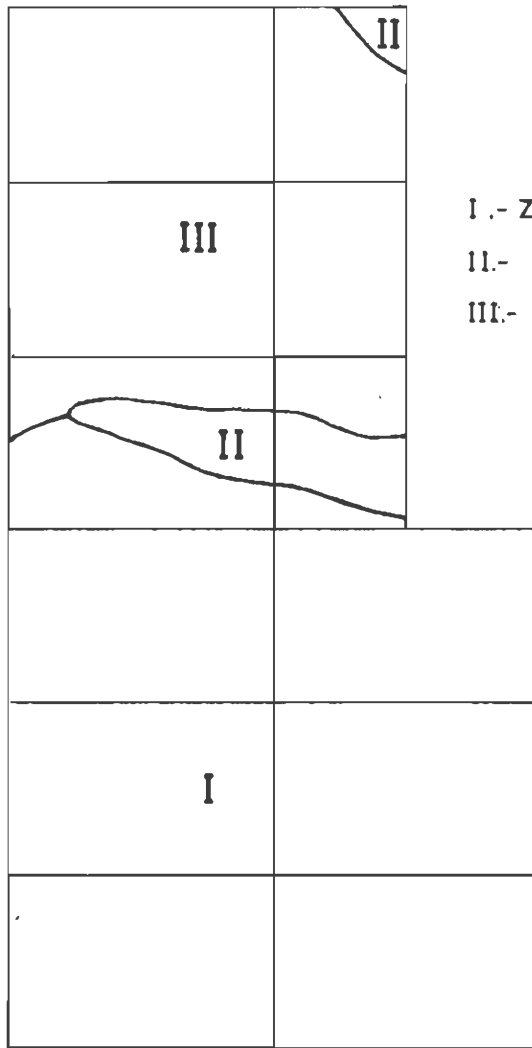
### **Gemat:**

Vicente Sánchez Cela, doctor en Ciencias Geológicas.  
Felipe Martínez Álvarez, licenciado en Ciencias Geológicas.  
Javier Pérez-Villamil Moreno, Ingeniero de Caminos.  
Eduardo Muñoz Carreño, licenciado en Ciencias Geológicas.  
Antonio Ortiz-Repiso Jurado, licenciado en Ciencias Geológicas.

## 1. ZONAS DE ESTUDIO

Realizados los estudios geológicos - geotécnicos del Tramo Aranda-Lerma, se ha creído conveniente, para su más fácil exposición, dividirlo en tres zonas (fig. 1), denominadas:

- I. Zona de Aranda-Cilleruelo.
- II. Zona de Sierras.
- III. Zona de Lerma.



- I.- Zona de ARANDA-CILLERUELO
- II.- " de SIERRAS
- III.- " de LERMA

Fig. 1. Esquema de situación de zonas

## 2. GEOLOGIA GENERAL DEL TRAMO

### 2.1. CARACTERES MORFOLOGICOS

En el Tramo que estudiamos encontramos solamente tres tipos de unidades: Mesozoico plegado, Terciario continental horizontal y Cuaternario.

En relación directa con la estratigrafía y estructura de los terrenos que nos ocupan, pueden definirse cuatro elementos geográficos principales: la sierra, los páramos, las vegas o valles y las laderas que unen a aquéllos con éstos.

La sierra está constituida por materiales mesozoicos y representa la terminación hacia el W. de la gran mancha cretácica que se extiende hacia la parte meridional de la provincia de Burgos. Se trata de una estrecha alineación montañosa, orientada de E. a W., de poca altitud, la cual decrece continuamente hacia el W. y S. Desde el punto de vista estructural, es un anticlinal de dirección E.-W. que verge hacia el E. y se hunde bajo los sedimentos miocenos (fig. 2).

Los páramos ocupan grandes extensiones y suelen terminar en cornisas de pendientes bruscas. En general, se distinguen dos: el inferior, entre los 900 y 950 metros, y el superior, que forma las mesas más elevadas, entre los 980 y 1.010 metros.

La existencia de estos páramos se debe a la presencia en el Mioceno de dos niveles horizontales, fundamentalmente calizos, situados hacia las

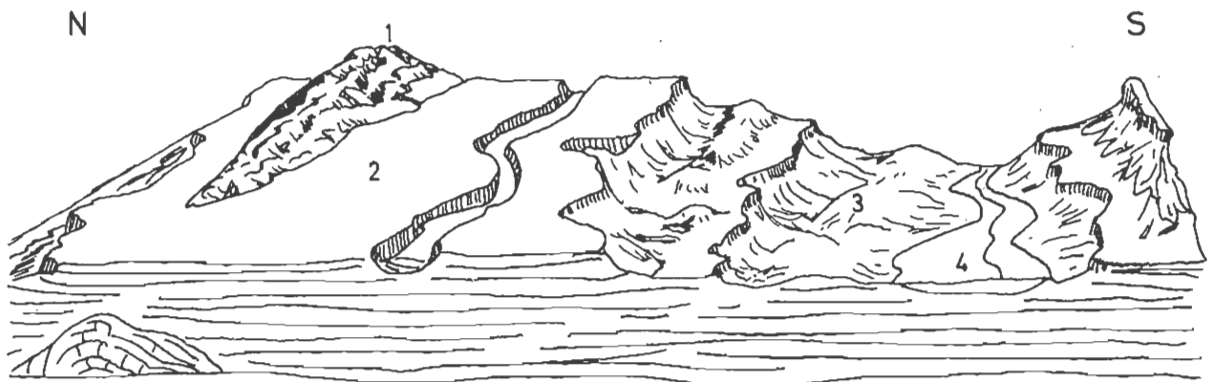


Fig. 2. Bloque diagrama esquemático: 1, sierra; 2, páramo; 3, cuestas, y 4, vegas

cotas mencionadas. En realidad, no se trata de dos únicas plataformas, sino de dos conjuntos de ellas, ya que cada nivel calizo se compone de un grupo de estratos, que cada uno, independientemente, pueden originar un páramo (fig. 3).

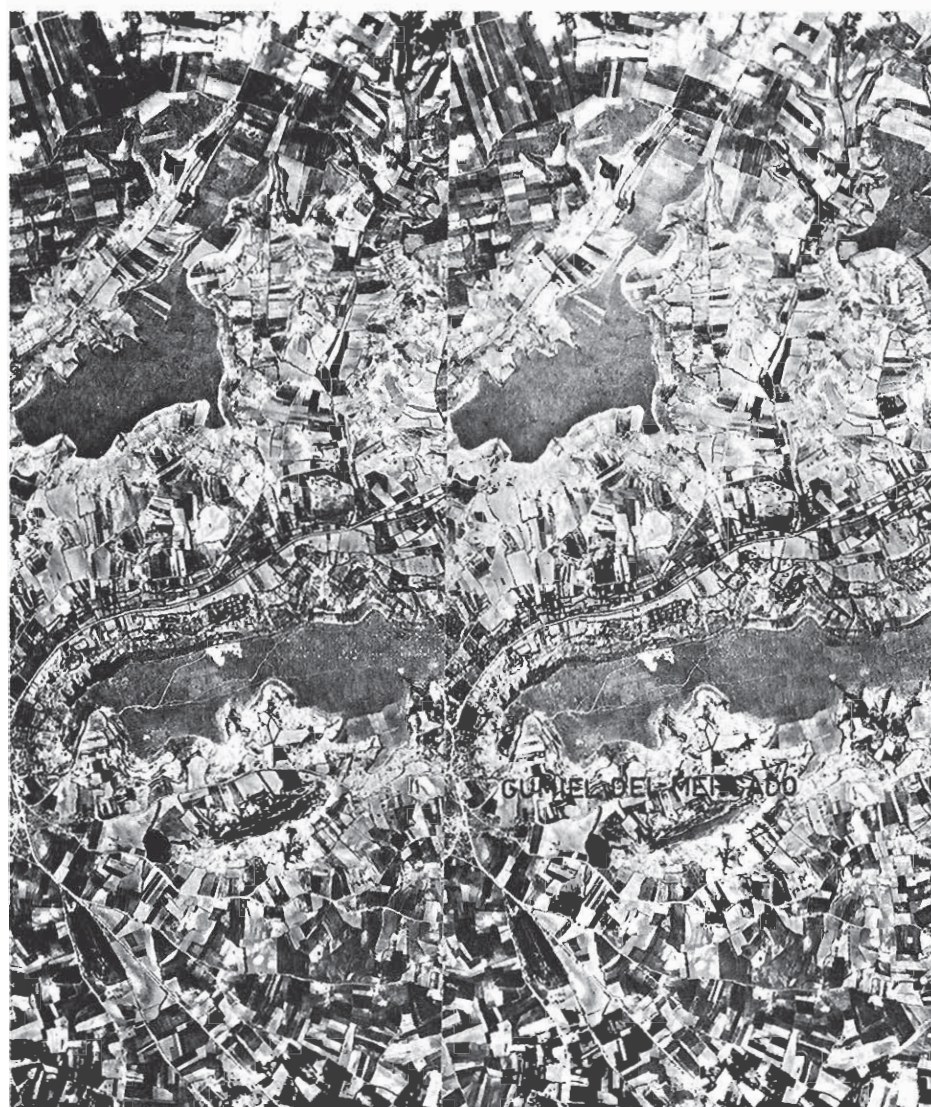


Fig. 3. Foto aérea estereoscópica, con las formas de relieves más característicos del Mioceno, en Gumiel del Mercado

Cerros y lomas son las formas de relieve que originan los materiales terciarios que unen las vegas con los páramos. Por debajo de los páramos inferiores, los terrenos son eminentemente detríticos (pudingas, areniscas, limos, arcillas) y las formas de relieve son generalmente alomadas, de pendientes suaves. Los materiales situados entre los dos están constituidos por sedimentos margosos de diferente resistencia, y aunque relativamente blandos, dan lugar a cerros de forma cónica, a veces muy abarrancados, que suelen destacar muy bien en el horizonte de los llanos



calizos bajos, rompiendo la monotonía del paisaje. La forma más típica es la mesa en forma tronco-piramidal, con laderas de fuerte pendiente (fig. 4).

Las zonas de vega tienen escaso desarrollo lateral si exceptuamos las de los ríos más importantes: Duero y Arlanza. En el primero sólo se puede reconocer un nivel de terraza y hasta tres en el segundo.

El lecho actual del Duero a su paso por la zona es muy estrecho, mientras que el del Arlanza, con un gran desarrollo de meandros, posee una amplitud mucho mayor.



Fig. 4. Cerros tronco-piramidales (montes islas), constituidos por margas y margocalizas del cuadrante 314-2

El resto de los ríos y arroyos constituyen valles estrechos de fondos planos y laderas generalmente escarpadas; fundamentalmente, al atravesar terrenos margo-calizos (fig. 5).

## 2.2. ESTRATIGRAFIA

El Mesozoico está representado por el Cretácico. Ocupa este terreno dos zonas en el Tramo: una, la más importante, se sitúa en dirección Este-Oeste al norte de Cilleruelo de Arriba, con una anchura media de tres kilómetros, y la otra, de mucha menor consideración, en el ángulo nororiental del estudio, al NE. del pueblo de Tornadijó.

En general, el Cretácico presenta la siguiente serie estratigráfica de abajo arriba:

**Albense.**—Pudingas y areniscas, arenas, gravas y arcillas más o menos arenosas de variada coloración. Más de 100 metros de potencia.

**Cenomanense.**—Margas, margocalizas y calizas; alternantes. De 20 a 40 metros de potencia.

**Turonense.**—Calizas fundamentalmente, con margas sabulosas en la base; 140 metros aproximadamente de potencia.

**Senonense.**—Calizas; 200 metros aproximadamente de potencia.





Fig. 5. Foto aérea del valle del río Arlanza, en Lerma

El Terciario, en este caso el Mioceno en particular, ocupa el resto de la superficie estudiada, con excepción hecha de los recubrimientos cuaternarios.

La serie, que generalmente presenta como característica los cambios litológicos laterales, es la siguiente:

**Tortoniense.**—Areniscas, pudingas, arenas, limos y margas.

**Sarmatiense.**—Margocalizas, margas, calizas, areniscas y pudingas.

**Pontiense.**—Calizas, margocalizas, margas, areniscas y pudingas.

El Cuaternario presenta en general una doble característica. Por una parte, los ríos Duero, Arlanza y Arandilla presentan unas vegas constituidas por terrazas de gravas con arenas y limos, mientras que los valles de los ríos y arroyos que desembocan en éstos poseen sedimentos de naturaleza limoarcillosa y con frecuentes lechos de turba a poca profundidad del terreno.

### 2.3. CARACTERES GEOTECNICOS GENERALES DEL TRAMO

Desde el punto de vista morfológico no existen grandes dificultades para el trazado. No obstante, la existencia de una red hidrográfica, generalmente encajada, y un relieve de lomas, obligará a obras de desmonte y terraplenes, a veces, bastante importantes, y en algún caso a la construcción de pequeños túneles para salvar formas de relieve, que accidentalmente surgen por existir variaciones bruscas de pendientes. Siguiendo la dirección S.-N. suelen cortarse los valles importantes perpendicularmente a su dirección; entre cada dos próximos y teóricamente paralelos, el relieve se presenta formando escalones, en los cuales las zonas llanas corresponden a los páramos calizos, y las laderas que unen unas mesas con las inmediatamente superiores o inferiores son, a veces, muy pronunciadas. Como por otra parte las mesas más altas se alinean en la dirección de los arroyos y hacia el centro de los terrenos que éstos delimitan, la probabilidad de tener que rebasarlas es grande (fig. 6).



Fig. 6. Talud en margas rojas nodulosas al norte de Oquillas

La sierra de calizas cretácicas, situada al norte de Cilleruelo de Arriba, es un accidente geográfico importante al este del punto donde la carretera actual Madrid-Burgos la corta. La dificultad en esta zona radica en la asimetría de las dos laderas: la S. es bastante tendida y podría ser fácilmente salvada, pero la N. es muy brusca, característica que se acentúa de O. a E. Esta circunstancia es la que obliga a la carretera actual a tomar la sierra, muy próxima a su extremo final y al ferrocarril, en el mismo punto donde ésta acaba y se inicia un cambio de topografía.

Si el trazado de la futura autopista no está condicionado por otras circunstancias que no sean las de su fácil acceso, está claro que el paso será obligado por la zona por donde discurren en la actualidad la carretera nacional y el ferrocarril Madrid-Burgos.

Por lo que respecta a la resistencia y estabilidad de los materiales, tampoco surgirán problemas importantes.

En general, la mayor parte de los grupos litológicos presentarán una ripabilidad alta o media; opondrán dificultades los niveles calizos, algu-





Fig. 7. Efectos erosivos en taludes de materiales detríticos (35 b) en Torrecilla del Monte

nos margocalizos y estratos de areniscas y pudingas bastante cementados. La disposición horizontal de las capas miocenas favorece la estabilidad de los taludes, que en general podrán ser bastante pronunciados. De la observación directa de los desmontes realizados en las obras del ferrocarril Madrid-Burgos se puede sacar como consecuencia que éstos no presentarán graves problemas en corto espacio de tiempo. Circunstancialmente algunos niveles miocenos podrán ocasionarlos; se trata en estos casos de horizontes poco consistentes que serán fácilmente erosionados por el derrubio. Estos materiales se localizan principalmente en dos niveles de cierta constancia estratigráfica; uno es de naturaleza fundamentalmente margosa y el otro es de carácter detrítico más acusado, con lentejones de conglomerados, areniscas y margas en general poco consolidados.

A no muy largo plazo, en todos los taludes que no se intercalen, entre los niveles más o menos blandos, capas duras de calizas o areniscas cementadas, requerirán una continua conservación (figs. 7 y 8).

La surgencia de agua a media ladera, por la existencia de pequeños acuíferos colgados en los niveles calizos o areniscosos, pueden dar origen a dos tipos de problemas: si se interceptan y obturan, como podría ser el caso de un terraplén, la estabilidad de éste peligraría; si la surgencia ocurre en un desmonte, el reblandecimiento y alteración del nivel impermeable puede provocar el deslizamiento de éste y el desprendimiento del nivel permeable por descalce (fig. 9).

En cuanto a la capacidad portante de los suelos del Tramo se refiere, se pueden hacer dos grupos: El primero, con algunas reservas, la poseerán buena o media, y en caso de cimentación, ésta se realizará sin dificultad en el substrato mioceno, que se encuentra a muy poca profundidad; el segundo grupo engloba el resto de valles, vegas y barrancos



Fig. 8. Abarrancamientos en las margas rojas al norte de Lerma

cuyo fondo suele ser plano; la constitución arcillosa y la presencia de un nivel de turba bastante constante en algunos de ellos les proporcionan malas características, con tendencia a deformaciones bajo cargas importantes. El problema de deformación es relativo, pues la potencia de estos depósitos es pequeña, pudiendo oscilar entre dos y cuatro metros como término medio. Como ocurre en el grupo anterior, en caso de cimentaciones podrá realizarse con facilidad en el substrato mioceno resistente.

Existen en la zona importantes explotaciones de materiales de cantera ubicadas en las calizas cretácicas y de menor consideración en las del Mioceno.



Fig. 9. Surgencias de aguas a media ladera en el contacto arenisca-marga del grupo 33 b, cerca de Lerma

De las primeras se han utilizado grandes cantidades y las posibilidades de extracciones futuras son ilimitadas. El empleo concreto de estos materiales deberá determinarse a tenor de los ensayos que sobre ellas se hagan.

Las calizas miocenas de los páramos no proporcionan masas tan abundantes como consecuencia de la poca potencia de los estratos y la falta de continuidad en la calidad de la roca, que fácilmente pasa a calizas margosas y margocalizas.

Los yacimientos granulares más importantes se localizan en las terrazas de los ríos Duero y Arlanza, y fundamentalmente en los arrastres actuales de este último. Los aluviones son de naturaleza silícea y calcárea y las posibilidades de extracción son ilimitadas. El río Arandilla no posee arrastres de consideración dentro del Tramo que estudiamos. Sus terrazas, aunque extensas, son poco potentes, y sus gravas, también silíceas fundamentalmente, contienen bastantes finos limosos.

En cuanto a préstamos se refiere, no existe problema alguno, ya que como norma general la gran mayoría de los subproductos de excavación podrán ser utilizados.

### 3. ZONA DE ARANDA-CILLERUELO

#### 3.1. GEOMORFOLOGIA

Comprende esta zona todos los terrenos situados al sur de la sierra cretácica y que como se ha definido en el capítulo anterior pertenecen en su totalidad al Terciario y Cuaternario. En ellos encontramos las formas allí descritas, originadas por la erosión diferencial que actuando sobre una formación horizontal, donde alternan sedimentos de diferente dureza, da lugar a mesas de laderas pronunciadas con páramos más o menos extensos; cerros cónicos cuando las capas duras que les protegían han sido totalmente erosionadas, alomaciones de pendientes suaves, con algunos resaltes, producidos por capas más duras que originan cornisas, y barrancos de fondo plano, con laderas escarpadas. En las proximidades de los valles importantes y cuando los sedimentos son de naturaleza detrítica, el relieve es más suave (fig. 10).

Desde Aranda de Duero hasta el extremo N. de la zona, el terreno va ganando altura de forma irregular en las continuas subidas y bajadas, que provoca, la existencia de una red hidrográfica que discurre en líneas generales de E. a O. La existencia de diferentes niveles de erosión dentro del Mioceno conduce a la existencia de tres ámbitos distintos en relación con las tres facies existentes: areniscosa en la base, caliza hacia el centro y techo de la serie, y margosa entre los dos niveles calizos. Con esta disposición, a la zona S., en las proximidades de Aranda, le corresponde la serie areniscosa, con formas de relieve de lomas con pequeños escarpes o cornisas.

La zona de los páramos ocupa amplias superficies tanto en el centro de la zona (páramos bajos) como al norte de la misma (páramos altos) (figuras 11 y 12).



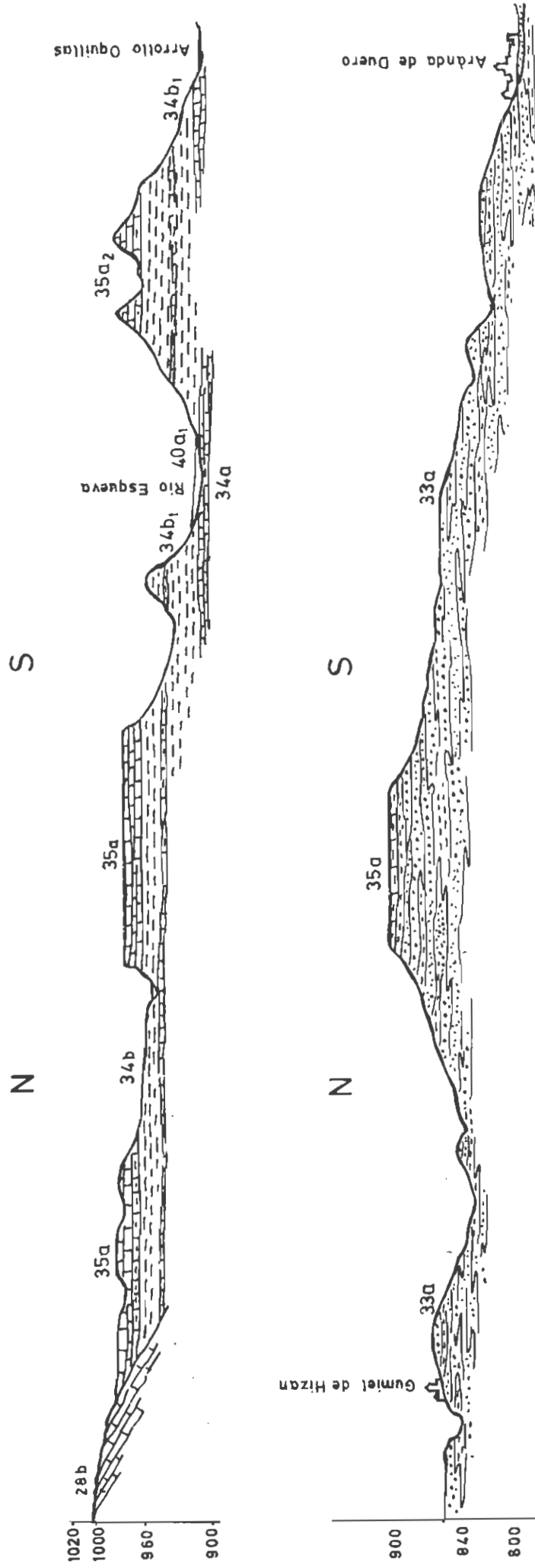


Fig. 10. Cortes geológicos generales de la zona Aranda-Cilleruelo

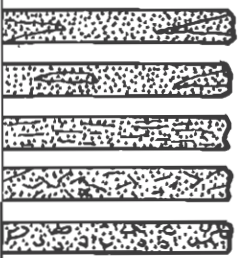




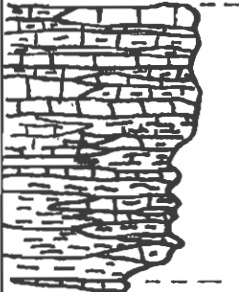

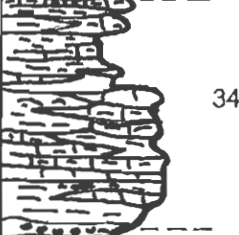
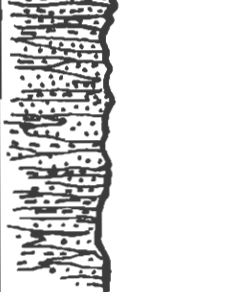






Fig. 12. Foto aérea del valle de los ríos Duero, Arandilla y Bañuelos y formación arenis-cosa-margosa al norte de Aranda de Duero

### 3.2. GRUPOS GEOTECNICOS

Columna litológica	Referencia	Descripción	Edad
	40 a <sub>2</sub>	Aluviales actuales.	CUATERNARIO
	40 c <sub>2</sub>	Coluviales y aluviales arcillosos.	»
	40 c <sub>1</sub>	Coluviales y aluviales areno-limosos.	»
	40 a <sub>1</sub>	Aluviales arcillosos con turba.	»
	40 t	Terrazas del Duero y Arandilla.	»
	35 a	Calizas cavernosas que algunas veces pasan a brechas. Margas rojas nodulosas y margocalizas.	PONTIENSE
	34 (b <sub>1</sub> b <sub>2</sub> )	Margas rojas nodulosas, arcillosas con arenas y limos. Margocalizas.	SARMATIENSE
	34 (a <sub>1</sub> a <sub>2,4</sub> a <sub>3</sub> a <sub>5</sub> )	Calizas margosas, margocalizas y calizas. Margas rojas nodulosas con paso a margocalizas.	»
	33 a	Areniscas, pudingas, arenas, limos y margas.	TORTONIENSE



## FORMACIONES DETRITICAS DE GUMIEL (33 a)

**Litología.**—La mayor parte de los terrenos comprendidos entre Aranda de Duero y Gumiel de Hizán se componen de areniscas, pudingas, arenas, limos y margas, alternando de forma muy irregular en una formación de más de 100 metros de potencia.

Las areniscas son, al igual que las pudingas y arenas, de naturaleza silícea. Se presentan estratificadas en bancos de variables potencias, sin solución de continuidad. El grado de cementación puede ser muy diferente en cortos espacios de terreno y el color oscila entre los tonos ocres claros y pardo rojizos. En definitiva es un material en el que se dan constantes cambios laterales litológicos, pudiendo pasarse, dentro de un mismo nivel en corto espacio de terreno, de una arenisca de grano grueso o una pudinga muy cementada, a arenas o gravas incoherentes o a niveles limosos o arcillosos (fig. 13).

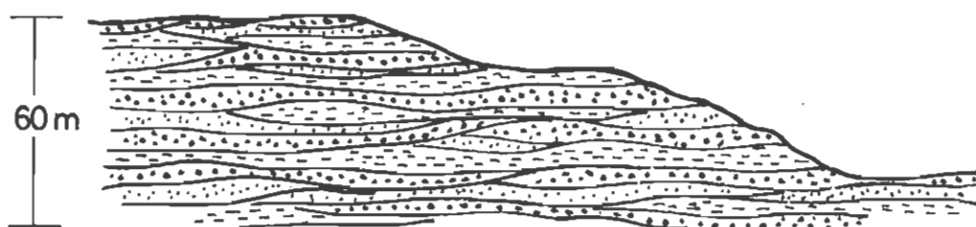


Fig. 13. Aspecto general de la estratificación en el grupo 33 a al norte de Gumiel del Mercado

Las arenas participan de las mismas características sedimentarias que las areniscas a cuyos niveles están ligadas como consecuencia de pasos laterales graduales o bruscos (fig. 14).

En las diversas explotaciones que se efectúan de estos materiales, en las proximidades de Aranda, pueden observarse potencias apreciables



Fig. 14. Areniscas ocres de la formación 33 a en Gumiel del Mercado

en las arenas de colores blancos y más frecuentemente amarillos, cuyos tamaños oscilan entre la arena limosa y una gravilla. Los niveles arcillosos rojos o verdosos se entremezclan en forma de lentejones, siendo difícil ver niveles amplios sin impurezas de materiales arcillosos o limosos. La continuidad de estos depósitos es precaria, pues rápidamente pasan a areniscas o arenas limosas y limos de tonos rojos (fig. 15).

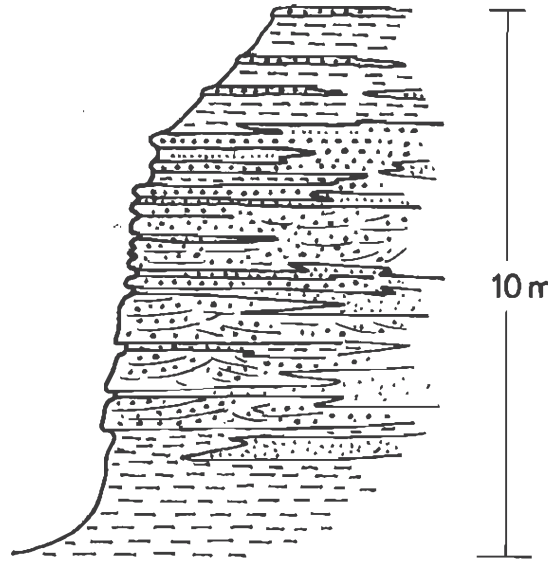


Fig. 15. Corte de detalle al norte de Gumiel de Hizán del grupo 33 a (areniscas, arenas y margas rojas)

Arenas limosas, limos arenosos, limos y margas rojas con nódulos de carbonatos, todos ellos de tonos fuertes rojizos, alternan lateral y verticalmente con las arenas y areniscas. Su grado de compactación y potencias de estratos participa de la irregularidad de toda la serie (fig. 16).

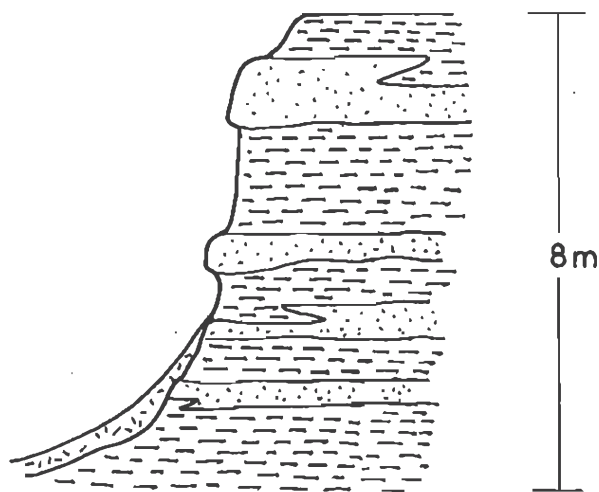


Fig. 16. Corte de detalle del grupo 33 a en Aranda de Duero, con los niveles detríticos más finos



Como resumen se puede decir que es una serie eminentemente areniscosa cuya variedad se debe al cambio en el tamaño del grano, grado de cementación, color y porcentaje de componente limo-arcilloso que incluye. El cemento calcáreo no está ausente, presentándose con mayor regularidad en los niveles margosos, en forma de nódulos calcáreos, y en los limo-arenosos, como cemento, dando lugar a areniscas limosas e incluso areniscas calcáreas.

**Estructura.**—No se encuentran afectados por fallas ni fracturas, conservándose en general bastante bien la horizontalidad de las capas. Los planos de estratificación no siempre son horizontales, la forma de depósitos hace que los planos sean a veces difusos o curvados cuando corresponden a acuñaciones o digitaciones.

**Geotecnia.**—En general no presentarán graves problemas. Es una formación relativamente estable. Taludes muy fuertes con alturas de más de 10 metros se mantienen bien a corto plazo cuando las capas son fundamentalmente de areniscas; también lo serán si se intercalan niveles margosos o limosos, y en el caso menos probable de dominio de estos últimos se requerirán taludes más tendidos y una conservación constante. En cualquiera de los casos serán posibles desprendimientos de pequeñas dimensiones provocados por descalces, fenómeno que puede acelerar las surgencias de aguas freáticas a media ladera. El derrubio les afectará a largo plazo, provocando arroyos y cárcavas con mayor intensidad en los horizontes más margosos, que requerirán que las aguas meteóricas no puedan circular libremente sobre ellos desde alturas considerables (figura 17).



Fig. 17. Talud en areniscas de la formación 33 a en Gumiel de Hizán

#### MARGOCALIZAS Y CALIZAS DE LOS PARAMOS BAJOS (34 a<sub>1</sub>, a<sub>2,4</sub>, a<sub>3</sub> y a<sub>5</sub>).

**Litología.**—Se incluye con esta denominación el primer horizonte calizo importante que aparece en la serie miocena, cuya potencia oscila alrededor de los 30 metros, y se sitúa topográficamente entre las cotas 900 y 930.

Sobre la serie detrítica areniscosa de las facies de Gumiel se inicia este conjunto litológico que supone un cambio importante en la sedimentación. Suele iniciarse con un nivel de margas rojas con nódulos calcáreos, con un aspecto que podríamos denominar «escoriáceo» (34 a<sub>1</sub>). Lateralmente pueden pasar a margocalizas y calizas margosas. Su espesor variable puede oscilar entre dos y seis metros. Los niveles inmediatamente superiores, hasta alcanzar aproximadamente los 30 metros de potencia, son margocalizas y calizas más o menos margosas, de colores



Fig. 18. Calizas cavernosas-nodulosas del grupo 34 a en Sotillo de Cañáñez

claros, blanquecinos y asalmonados (fig. 18). Las calizas de estos niveles suelen poseer aspecto cavernoso, con grandes oquedades. Otras son tipo creta, pisolíticas de tonos blanquecinos, cristalinas de grano fino y en general irregulares (fig. 19).



Fig. 19. Calizas compactas sobre margocalizas del grupo 34 a<sub>2</sub> en Bahabón de Esgueva

Son estos niveles de mayor dureza y homogeneidad los que van a dar lugar a los primeros páramos de apreciable desarrollo (fig. 20).

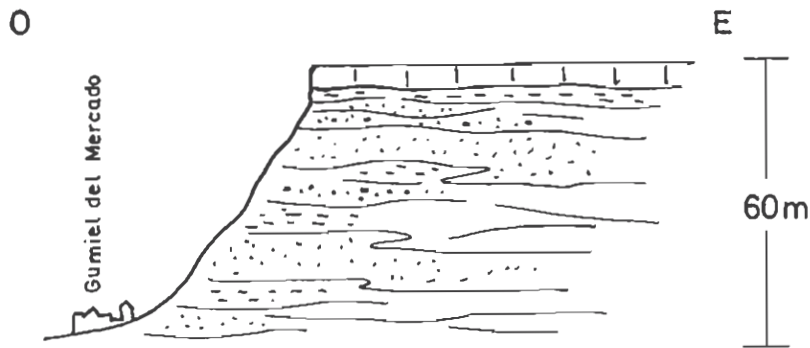


Fig. 20. Páramo calizo en Gumiel del Mercado

Como consecuencia de los cambios laterales de facies, se han diferenciado tres grupos dentro de este nivel estratigráfico. Sus diferencias radican en la mayor o menor proporción de calizas que contienen.

En el grupo 34 a se incluyen niveles de margocalizas y margas rojas nodulosas como componentes más importantes; las calizas de diversa textura y estructura alternan en lechos poco potentes. Dan origen a los páramos bastante erosionados al S. y E. de Gumiel de Hizán. Representa, en general, los niveles más bajos del nivel estratigráfico.

El grupo 34 a<sub>3</sub> es fundamentalmente margoso y margocalizo; las intercalaciones de lechos de calizas más o menos margosas son poco frecuentes. Dan origen a páramos mal definidos, en los que se ha desarrollado



Fig. 21. Corte general esquemático de la serie calcomargosa en la margen izquierda del río Esgueva, en Cabáñez de Esgueva

una red dendrítica de barrancos. Este grupo constituye la mitad superior del nivel estratigráfico que tratamos, al E. de Gumiel de Hizán.

Con el grupo 34<sub>2,4</sub> quedan incluidos los principales niveles calizos y calizomargosos que dan origen a los extensos páramos bajos, desarrollados fundamentalmente en la mitad W. de la zona estudiada. En general, en este grupo están representados los dos anteriores al pasar éstos lateralmente a una facies más caliza.



En la proximidad de la Sierra, que origina los terrenos cretácicos, los niveles calizos y calizomargosos pasan con facilidad a brechas calizas de matriz arcillomargosa de color rojo. Estas capas o lechos vienen a alternar con otros de arcillas margosas rojizas. Este conjunto constituye el grupo 34 a<sub>5</sub>.

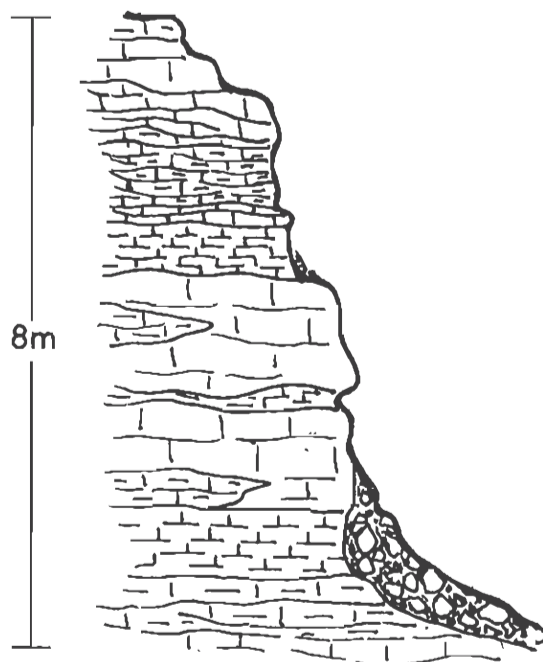


Fig 22. Corte de detalle de los niveles calizos de los páramos inferiores cerca de Guimar

**Estructura.**—En general los estratos conservan su disposición original de sedimentación. Las formas de relieve típicas de estos materiales son los páramos y mesas, que acaban en laderas escarpadas o muy pronunciadas. Cuando los ríos o arroyos se encajan en estos niveles se producen valles con laderas tipo cañón; un buen ejemplo puede ser el río Esgueva.

**Geotecnia.**—Conjunto estable y resistente. Origina llanuras (páramos) favorables para el trazado, carácter que se ve interrumpido por lo escarpado de las laderas de los arroyos y ríos que se encajan en ellas.

Aunque se han abierto canteras en estos materiales, en los niveles calizos más duros, sus características litológicas cambiantes y su poca potencia no los hacen aconsejables de explotación, ya que en el Tramo existen masas calizas más apropiadas para estos fines (sierra cretácica).

#### MARGAS ROJAS NODULOSAS Y MARGOCALIZAS DE LAS CUESTAS (34 b<sub>1</sub>, b<sub>2</sub>).

**Litología.**—Este grupo lo constituye un paquete de unos 40 metros de espesor, integrado por margas rojas nodulosas, margocalizas de tonos claros y asalmonados y algunos niveles delgados de calizas margosas y lechos detríticos poco coherentes.

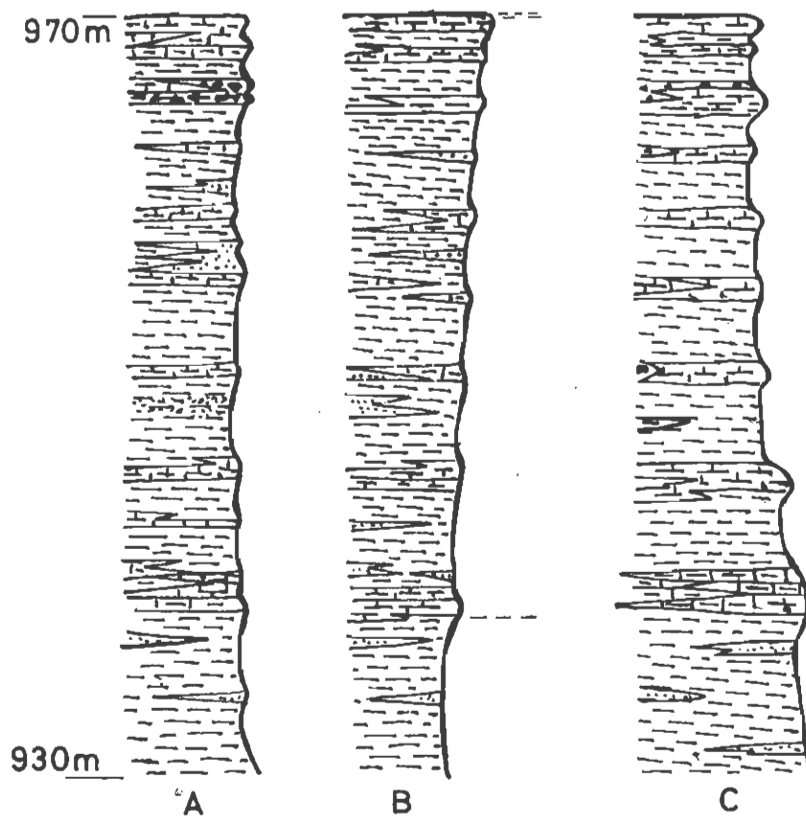


Fig. 23. Cortes esquemáticos de la formación 34 b en distintos puntos de la zona: A, norte de Santa María del Mercadillo; B, norte de Oquillas, y C, norte de Guimar

El corte realizado al norte de Oquillas puede ser representativo de esta formación, que, como todas las del Mioceno que estudiamos, manifiesta cambios laterales litológicos y texturales (figs. 23 y 25).

Pasado Oquillas, situado junto al arroyo de su mismo nombre, y en el escarpe originado por el nivel calizomargoso del grupo anterior, se inicia la cuesta después de un pequeño páramo recubierto en parte por derrubios de ladera; el perfil de ésta es bastante pronunciado y culmina en un páramo denominado Llano de San Pedro, originado por estratos calizos de los niveles superiores. En esta cuesta se puede observar que está formada por un nivel inferior de margas de tonos claros y asalmoados, con algunos lechos arenosos y limosos, en el cual se desarrolla un abarrancamiento muy acusado. Por encima, abarcando la mayor parte de la ladera, margas y margas nodulosas, de colores rojos, pardos claros y oscuros como más frecuentes ( $34 b_1$ ) (fig. 24). A distintos niveles, algunos de los lechos margocalizos intercalados suelen aislarse, dando lugar a pequeñas mesetas o páramos ( $34 b_2$ ).

En general el carácter de esta formación se mantiene a lo largo y ancho del recorrido con ligeras variantes, que no cambian en esencia su naturaleza margo-arcillosa. Hacia el N. y O. se observa un aumento en el contenido en carbonatos; los colores se hacen más claros, los tramos rojos alternan en vez de dar tonalidad a toda la ladera, las margas nodulosas se hacen algo más compactas, pasando a margocalizas fácilmente, y se intercalan algunos niveles de calizas margosas que pueden pasar



Fig. 24. Margas rojas nodulosas y margocalizas del grupo 34 b<sub>4</sub> de la Cuesta del Agua

a lechos de calizas compactas. En dirección NE. de esta zona se hace más manifiesto el carácter detrítico de este nivel por las intercalaciones frecuentes de lechos de areniscas flojas y arenas limosas de tonos rojizos y la mayor abundancia de arcillas margosas de fuertes tonos, igualmente rojos.

**Estructura.**—Conservan la disposición horizontal original. En el ángulo nororiental de esta zona se observan ligeros buzamientos de las capas al S., motivadas sin duda por causas tectónicas en relación con la sierra mesozoica próxima.

Morfológicamente estos terrenos originan cuestas pronunciadas que unen los páramos superiores con los inferiores. Cuando las capas calizas de las primeras son erosionadas, estos materiales forman cerros de

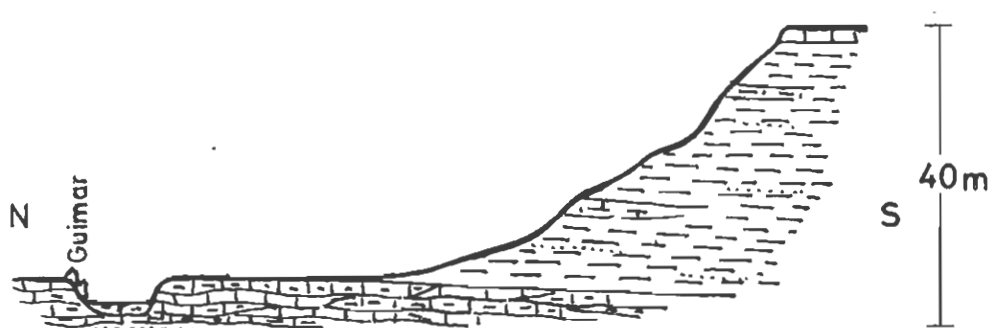


Fig. 25. Corte esquemático de las margas rojas y margocalizas de las cuestas



formas cónicas, rematados muchas veces por los niveles más duros de margocalizas de tonos claros que en la región se conocen con el nombre de calveros. La erosión les afecta con intensidad, siendo frecuente el desarrollo de una red de cárcavas muy apretadas del tipo bad-land. Esta circunstancia se da con preferencia en los niveles inferiores de la serie, en alturas comprendidas entre los 930 y 950 metros, y afecta a gran parte de ella en el ángulo nororiental de esta zona.

**Geotecnia.**—Los caracteres más interesantes de este grupo radican sin duda en su escasa dureza y en su naturaleza margoarcillosa. Por el primero la incidencia del derrubio provoca el acarreamiento de las laderas, con la consiguiente alteración, arrastre y acumulación de los detritus al pie de éstas. El segundo está íntimamente ligado al primero; la textura y composición de estas rocas favorece su alteración a arcillas con cierta plasticidad que origina pequeñas reptaciones en laderas pronunciadas (fig. 26)

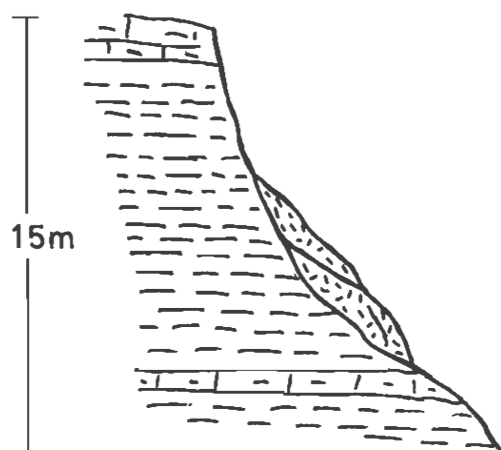


Fig. 26. Reptaciones en taludes de margas rojas nodulosas al norte de Oquillas



Fig. 27. Talud en margas y margocalizas (34 b<sub>1</sub>) de la Cuesta del Agua

Los taludes contruidos en la carretera nacional Madrid-Burgos en estos terrenos suelen tener alturas que pueden sobrepasar los 15 metros y una inclinación aproximada de unos 45°. De la observación directa puede pensarse que estos materiales son bastante estables en corto espacio de tiempo y que lo serán más en la medida que el grupo intercale niveles más compactos de margocalizas o calizas margosas, aunque sea en paquetes delgados. A largo plazo la erosión y alteración irán provocando la ruina lenta de los taludes. El problema no es grave, pero puede corregirse evitando que las aguas discurran libremente desde las alturas de los taludes (fig. 27).

Son materiales ripables en general. Los subproductos de la excavación no constituirán por sí solos material de préstamo.

### CALIZAS Y MARGOCALIZAS DE LOS PARAMOS SUPERIORES (35 a).

**Litología.**—Este nivel posee características muy similares al paquete inferior calizo-margoso definido en el grupo (34 a). Se incluyen en éste un conjunto de niveles calizos, calizo-margosos, margo-calizos y margas cuya potencia oscila entre los 30 y 40 metros. De abajo arriba pueden definirse dos niveles de potencias similares, o sea de 15 a 20 metros cada uno; el inferior presenta una alternancia de margas rojas nodulosas y margo-calizas claras y asalmonadas, que intercalan niveles calizos claros

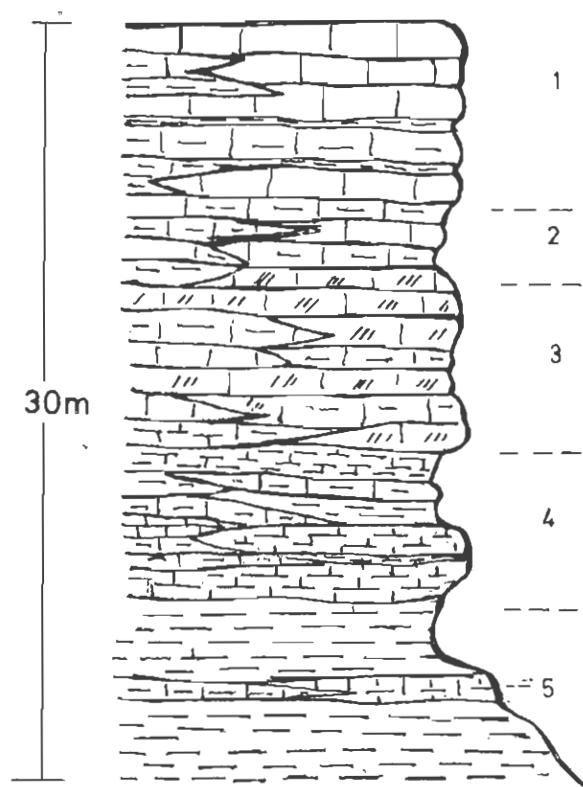


Fig. 28. Corte esquemático de las calizas y margocalizas del páramo superior: 1, calizas grises cristalinas; 2, calizas blancas; 3, calizas cavernosas; 4, margocalizas, y 5, margas rojas nodulosas

y azulados, que lateralmente puede pasar a una alternancia de calizas y margas rojas o calizas y margo-calizas (fig. 28); también puede existir algún lecho detrítico. El superior es fundamentalmente calizo. Las calizas que forman este último nivel repiten las características de las inferiores: son cavernosas con grandes oquedades; con aspecto de creta; algo pisolíticas; compactas y cristalinas; ligeramente azuladas en fracturas recientes.

En el borde de la Sierra algunos de estos niveles calizos pasan a brechas.

**Estructura.**—Al igual que los grupos a que se superpone, mantiene la horizontalidad de sus estratos (fig. 29).

Los planos de estratificación en las calizas y margo-calizas suelen ser muchas veces poco espaciados, alabeados y difusos, lo que confiere a estas rocas una naturaleza nodulosa y resquebrajada, en donde los estratos se desprenden fácilmente en lajas.

Los niveles calizos originan, como ya se ha dicho repetidas veces, las planicies de los páramos superiores.



Fig. 29. Páramos superiores (35 a)

**Geotecnia.**—Conjunto estable y resistente. El nivel inferior es ripable en más de un 70 por 100; el superior difícilmente será cortado por el trazado, dado las cotas en que suele encontrarse; entre los 990 y 1.010 metros.

Los subproductos de excavación podrán ser utilizados para préstamos en terraplenes y pedraplenes.

Las características litológicas y texturales de las calizas, variables tanto lateral como verticalmente, aconsejan no abrir canteras en ellas.

#### TERRAZAS DEL DUERO Y ARANDILLA (40 t)

**Litología.**—Existe un nivel de terraza en el cual se han encajado los ríos Duero y Arandilla. Dicha terraza presenta un pequeño escalón, provocado sin duda en el proceso de encajamiento. La zona más alta ocupa gran parte de la margen derecha del valle del Duero, a su paso por esta zona, y la casi totalidad en el del Arandilla. El escalón inmediatamente inferior tiene pobre desarrollo en este último río y mayor importancia en la ribera del Duero, algo más amplio en la margen izquierda.

La parte alta de la terraza posee potencias bastante reducidas; el valor medio no alcanza los tres metros. Superficialmente tiene un recubrimiento limoso y de costras calcáreas muy superficiales; debajo se encuentran



Fig. 30. Terraza baja del Duero en Aranda

gravas y arenas silíceas generalmente con limos rojos. Los niveles de gravas y arenas limpias suelen ser reducidos y de pequeñas potencias (fig. 30).

El escalón inferior es algo más potente, especialmente en el Duero, y puede superar los cinco metros. El recubrimiento de limos es muy escaso, a veces prácticamente nulo; abundan las gravas y arenas silíceas.

**Geotecnia.**—En la zona alta de la terraza no existen explotaciones importantes de materiales granulares; por otra parte, la posibilidad de realizarlas es muy reducida, dada su poca potencia, los recubrimientos y el porcentaje de finos que suelen incluir las gravas y arenas

La zona baja presenta mejores características; en ella se encuentran explotaciones importantes de gravas y arenas silíceas. Prácticamente toda la terraza se puede considerar en principio como yacimiento granular, por lo que sus posibilidades son ilimitadas.

Por lo que respecta a la estabilidad y capacidad portante de estos terrenos, se han observado algunos deslizamientos en los bordes de la terraza provocados por el descalce que origina la erosión del río y la existencia de niveles margosos en el sustrato, que pueden deslizar si se encuentran alterados. En el caso de cimentaciones será factible en cualquier caso el apoyarse sobre el sustrato mioceno de areniscas y margas, mucho más resistentes y estables si no están alteradas, que se encuentra siempre a poca profundidad.

#### ALUVIALES ARCILLOSOS CON TURBA (40 a<sub>1</sub>)

**Litología.**—En este grupo incluimos el resto de los sedimentos de los ríos y arroyos de la zona por creer que todos participan de unas características genéticas semejantes. El proceso de turbación debió de afectarlos a casi todos en unas condiciones muy semejantes.

La turba se encuentra a poca profundidad del terreno. Por debajo de unos dos o dos metros y medio de suelo arcilloso aparece la turba formando una capa más o menos continua, que no suele sobrepasar los dos



metros de espesor y suele apoyarse sobre arcillas margosas de colores grises y aspecto tobáceo.

La turba es margosa en su parte superior y compacta en la media e inferior; bastante dura y frágil cuando seca.

**Geotecnia.**—Son suelos de mala calidad, poco permeables y de baja capacidad portante.

La influencia negativa sobre las posibles obras que las puedan afectar quedará aminorada por la poca potencia de estos depósitos.

#### COLUVIALES Y ALUVIALES ARENO-LIMOSOS (40 c<sub>1</sub>)

**Litología.**—Están integrados por una mezcla de arenas, gravas silíceas, limos y arcillas procedentes del derrubio de la formación detrítica del nivel inferior Mioceno. Los componentes gruesos suelen dominar sobre los finos. No obstante, los cambios litológicos laterales y verticales en la formación a que deben su origen (areniscas, pudingas, limos y arcillas) alteran sustancialmente la proporción de los distintos componentes de unas zonas a otras en cortos espacios de terreno. Como término medio suelen dominar los tipos de arenas limosas o arcillosas, con gravas y gravillas.

Su importancia dimensional es muy reducida, pues aun cuando puedan cubrir amplias áreas sus potencias difícilmente llegan a superar los dos metros. Los espesores más corrientes suelen ser los comprendidos entre 0,5 y 1 metro.

**Geotecnia.**—Dada su escasa importancia, difícilmente tendrán incidencia sobre obras futuras.

En general podrán ser utilizados en préstamos.

#### COLUVIALES Y ALUVIALES ARCILLOSOS (40 c<sub>2</sub>)

**Litología.**—El origen de estos suelos radica en los sedimentos margo-arcillosos y calizos del Mioceno Medio y Superior, y en menor escala de los detríticos inferiores.

El componente fundamental es arcilla y limo, que engloban fragmentos de roca caliza, arena y grava; estos últimos en menor proporción.

Su importancia, al igual que los 40 c<sub>1</sub>, es reducida, ya que tampoco adquieren grandes potencias y se limitan generalmente a recubrimientos más o menos extensos en las numerosas laderas y barrancos de pequeño recorrido.

**Geotecnia.**—Son suelos de mala calidad. Las características negativas pierden interés por su escaso desarrollo en profundidad.

#### ALUVIALES ACTUALES (40 a<sub>2</sub>)

**Litología.**—Su importancia es muy reducida, limitándose a lechos de gravas y arenas silíceas transportadas por el río Duero en su estrecho y encajado lecho actual.

Carecen de interés como localización de yacimientos granulares.



### 3.3. RESUMEN GEOTECNICO DE LA ZONA

En el apartado de Geotecnia General del Tramo, y en particular en cada grupo geotécnico, se ha tratado ampliamente sobre las características de los grupos constituyentes de esta zona.

Desde el punto de vista morfológico se pueden distinguir tres zonas: valles, cuevas y páramos.

Los valles, con excepción de los del Duero y Arandilla, de amplios perfiles, son estrechos y encajados, y requerirán al atravesarlos obras importantes (terraplenes, pedraplenes, viaductos, etc.).

Las cuevas suelen ser de perfil pronunciado. La posibilidad de cortarlas perpendicularmente a la dirección de los cerros es mayor que el tomarlas a media ladera si se sigue una dirección N.-S.

Los desmontes serán importantes y en alguna ocasión puede requerirse la construcción de pequeños túneles.

Los páramos, que ocupan amplias áreas, supondrán las superficies ideales del trazado.

Por lo que respecta a la estabilidad de los terrenos, resumiremos lo dicho para cada grupo litológico.

La serie arenisca no presenta problemas importantes que mencionar. Sus materiales serán ripables en un tanto por ciento muy elevado. Los taludes podrán soportar como mínimo pendientes de 45°, con alturas de 15 a 20 metros. Se originarán pequeños desplomes por descalce debido a la alternancia de niveles blandos y duros y a la posible surgencia de agua a media ladera. Requerirán vigilancia y conservación. El derrubio les afecta muy lentamente.

De la serie margosa podríamos decir lo mismo que en la anterior, resaltando o insistiendo en el hecho de ser materiales más fácilmente erosionables y alterables a medio y largo plazo.

Los niveles calizos aguantan muy bien en conjunto y originan en muchísimas ocasiones taludes naturales subverticales. No obstante, se puede observar al pie de algunas trincheras la existencia de acumulaciones de fragmentos calizos en general de pequeño tamaño debidos a un desmoronamiento de los estratos a causa de su laxitud y el efecto de la meteorización a favor de los numerosos planos de estratificación. La presencia de estas estructuras en los desmontes requerirán cuidados especiales.

En los valles y vegas habrá que tener en cuenta la presencia de turba a poca profundidad.

No existen masas canterables de interés en esta zona. Las calizas de los páramos, de grano fino y resistentes, se han explotado en varios lugares, especialmente en uno situado junto a la carretera nacional en el cuadrante 314-4. La característica de la roca no es mala, pero los cambios laterales frecuentes en estos materiales, su poca potencia y fundamentalmente la existencia de una masa ilimitada de caliza explotable en el límite N. de esta zona condicionan su escasa importancia.

Los yacimientos granulares más importantes están situados en la terraza izquierda del Duero. En las proximidades de la carretera de Valladolid a Soria, por Roa. Al oeste de Aranda de Duero. Proporcionan abundantes gravas y arenas silíceas. Las posibilidades de estas terrazas son ilimitadas.

## 4. ZONA DE SIERRAS

### 4.1. GEOMORFOLOGIA

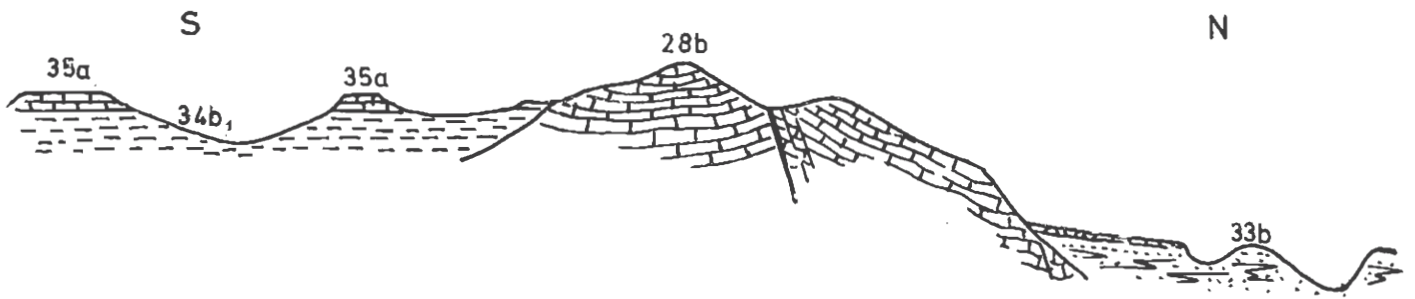
Con la denominación de Sierras incluimos en esta zona dos regiones separadas entre sí por varios kilómetros, pero que están relacionadas litológica y estructuralmente.

La zona de sierra situada muy al norte del Tramo es una pequeña parte del anticlinal que a modo de punta prolonga la gran mancha jurásica-cretácica que se extiende al sur de la sierra de la Demanda, por la provincia de Burgos y parte occidental de Soria. La localizada al sur de Lerma representa otra punta o espolón de esa gran mancha mesozoica que termina precisamente dentro de la zona que se estudia.

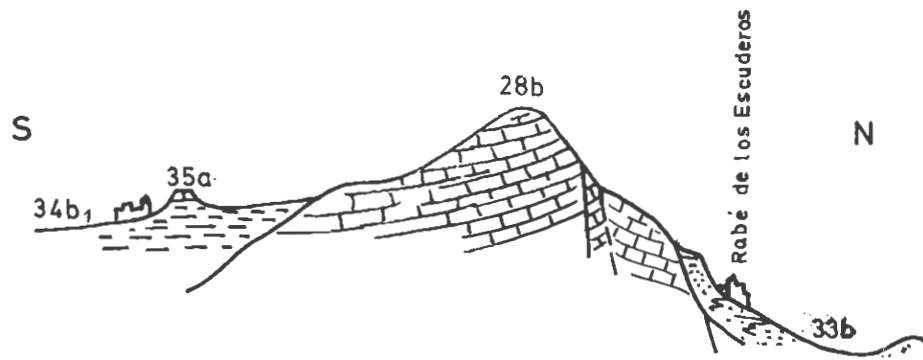
Ocupa esta segunda sierra un espacio mucho mayor que la primera, formando una alineación montañosa de poca altitud, la cual decrece continuamente hacia el O. y S., hasta alcanzar el nivel de los páramos, bajo los cuales se soterran los materiales que la originan.

En líneas generales se trata de un anticlinal orientado de E. a O., cuyo eje verge al E., y uno de cuyos flancos, concretamente el N., ha sido afectado por una falla que origina una disimetría de las vertientes, presentándose la N. mucho más abrupta que la S., donde los estratos constituyen la verdadera cuesta del paisaje (fig. 31).

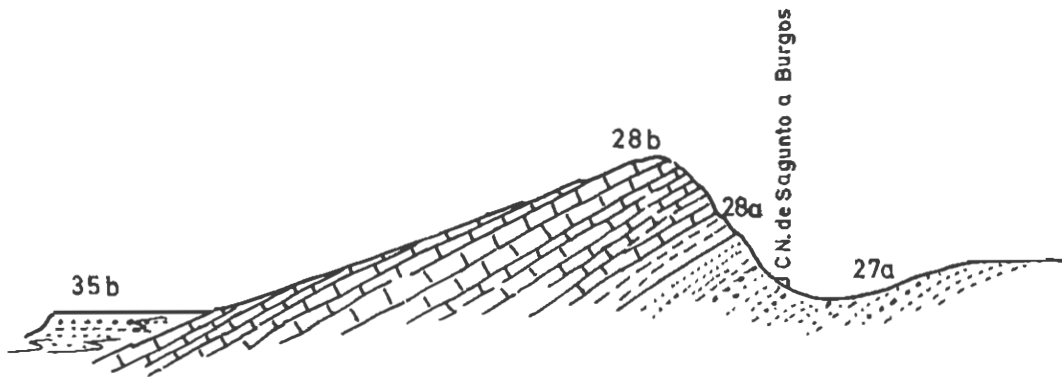
En el ámbito del Tramo estas sierras están constituidas exclusivamente por sedimentos cretácicos, en los cuales dominan las calizas de variadas características (fig. 32).



0° 02' 40"  
1 / 50 000



1 / 50 000



1 / 25 000

Fig. 31. Cortes geológicos generales de la zona de la Sierra







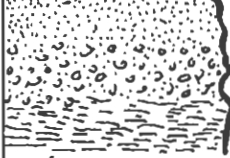


Fig. 32. Foto aérea del extremo oeste de la Sierra de Tejada, en el centro-norte de la zona de estudio



#### 4.2. GRUPOS GEOTECNICOS

Dentro de esta zona se han delimitado diferentes unidades litológicas que componen los distintos Tramos cretácicos, aunque la gran mayoría corresponden al dominio de las calizas turonenses-senonenses.

Columna litológica	Referencia	Descripción	Edad
	40 a <sub>3</sub>	Aluvial areno-limoso.	CUATERNARIO
	34 a <sub>5</sub>	Brechas calizas.	TERCIARIO
	28 b	Calizas masivas y tableadas.	TURO-SENON
	28 a	Margas grises y margocalizas.	CENOMANENSE
	27 a	Areniscas, pudingas y arcillas.	ALBENSE

## TRAMO CALIZO DE LAS CANTERAS (28 b)

**Litología.**—Las calizas de este grupo constituyen la totalidad de la sierra que penetra en el Tramo hacia el centro de éste y la gran mayoría de la pequeña mancha situada al Norte.

Para la descripción de estos materiales nos basaremos en la exposición que de esta unidad se hace en las hojas 276 y 314 del Mapa Geológico de España.

En los 340 metros de potencia que poco más o menos constituyen esta serie caliza se encuentran por orden estratigráfico, de abajo arriba, los siguientes tipos de materiales:

1. Calizas y margas más o menos sabulosas; 50 metros.
2. Calizas en estratos potentes muy fosilíferas.
3. Calizas margosas en lechos delgados.
4. Caliza formando un banco potente, que origina escarpes pronunciados.
5. Calizas duras tableadas. El espesor de estos cuatro últimos niveles suman 45 metros.
6. Calizas duras; 45 metros.
7. Caliza en un banco de 6,5 metros.
8. Caliza más o menos dura, grisácea o blanca, con ostras; 25 metros.
9. Calizas generalmente blancas en bancos no muy potentes; 17 metros.
10. Calizas duras tableadas, con vetas de espato calizo; 9 metros.
11. Caliza dura, dando grandes escarpes; 10 metros.
12. Capas numerosas de caliza dura; 55,5 metros.
13. Calizas en bancos numerosos, muy compactas, con fractura concoidea o astillosa, con muchas venas de caliza espática; 76 metros. Constituye el nivel canterable (fig. 33).



Fig. 33. Calizas compactas (28 a) del Turonense-Senonense, en explotación, al S. de Quintanilla de la Mata

Este corte corresponde a la sierra situada en el ángulo NE. del Tramo.

En la sierra más extensa, situada de E. a W., al sur de Lerma, hacia el centro del Tramo y que constituye la razón de esta zona, están representados en el terreno que nos ocupa los niveles más altos de la serie, comprendidos entre los 150 y 200 últimos metros.

**Estructura.**—Las dos sierras se corresponden con sendas estructuras anticlinales.

El anticlinal del N. está orientado al NW. y la pequeña área que interesa a esta zona se corresponde con el flanco SW. Las capas pasan de buzamientos fuertes a suaves del muro al techo de la formación.

El anticlinal del centro se orienta de E. a W. Se trata de una estructura compleja con repliegues menores dentro de la charnela que no afectan en conjunto al arrumbamiento general del anticlinal.

Una importante falla afecta al flanco N., que lleva parejas una secuela de pequeñas fallas y fracturas que originan estructura escalonada de la ladera.

En el corte que puede hacerse en la trinchera de la actual carretera Madrid-Burgos se observa una constante repetición por falla de una serie en la que están representadas calizas duras de grano fino, calizas cavernosas marmóreas y calizas con niveles delgados de margas.

**Geotecnia.**—Lo más destacado de este grupo es que en él se ubican las masas canterables más importantes del Tramo.

Morfológicamente representa un relieve abrupto que obliga a flanquearlo por su extremo E., de topografía mucho más suave.

En el caso de que se realicen grandes desmontes o se perforen en túnel, circunstancia poco probable, habrá que prever desprendimientos importantes en las calizas, favorecidos por un diaclasado importante, en relación con el plegamiento y el grupo de fallas de dirección E.-W. que las afectan.

#### MARGAS Y MARGOCALIZAS GRISES (28 a)

**Litología.**—Alternancia de calizas nodulosas, margosas, margocalizas y margas con tonos grises azulados y blanco-amarillentos. Su espesor oscila entre los 30 y 40 metros (fig. 34).

**Estructura.**—Yacen bajo toda la potente formación caliza del Cretácico Superior, al cual pertenece este nivel como base del mismo. Las capas buzán al S. no muy fuertemente.

Ocupa una superficie muy reducida en el flanco SW. del anticlinal existente al nordeste del Tramo.

**Geotecnia.**—Por su localización y pequeña extensión no cobra interés en este aspecto.

#### ARENISCAS VERSICOLORS (27 a)

**Litología.**—Se trata de una facies muy típica y conocida del Cretácico inferior. Es una formación detrítica, integrada por pudingas, areniscas, arenas y arcillas arenosas, que alternan de forma irregular en bancos a veces bastante potentes. La consistencia de las capas varía considerablemente, existiendo desde pudingas y areniscas muy consolidadas,



Fig. 34. Calizas margosas (28 a) del Cenomanense en Cuevas de San Clemente

pasando por términos intermedios a niveles francamente deleznable. Las arenas y cantos, que son siempre muy redondeados, son de naturaleza silícea. Existen arenas y areniscas blancas muy puras; más frecuentes son las impregnadas de hematites, que les imprimen colores rojos, violáceos y amarillentos (fig. 35).

Se localizan en una pequeña área en el extremo NE. del Tramo, al pie de las laderas escarpadas originadas por el potente grupo calizo cretácico.

**Estructura.**—Participa de igual disposición que los dos grupos precedentes. En el flanco anticlinal estas rocas detríticas constituyen los niveles del Cretácico inferior, que corresponde al Albense.



Fig. 35. Areniscas del Albense (27 a) en el kilómetro 26 de la carretera de Sagunto a Burgos



Las capas que están inmediatamente debajo de las margas y margocalizas grises buzanan unos 20° al S. aproximadamente y van haciéndose más tendidas en dirección NE. a medida que se aproximan al eje anticlinal.

**Geotecnia.**—Carecen de interés para este estudio dada su localización.

#### BRECHAS ROJIZAS DE BORDE (34 a<sub>5</sub>)

**Litología.**—Al pie de las faldas de las sierras existe una banda de brechas calizas con matriz arcillosa-calcárea de color rojo, dispuestas en bancos lenticulares de 0,5 a 1 metro de espesor, con una potencia variable de unas zonas a otras. Intercalan niveles de arcillas rojas nodulosas y pasan lateralmente a éstas.

**Estructura.**—Yacen discordantes sobre las calizas cretácicas, con buzamientos ligeros en favor de la pendiente general del relieve primario sobre el que se originaron.

Constituyen una facies de borde que pasa lateralmente a arcillas, margocalizas o calizas, englobándose en la formación detrítica continental del Mioceno.

**Geotecnia.**—Conjunto estable sin problemas. Los afloramientos que participan del relieve de la sierra son reducidos y localizados fundamentalmente en la del extremo NE.

#### ALUVIAL DE CUBILLO DEL CAMPO (40 a<sub>3</sub>)

**Litología.**—Aluviones de arenas limosas y arcillosas, procedentes del derrubio de la formación detrítica Albense.

Están rellenando un pequeño arroyo que cruza por las proximidades de Cubillo del Campo, en el extremo NE.

### 4.3. RESUMEN GEOTECNICO DE LA ZONA

Ya que esta zona está constituida casi en su totalidad por el grupo calizo, resumiremos las características de éste.

Morfológicamente la sierra del S. de Lerma representa un obstáculo topográfico fácilmente salvable por su extremo E.

Salvo que se realicen desmontes importantes o se perfore, en cuyo caso, poco probable, existirán problemas de desplomes debido al diaclasado. La sierra se presenta como un macizo resistente.

Las calizas son o han sido intensamente explotadas en cantera, en algunos niveles importantes que ofrecen un material de características aceptables.

## 5. ZONA DE LERMA

### 5.1. GEOMORFOLOGIA

En realidad esta zona es muy parecida a la zona de Aranda-Cilleruelo. Por otra parte es lógico que lo sea, pues se corresponden geológicamente desde el punto de vista estratigráfico y estructural, o sea, la zona de Lerma está íntegramente representada por terrenos del Mioceno continental de disposición horizontal y depósitos cuaternarios en valles y vegas de ríos y arroyos de distinta importancia.

Al diferenciar las dos zonas nos hemos basado fundamentalmente en las diferencias litológicas que se observan en el Mioceno al norte y sur de la sierra de Tejada.

En líneas generales mucho de lo descrito en el apartado correspondiente a aquella zona es valioso para ésta. Aquí también existen las tres unidades morfológicas típicas en las llanuras estructurales, donde alternan capas de distinta dureza y se ha encajado una red hidrográfica más o menos importante: páramos, valles y laderas que unen aquéllos con éstos (fig. 36).

Las diferencias más importantes con respecto a la zona del S. radican en el carácter netamente detrítico de los sedimentos que se superponen al nivel de los páramos inferiores, de naturaleza generalmente caliza, y condicionan la existencia de páramos altos constituidos por pudingas poco coherentes, cubriendo gran parte de la zona, que de esta forma queda así constituida por dos series claramente detríticas, separadas por una calcomargosa no muy potente (figs. 37, 38 y 39).

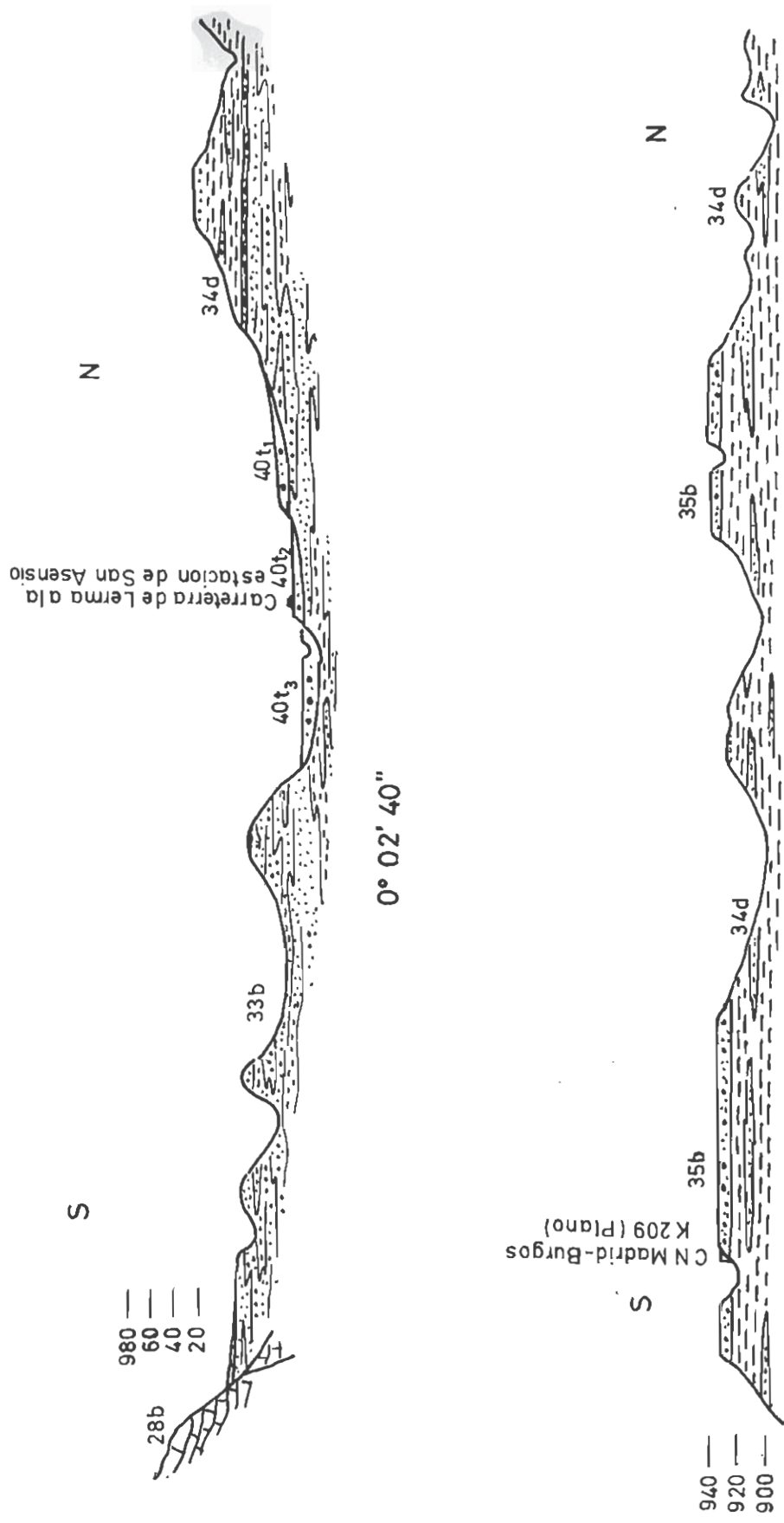


Fig. 36. Cortes geológicos generales de la zona de Lerma









Fig. 38. Foto aérea de los páramos altos detríticos y zonas de cuevas margosas



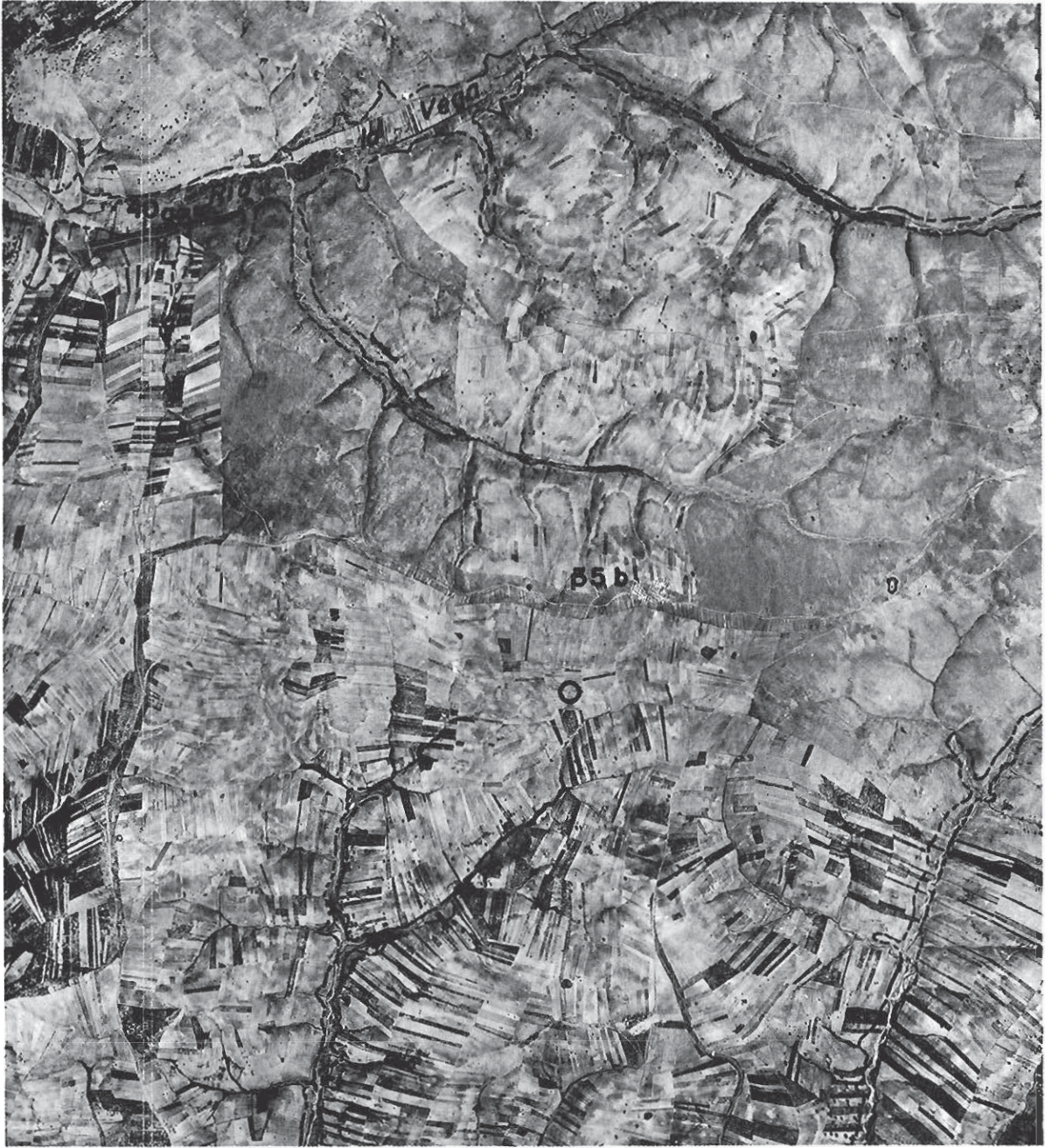
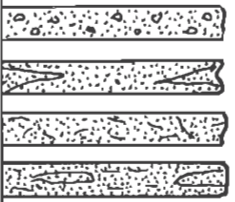

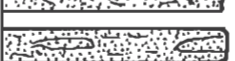







Fig. 39. Foto aérea de las formaciones detríticas que originan los páramos altos

## 5.2. GRUPOS GEOTECNICOS

Columna litológica	Referencia	Descripción	Edad
	40 (t <sub>1</sub> , t <sub>2</sub> , t <sub>3</sub> )	Terrazas del Arlanza.	CUATERNARIO
	40 a <sub>2</sub>	Aluviones recientes de gravas y arenas silíceas.	»
	40(a <sub>3</sub> , a <sub>4</sub> )	Aluviones limosos sobre gravas.	»
	40 (c <sub>1</sub> , c <sub>2</sub> )	Coluviones y aluviones de pequeño desarrollo.	»
	35 b	Conglomerados y areniscas deleznales, y margas rojas arcillosas.	PONTIENSE SARMATIENSE
	34 d	Margas rojas arcillosas con lechos de pudingas silíceas deleznales.	SARMATIENSE
	34 c	Margas rojas nodulosas, margocalizas, calizas margosas y algunos lechos detríticos.	»
	33 b	Areniscas, pudingas, arenas, limos y margas. Conjunto de colores abigarrados.	TORTONIENSE



## ARENISCAS Y MARGAS ROJAS DE LERMA (33 b)

**Litología.**—Entre Quintanilla de la Mata y Lerma la carretera nacional Madrid-Burgos discurre por unos terrenos de color rojo de aspecto arcilloso que observados en detalle pueden diferenciarse: areniscas, arenas silíceas, limos y arcillas, en una estratificación a veces seriada y en la cual no está ausente el componente calcáreo. Por el contrario, su presencia en todos estos niveles en mayor o menor proporción actúa como cementante y a veces como niveles diferenciados de margocalizas. Este mismo grupo puede ser observado con claridad en la trinchera del ferrocarril de las proximidades de Santa Cecilia o Ruyales del Agua (fig. 40).

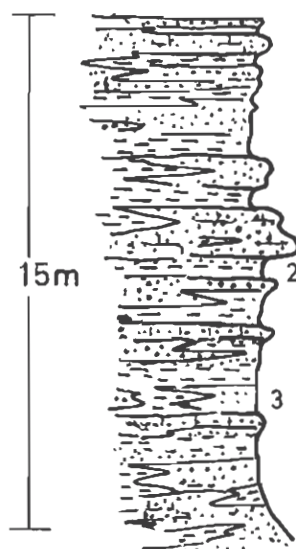


Fig. 40. Corte esquemático del grupo 33 b: 1, areniscas compactas de grano fino y cemento calcáreo; 2, margas rojas arcillosas; 3, limos rojos, y 4, arenas limosas



Fig. 41. Areniscas sobre margas rojas (33 b) en Lerma

A pequeña y gran escala este conjunto de materiales experimenta frecuentes cambios. Las areniscas, por ejemplo, cambian de dureza, color y grosor, y pasan lateralmente a pudingas, por una parte, o a arenas, limos, arcillas e incluso a margocalizas, por otra, en espacios de terreno muy pequeño (fig. 41).

Las arenas, de colores rojos la mayoría de las veces, frecuentemente limosas, se hacen en ocasiones bastante puras, de colores claros y amarillentos, siendo objeto de explotación en pequeños areneros (fig. 42).

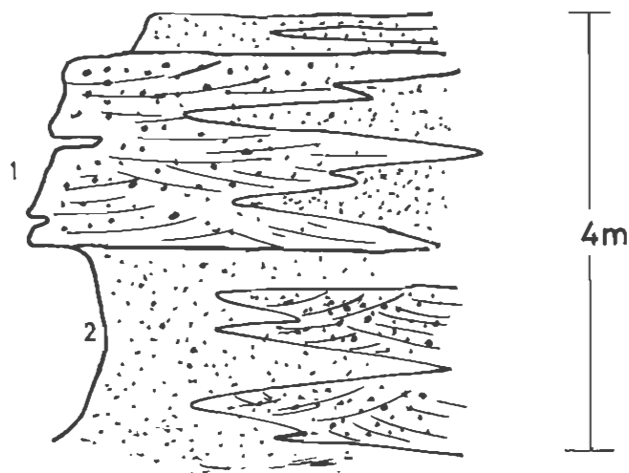


Fig. 42. Corte esquemático de detalle en el grupo 33 b: 1, areniscas compactas, y 2, areniscas deleznales

**Estructura.**—Lechos discontinuos lenticulares, que yacen horizontalmente. No están afectados por fallas ni fracturas.

**Geotecnia.**—Conjunto bastante estable que admite taludes con pendientes mínimas de 45°, con alturas entre 15 y 20 metros. A largo plazo el derrubio les afectará, provocando acaravamientos y desprendimientos por descalce de pequeña magnitud. También podrán originarios las surgencias de pequeños acuíferos colgados en las areniscas, interestratificadas entre limos y arcillas.

En general estos materiales podrán ser utilizables para préstamos.

#### MARGAS Y MARGOCALIZAS DE LOS PARAMOS (34 c)

**Litología.**—Realizando un corte esquemático desde lo alto del páramo por donde discurre la carretera de Lerma a Tórtoles hasta Iglesiarrubia, y en un descenso de poco más de 50 metros, se cortan los siguientes niveles: unos primeros metros, poco más de uno, de caliza gris azulada lajosa, de grano fino y fractura concoideia; debajo, margas rojas nodulosas y pequeños niveles de arenas con grava; calizas margosas, margas y margocalizas alternando en lechos delgados; margas rojas nodulosas; calizas, calizas areniscosas y margas areniscas. Los colores de toda esta

serie, con excepción de los claramente calizos, de tonos claros y azulados, y los margocalizos, de claros a asalmonados, son rojos y rojoparduzcos (fig. 43).

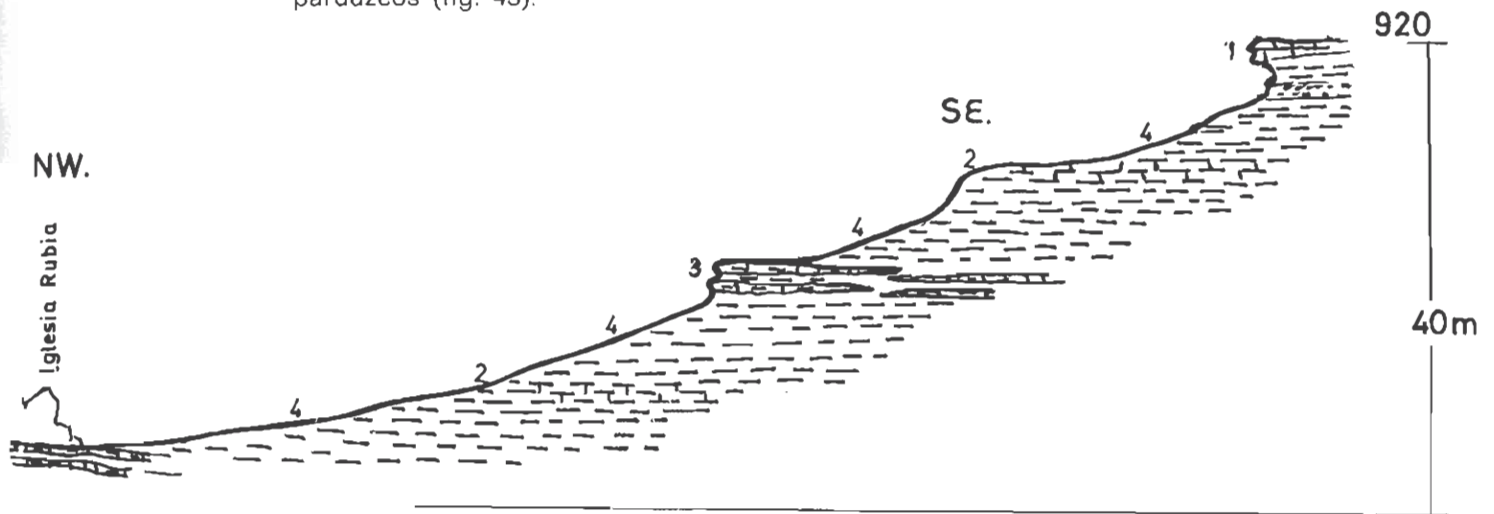


Fig. 43. Corte esquemático desde el páramo de 920 metros a Iglesiarrubia, del grupo 34 c: 1, calizas en lajas; 2, margocalizas; 3, calizas margosas y areniscas, y 4, margas rojas nodulosas

En conjunto alternan desigualmente margocalizas (en el borde de la sierra pasan a brechas) más o menos arcillosas o areniscosas, margas rojas nodulosas y algunos lechos de areniscas y pudingas (fig 34).



Fig. 44. Margocalizas nodulosas (34 c) en Zael



Este grupo experimenta un cambio lateral importante en dirección Noreste.

Los niveles claramente detríticos son más abundantes en este grupo que en su correspondiente en la zona S. Los lechos de areniscas y conglomerados incoherentes se interponen frecuentemente entre las capas de margocalizas y margas rojas, e incluso todos estos materiales reflejan un carácter detrítico manifiesto.

**Estructura.**—La horizontalidad de los estratos, la alternancia muy irregular de niveles relativamente duros y blandos, originan por erosión diferencial una serie de páramos a distintas alturas, coincidiendo con niveles de margocalizas más o menos compactas y alguna vez con lechos detríticos poco consolidados.

**Geotecnia.**—Este grupo geotécnico es prácticamente semejante al que se describió en la zona tercera como 34 b, y, por tanto, le es válido todo lo dicho en aquel apartado.

#### MARGAS ROJAS NODULOSAS (34 d)

**Litología.**—Este grupo representa un cambio lateral de facies del anterior, consistente en la casi total desaparición de los niveles calizos y calizomargosos; cambio que va haciéndose patente más intensamente hacia el este de la zona. El resultado es el predominio claro de los niveles de margas rojas nodulosas, de aspecto arcilloso «escoriáceo», y la intercalación de lechos detríticos de arenas y gravas con matriz limosa roja, muy poco coherentes (fig. 45).

Un nivel margocalizo de tonos blanquecinos constituye la base de este grupo, en contacto con la serie de areniscas y margas rojas de Lerma.

Abundando más en el cambio lateral de facies hacia el E., el carácter detrítico aumenta, dando paso a niveles con predominio de areniscas y conglomerados muy poco coherentes.



Fig. 45. Margas rojas algo nodulosas de Villamayor de los Montes (34 d)



**Estructura.**—Las capas dispuestas en lechos más o menos irregulares yacen horizontalmente.

**Geotecnia.**—Los caracteres más destacados de este grupo radican sin dudã en su escasa dureza y en su naturaleza arcillomargosa. Por el primero la incidencia del derrubio provoca el acarreamiento de las laderas, con la consiguiente alteración, arrastre y acumulación de los detritus al pie de éstas.

El segundo está íntimamente ligado al primero; la textura y composición de estas rocas favorece su alteración a arcillas con cierta plasticidad, que originan pequeñas reptaciones en laderas pronunciadas.

A corto plazo taludes de 10 a 15 metros con pendientes medias de 45° podrán ser estables, pero habrá que pensar en el efecto lento, pero constante de alteración y erosión de las aguas meteóricas, a fin de aminorarlo mediante obras adecuadas.

### CONGLOMERADOS Y MARGAS ROJAS DE LOS PARAMOS ALTOS (35 b)

**Litología.**—En el centro de la zona, al norte de Lerma y sobre las margas rojas nodulosas del grupo inmediato inferior, hacia la cota 920 metros, continúa la serie con una facies detrítica mucho más manifiesta, que hacia el E. gana niveles inferiores debido a lo que apuntãbamos en el grupo anterior sobre el cambio de facies (fig. 46).

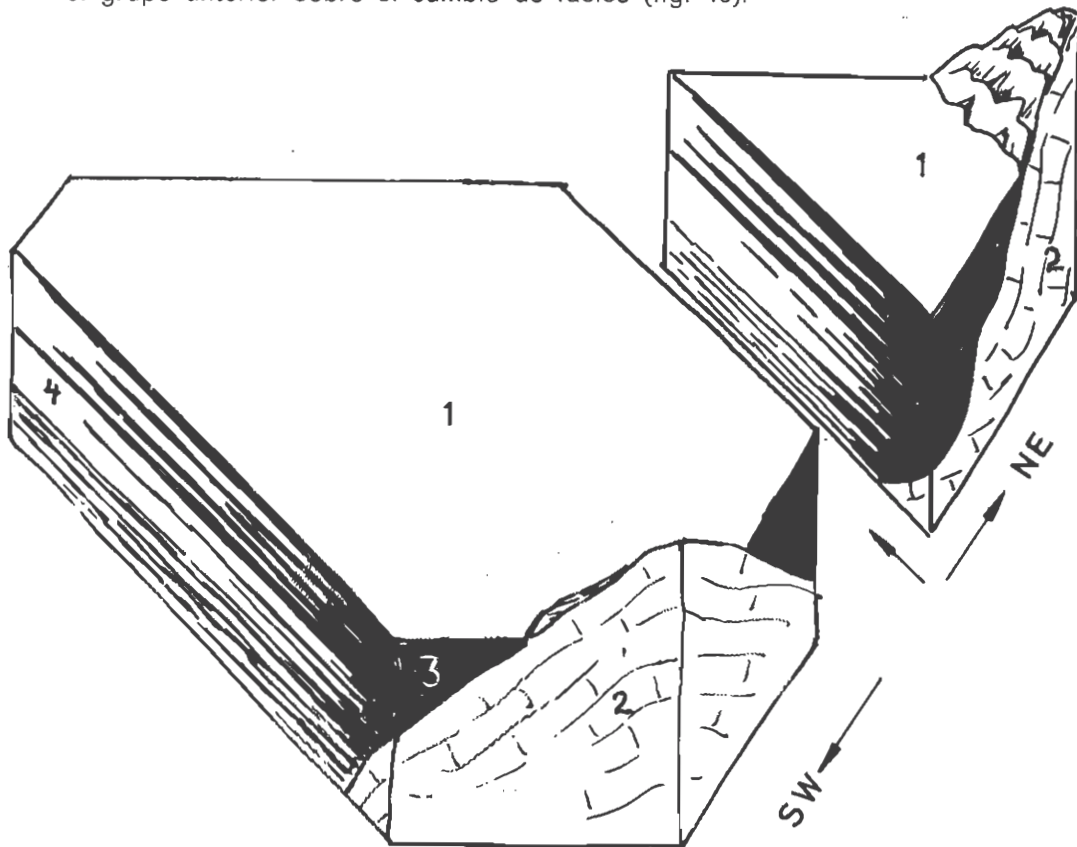


Fig. 46. Bloque diagrama esquemático de la cuenca terciaria continental al este de Lerma: 1, llanura estructural terciaria; 2, macizos periféricos mesozoicos; 3, depósitos detríticos gruesos, y 4, depósitos margoarcillosos

En los 100 metros que puede llegar a alcanzar este grupo se alternan niveles de 10 metros como valor medio, dominando en unos los conglomerados y areniscas incoherentes y en otros las margas rojas arcillosas. Los tonos que adquiere toda esta formación son rojos oscuros muy fuertes.

Los conglomerados son de naturaleza silícea, los cantos suelen ser de cuarcita y están muy redondeados y englobados en una matriz limo-arenosa. La cementación es muy débil, por lo que resultan fácilmente desmoronables.

Las arenas son igualmente silíceas, de grano variable y frecuentemente limosas.

Conglomerados y arenas se disponen en lechos discontinuos, donde los cambios laterales son bruscos debido al tipo de sedimentación.

Los horizontes margoarcillosos son tan potentes o más que los de gravas y arenas. Están formados por margas muy arcillosas y margas nodulosas, siempre de tonos rojos oscuros. Son muy similares a todas las margas arcillosas rojas de todos los tramos miocenos. Intercalan niveles limosos y arenosos y lateralmente pueden pasar a arenas y gravas.

Según se gana altura en la serie y nos aproximamos a la sierra en dirección a Covarrubias aumenta el carácter detrítico de la formación y el tamaño de los clastos, y la consolidación de los materiales parece ser algo mayor.

**Estructura.**—Como todo el resto de la zona, las capas se disponen horizontalmente.

Los niveles de conglomerados y arenas suelen dar lugar a páramos más o menos extensos.

**Geotecnia.**—El alto grado de infiltración de las aguas meteóricas y la textura de los niveles de conglomerados y arenas que constituyen los páramos altos en esta zona contribuyen, a la par que el clima, a que la erosión de estos terrenos, poco coherentes en general, no progrese excesivamente. No obstante, en los taludes existentes en la carretera na-



Fig. 47. Acarcavamientos originados por las aguas de escorrentía sobre detríticos del grupo (35 b)

cional Madrid-Burgos el derrubio provoca un acarreamiento muy manifiesto, con arrastre y depósito al pie de ellos de gran cantidad de detritus. Al margen de estos procesos no se han observado otros fenómenos de inestabilidad. Del estudio de las fotos aéreas se ha localizado un pequeño deslizamiento en esta formación en relación con una surgencia de aguas en el lugar denominado Las Cabezas, al nordeste de Torrecilla del Monte, lo que induce a pensar que éstos serán posibles cuando algún talud se corte y quede colgado algún pequeño acuífero localizado en los lechos de grava y arena, provocando la inestabilidad por alteración y arrastre del nivel impermeable margoarcilloso sobre el que se asienta (fig. 47).

En general este grupo, y en especial los niveles más detríticos, serán utilizables como material de préstamo.

#### RECUBRIMIENTOS COLUVIALES Y ALUVIALES (40 c<sub>1</sub>, c<sub>2</sub>)

No adquieren un desarrollo importante. Desde el punto de vista litológico y geotécnico es válida la descripción que se ha hecho para suelos coluviales en la zona de Aranda.

#### ALUVIALES Y CONOS DE DEYECCION (40 a<sub>3</sub>, c<sub>4</sub>)

Los depósitos tipo 40 a<sub>3</sub> están formados por una capa superficial de limos y arcillas (1 m. aprox.) sobre gravas poligénicas con arenas y limos (1 a 3 m. aprox.) en menor proporción.

Los tipos 40 a<sub>4</sub> son fundamentalmente limo-arcillosos y se localizan en los ríos y arroyos que desembocan al Arlanza dentro de la zona. Sus potencias oscilan entre los uno y cuatro metros.

Los depósitos 40 a<sub>3</sub> podrán ser utilizados en préstamos, los 40 a<sub>4</sub> poseen malas características geotécnicas.

#### ALUVIONES RECIENTES (40 a<sub>2</sub>)

El río Arlanza discurre de E. a O. en un amplio lecho, donde deposita gran volumen de acarreos y en los cuales traza sus meandros (fig. 48).

Dichos depósitos están contruidos fundamentalmente por gravas y arenas de naturaleza silícea y calcárea.

Originan yacimientos granulares muy importantes de ilimitado volumen.

#### TERRAZAS DEL ARLANZA (40 t<sub>1</sub>, t<sub>2</sub>, t<sub>3</sub>)

Se han podido reconocer hasta tres terrazas, desarrolladas fundamentalmente en la margen derecha del río.

Las más altas no suelen sobrepasar los cuatro metros de potencia. De la más baja desconocemos su espesor, que debe estar algunos metros por encima de este valor.

Están constituidas por gravas y arenas fundamentalmente silíceas, con una matriz limosa rojiza más o menos abundante, aunque escasa siempre.



Fig. 48. Aluviales actuales del río Arlanza

Se han realizado explotaciones de estos depósitos, pero frente a los acarreos actuales, que proporcionan materiales más limpios y abundantes, pierden importancia (fig. 49).



Fig. 49. Corte esquemático de las terrazas del río Arlanza

## RESUMEN GEOTECNICO DE LA ZONA

Desde el punto de vista morfológico presenta problemas similares a la zona Sur, pero mucho más restringidos. Se tendrán que realizar desmontes de alguna consideración. La excavación será fácil y los subproductos, en general, podrán ser empleados para préstamos.

Respecto a resistencia y estabilidad, se puede repetir aquí todo lo resumido en la zona de Aranda para formaciones similares. Tal vez tengamos que hacer destacar el grupo de conglomerados y margas de los páramos superiores que por su naturaleza, menos coherente que el resto de los niveles miocenos, es más factible de erosión y alteración.



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

## **6. YACIMIENTOS Y CANTERAS**

### **6.1. YACIMIENTOS**

Las terrazas de los ríos Duero y Arlanza y los arrastres actuales de este último proporcionan volúmenes ilimitados de materiales granulares de naturaleza poligénica con dominio de los componentes silíceos. En la actualidad se realizan explotaciones en zonas muy concretas de las amplias superficies cubiertas por estos depósitos. Las posibilidades de abrir nuevas graveras son, como se ha dicho, ilimitadas.

Existen también numerosas explotaciones de arenas y gravillas en los niveles detríticos del grupo 33 a (Mioceno Inferior), aprovechando los niveles areniscosos poco o nada consolidados. El interés de estos yacimientos es muy reducido, dado que no puede garantizarse la continuidad de los materiales en cuanto a composición y estructura, dado los continuos y rápidos cambios laterales de facies.

### **6.2. CANTERAS**

Los materiales rocosos, considerados de interés en el área estudiada, corresponden a algunos niveles calizos de la sierra situada al S. de Quintanilla de la Mata, originada por las calizas cretácicas. Se han abierto en ellos importantes canteras, de las cuales se han extraído grandes volúmenes de roca, pudiéndose considerar como ilimitada la cantidad explotable. Siempre será posible abrir nuevas canteras con características similares a las existentes en zonas próximas o lejanas a éstas.

En los niveles calizos miocenos, que constituyen los páramos, también se han abierto canteras, en donde los volúmenes extraídos son reducidos. El interés de estos materiales es muy reducido, pues aunque localmente la roca puede presentar buenas características en cuanto a la dureza y compacidad, la potencia de los niveles es siempre reducida y no puede garantizarse la continuidad lateral de la calidad de la roca, debido a los frecuentes cambios laterales a margocalizas y margas.

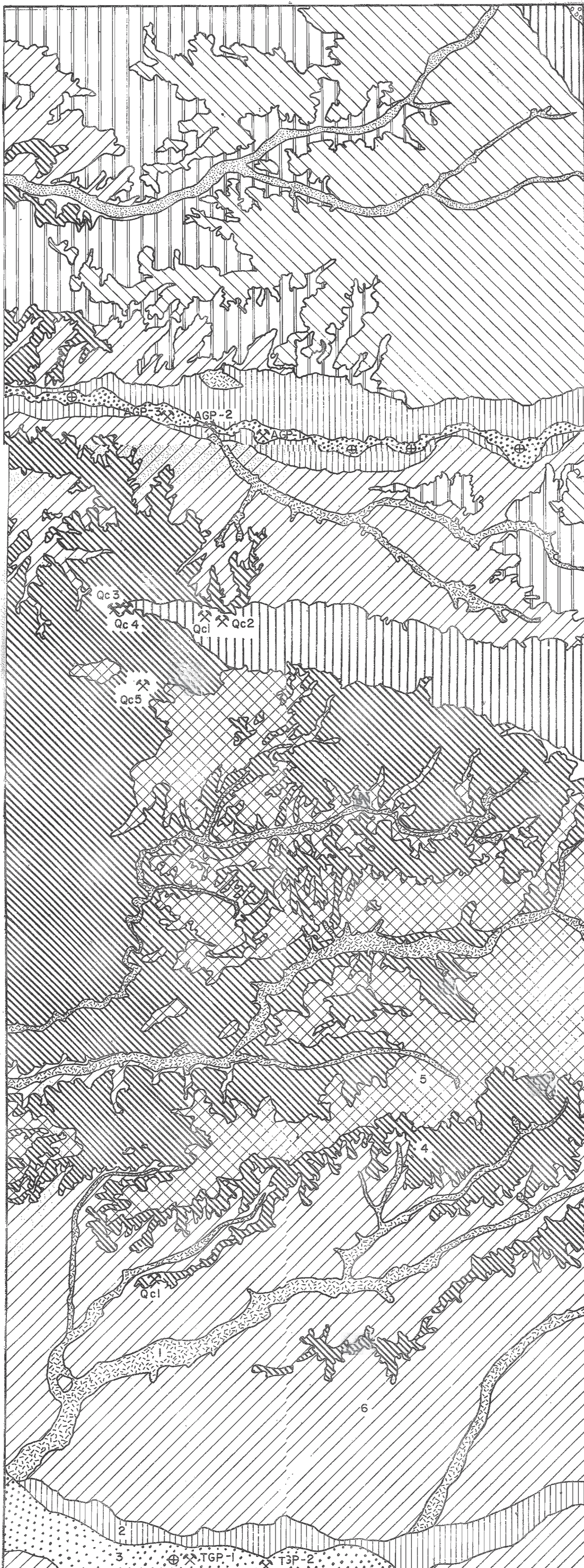
**NOTA: La información de este apartado corresponde exclusivamente a la fecha de edición de esta publicación**

CANTERA	MATERIAL	GRUPO GEOTECNICO	HOJA Y CUADRANTE 1/50.000	VOLUMEN EXPLOTABLE m <sup>3</sup> .	CALIDAD DEL MATERIAL	CALIDAD DEL YACIMIENTO
Qc-1	CALIZA	28 b	314-4	Ilimitado	Bueno	Bueno
Qc-2	»	»	»	»	»	»
Qc-3	»	»	»	700.000	»	»
Qc-4	»	»	»	700.000	»	»
Qc-5	»	34 a <sup>2.4</sup>	»	200.000	Bueno	Regular
Qc-1	»	34 a <sup>2.4</sup>	346-4	200.000	Bueno	Regular

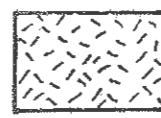
**NOTA: La información de este apartado corresponde exclusivamente a la fecha de edición de esta publicación**

YACIMIENTO	MATERIAL	GRUPO GEOTECNICO	CUADRANTE Y HOJA	VOLUMEN	CALIDAD	
					MATERIAL	YACIMIENTO
TGP-1	Gravas y arenas poligénicas (fundamentalmente silíceas)	T4/GP+SP	346-3	Ilimitado	Bueno	Bueno
TGP-2	»	»	»	»	»	»
AGP-1	»	AGP+SP	276-2 y 3	»	»	»
AGP-2	»	»	»	»	»	»
AGP-3	»	»	»	»	»	»





## RESUMEN LITOLÓGICO - GEOTÉCNICO DEL TRAMO ARANDA-LERMA



Aluviones arcillosos con turba.



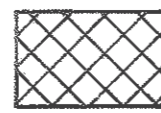
Terrazas y aluviones con limos sobre gravas poligénicas, susceptibles de explotación de materiales granulares.

Zona más apropiada para explotación de materiales granulares.

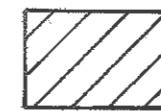
## DEPOSITOS CONTINENTALES HORIZONTALES



Páramos calizos y margocalizos, a veces escalonados y unidos por pequeñas cuestras, generalmente tendidas, originados por los niveles más margosos. Terminan en cornisas.



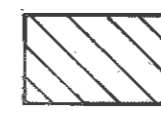
Terrenos margoarcillosos en laderas a veces muy pendientes, que unen los páramos inferiores con los superiores. Materiales de fácil erosión. Drenaje superficial, con amplio desarrollo de arroyos y cárcavas.



Terrenos detriticos y margoarcillosos de coherencia muy variable. Formas de relieve aiomadas, con laderas a veces muy pronunciadas al pie de los páramos inferiores. Drenaje interno y externo dendritico. Materiales de erosión desigual pero en general fácil.



Terrenos margoarcillosos en laderas generalmente pronunciadas y pequeños páramos originados por niveles detriticos de pudingas silíceas incoherentes o capas margocalizas.

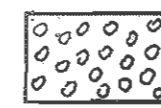


Páramos originados por niveles de pudingas silíceas, poco o nada coherentes, a veces escalonados y unidos por laderas tendidas originadas por los niveles margoarcillosos. Barrancos encajados, con laderas de fuertes pendientes.

## DEPOSITOS MARINOS PLEGADOS

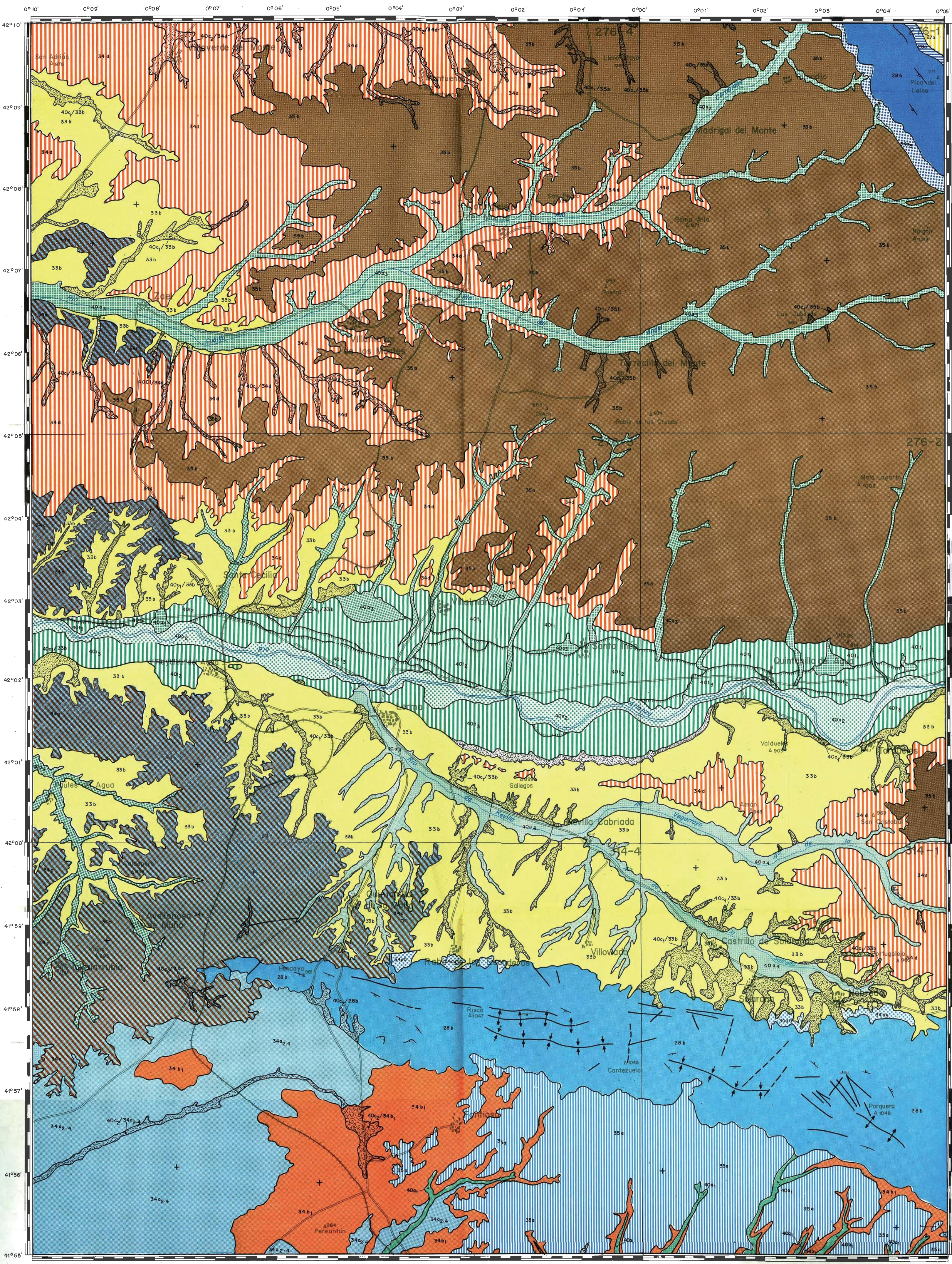


Terrenos calizos. Originan sierras de paso dificultoso. Se localizan en ellas importantes canteras.



Terrenos de facies Wealdense.





MAPA LITOLOGICO.- Escala, 1:50 000

CUATERNARIO

- Recubrimientos coluviales y aluviales de naturaleza arenolimosa, sobre terrenos detríticos (P.a 0,5-3 m).
- Recubrimientos coluviales y aluviales de naturaleza arcillosa sobre terrenos margosos (P.a 0,5-3 m).
- Aluviales arcillosos con frecuentes lechos de turba. Suelos de muy mala calidad (P.a 2,5-4,5 m).
- Aluviones actuales de naturaleza silicea fundamentalmente. Gravas mal graduadas y arenas, a veces, limosas. Originan yacimientos granulares de gran interés (P.a 4 m).
- Aluviales de naturaleza poligénica. Limos y arcillas sobre gravas con lentejones de arenas silíceas y limos (P.a 1-4 m).
- Aluviales limo-arcillosos. Depósitos de mala calidad. (P.a 1-4 m).
- Terrazas de gravas silíceas fundamentalmente, bien redondeadas con matriz arenosa y limos rojos minoritarios. En superficie presenta un recubrimiento limo-arcilloso poco potente. Son explotables como materiales granulares (P.a 2-5 m).

FORMACIONES DETRITICO-MARGOSAS

- Areniscas y pudinas silíceas de matriz limo-calcareas, consolidadas y a veces deleznales, alternando muy irregularmente con margas arcillosas de color rojo y algunos lechos de margocalizas. Cambios laterales de facies rápidos. Estratos lenticulares horizontales. Acarreamiento de los niveles margosos, desprendimientos por descalce; pequeños acuíferos colgados. Admiten taludes fuertes que requerirán conservación. Ripables (Tortonense P.a 100 m).
- Pudinas silíceas incoherentes con lentejones de arenas y limos rojos, alternando en bancos discontinuos con margas arcillosas rojas. Cambios laterales de facies rápidos. Estratos horizontales que dan lugar a llanuras. Acarreamiento acusado en los niveles margosos y arenolimosos, pequeños acuíferos colgados. Admiten taludes fuertes que requerirán conservación (Sarmatiense-Pontense P.a 40-100 m).
- Margas arcillosas nodulosas, de tonos rojos, y aspecto masivo con intercalaciones de lechos de margocalizas, areniscas y pudinas incoherentes. Materiales alterables y erosionables a corto plazo. Horizontales. Admiten taludes fuertes que requerirán conservación (Sarmatiense-Pontense P.a 40 m).
- Pudinas y areniscas verdecizas de naturaleza silíceas, alternando con arcillas. Materiales generalmente deleznales. Se explotan las arenas finas. Capas buzando de 10 a 30 grados al SW (Albense P.a 200 m).
- Margas arcillosas nodulosas de tonos rojos, que intercalan lechos o capas de margocalizas y areniscas deleznales. Formación impermeable que se erosiona y altera con cierta facilidad. Admiten taludes fuertes que requerirán conservación. Estratos horizontales (Sarmatiense P.a 40 m).

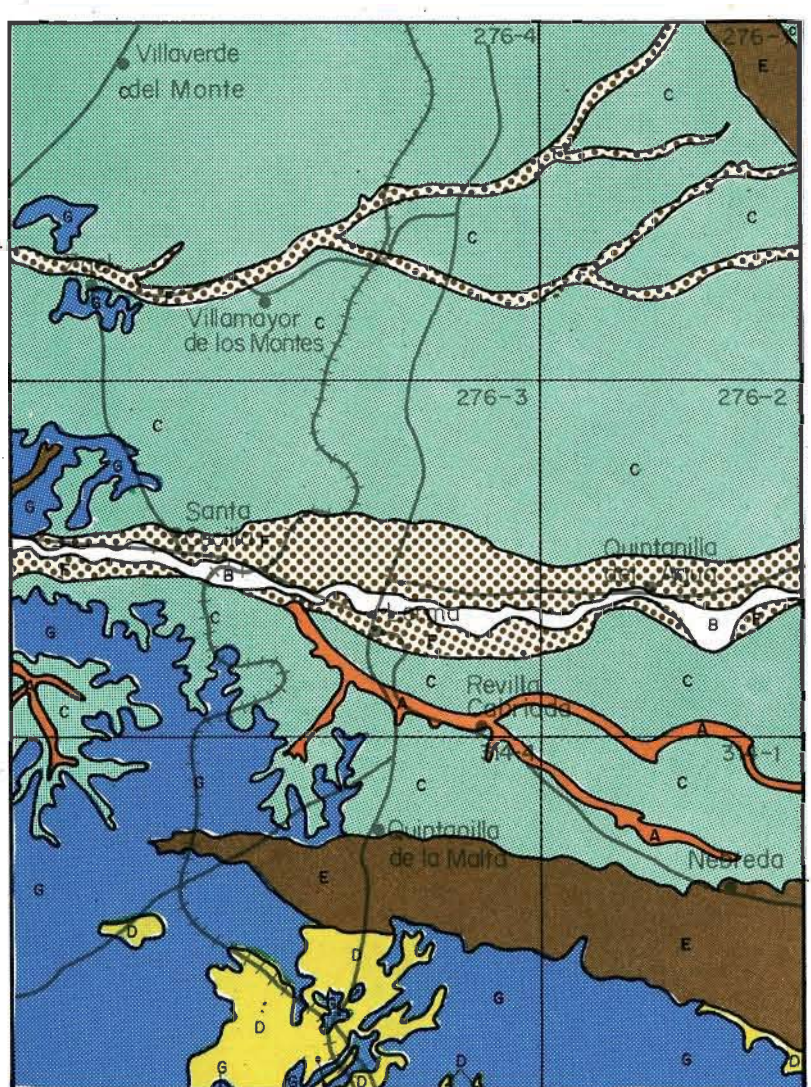
FORMACIONES CALIZO-MARGOSAS

- Margas arcillosas nodulosas de tonos rojos, alternando con margocalizas y calizas margosas, que intercalan algunos lechos de arenas y pudinas poco coherentes. Estratos horizontales, origen páramos y cuestas tendidas. Admiten taludes fuertes. Ripable (Sarmatiense P.a 30 m).
- Calizas gris azuladas y blanquecinas, duras de grano fino, lajas, cavernosas, margosas, con margocalizas y margas, alternando en estratos de diversa potencia y sucediéndose lateralmente unos terminos a otros en rápidos cambios de facies. Constituyen los páramos inferiores más extensos. Ripabilidad media. Permeabilidad por fisuración. Estratificación horizontal. Admiten taludes muy fuertes (Sarmatiense P.a 30 m).
- Formación similar a la 34 a. Constituye los páramos altos, en los que culmina la serie continental miocena (Pontense P.a 40 m).
- Brechas calizas con matriz margoarcillosa de tonos rojizos. Lateralmente pasan a margocalizas que alternan con arcillas margosas rojas. Es una facies de borde muy variable en potencia (Sarmatiense P.a 10-20 m).
- Margocalizas y calizas margosas alternando con margas de tonos gris-verdosos y blanco-amarillentos. Estratos buzando de 20 a 30 grados al SW. Formación estable poco permeable. Ripabilidad baja (Cenomanense P.a 30 m).
- Calizas duras, de grano fino, espáticas, cavernosas, brechificadas, de tonos claros, ocres y asafumados, en estratos potentes y tabulares. Buzamientos suaves dentro de una estructura en anticlinal. Red importante de diaclasado; peligro de desprendimientos en taludes acusados. Materiales canterables (Turonense-Senonense P.a 340 m).

COLUMNA ESTRATIGRAFICA

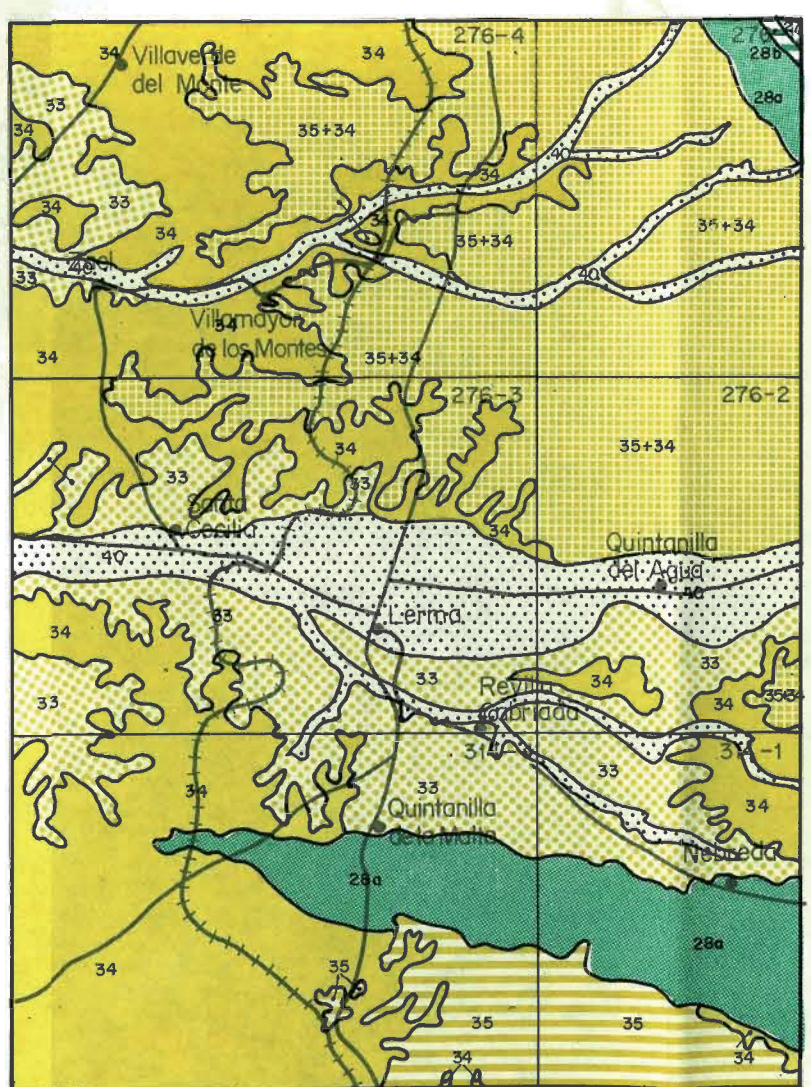
CUATERNARIO	40 c <sub>1</sub>
	40 c <sub>2</sub>
	40 c <sub>3</sub>
	40 c <sub>4</sub>
	40 c <sub>5</sub>
	40 c <sub>6</sub>
	40 c <sub>7</sub>
PONTIENSE	35 a
	35 b
PONTIENSE - SARMATIENSE	35+34
SARMATIENSE	34 d
	34 b <sub>1</sub>
	34 c
	34 c <sub>2-4</sub>
	34 c <sub>5</sub>
TORTONIENSE	33 b
TURONENSE - SENONENSE	28 a
CENOMANENSE	28 b
ALBENSE	27 a

MAPA GEOTECNICO.- Escala, 1:200.000



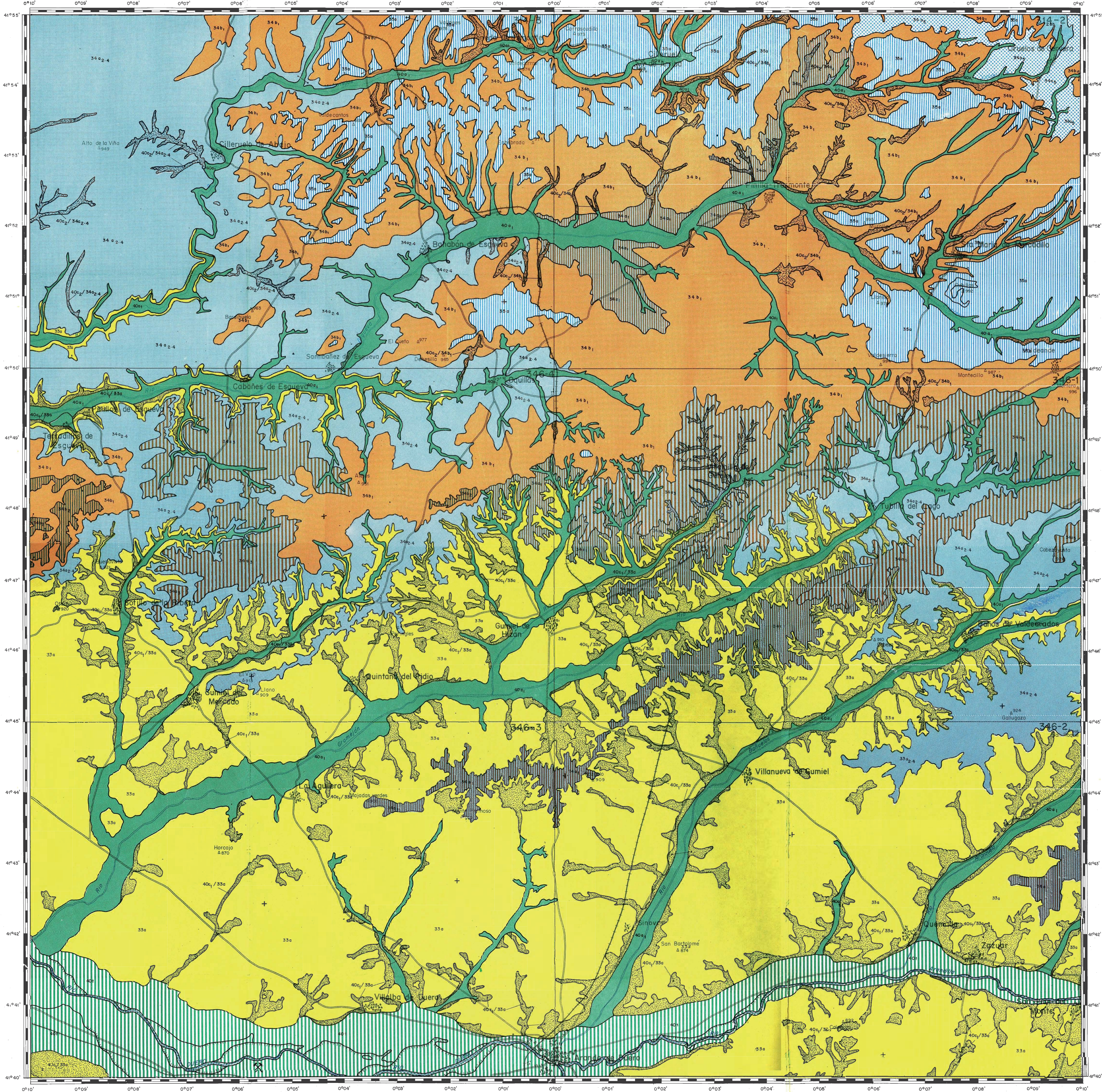
- FORMACIONES CON PEQUEÑOS PROBLEMAS**
- Suelos de mala calidad con problemas de asiento y drenaje
  - Lecho mayor del río Arlanza. Gran poder de arrastre.
  - Páramos (detríticos), barrancos encajados y laderas que unen estos con aquellos de fuertes pendientes. Erosión fácil con desarrollo acusado de cárcavas, pequeños acuíferos colgados, desprendimientos por descalce, alteración de los bancos margocalizos.
  - Laderas intermedias entre los páramos calizos superior e inferior. Terrenos impermeables de fácil erosión, con desarrollo acusado de cárcavas, alteración.
  - Zonas montuosas de difícil acceso. Desprendimientos por fisuración. Canterable.
- FORMACIONES SIN PROBLEMAS**
- Suelos granulares aptos para graveros y prestamos
  - Páramos calizos a distintos niveles. Terminan en laderas escarpadas.

MAPA GEOLOGICO.- Escala, 1:200.000



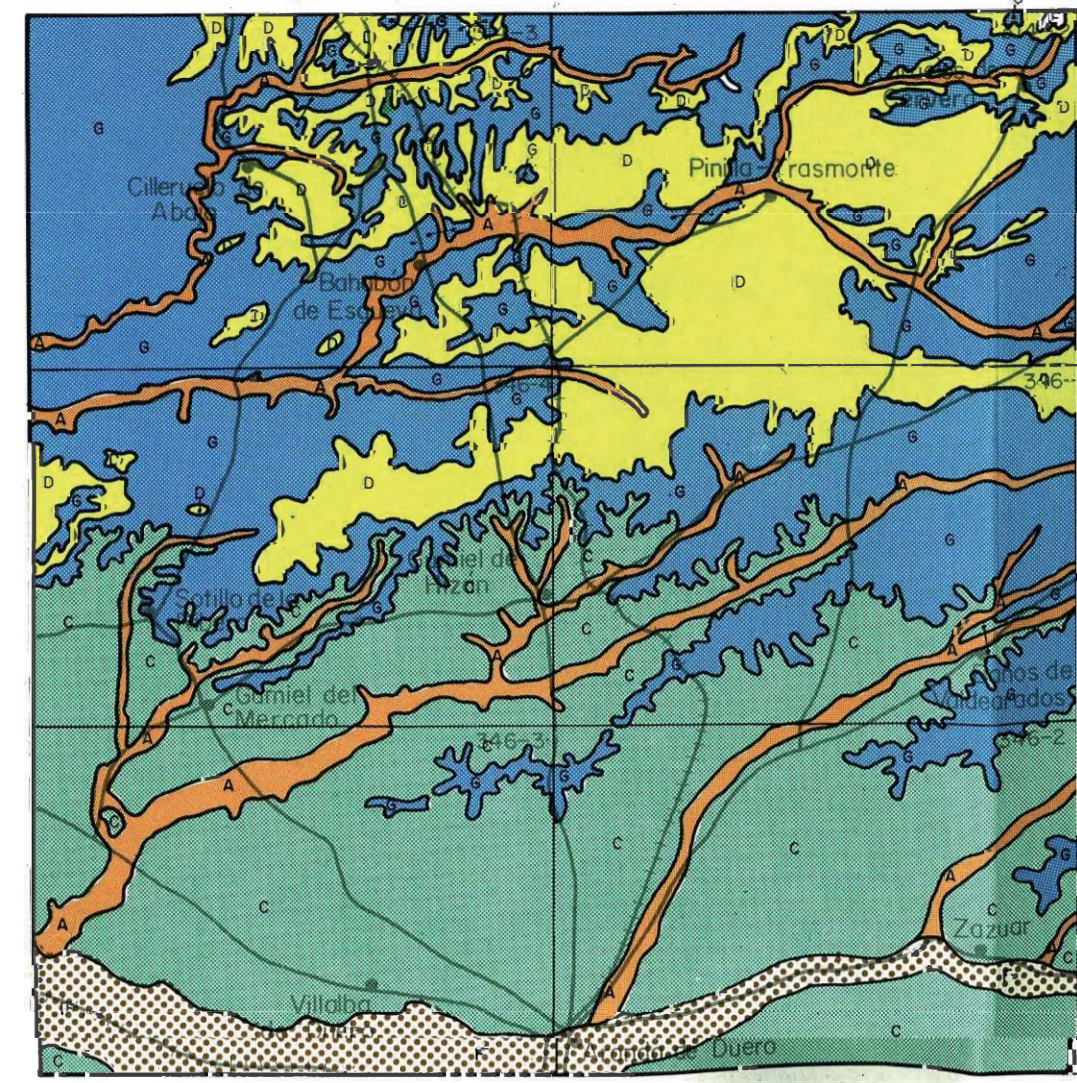
- CUATERNARIO
- PONTIENSE
- PONTIENSE-SARMATIENSE
- SARMATIENSE
- TORTONIENSE
- TURONENSE-SENONENSE
- CENOMANENSE
- ALBENSE





CUATERNARIO		FORMACION DETRITICO-MARGOSA		FORMACIONES CALIZO-MARGOSAS		FORMACIONES CALIZO-MARGOSAS	
	Recubrimientos coluviales y aluviales de naturaleza arenolimoso sobre terrenos detríticos (P.a 0.5-3 m).		Areniscas y pudingas silíceas, cementadas y deleznales, margas arcillosas rojas y términos intermedios, alternando irregularmente por cambios rápidos de facies. Permeabilidad buena o regular, bastante erosionables; pequeños descalses. Admiten taludes fuertes que requerirán conservación; ripables. Existen numerosas explotaciones de arenas y gravillas de reducida importancia (Tortonense P.a 100 m).		Margas arcillosas nodulosas de color rojo y salmón, margocalizas y algunos lechos de calizas margosas. Bancos, capas y lechos horizontales alternantes con cambios laterales rápidos de unos términos a otros. Origen páramos y cuasas, generalmente abarrancados. Admiten taludes fuertes (Sarmatiense P.a 20 m).		Margocalizas, margas rojas nodulosas y calizas más o menos margosas, en bancos y capas horizontales, que pasan de unos términos a otros por cambios laterales. Origen páramos bastante erosionados. Admiten taludes fuertes. Ripabilidad: mediana (Sarmatiense P.a 20 m).
	Recubrimientos coluviales y aluviales de naturaleza arcillosa sobre terrenos margosos (P.a 0.5-3 m).		Margas calizas nodulosas de tonos rojos con intercalaciones de lechos o capas de margocalizas y areniscas deleznales (estas menos frecuentes), horizontales. Formación impermeable de fácil erosión, admite taludes fuertes que requerirán conservación. Ripable (Sarmatiense P.a 40 m).		Calizas gris-azuladas y blanquecinas, duras de grano fino, lajas, nodulosas, cavernosas, margosas, con margocalizas y margas alternando en estratos de diversa potencia y sucediéndose lateralmente unos términos a otros en rápidos cambios de facies. Estratos horizontales que originan extensos páramos entre los 900 y 930 metros de altitud, terminados en laderas escarpadas. Permeabilidad por fisuración. Admiten taludes muy fuertes (Sarmatiense P.a 30 m).		Formación similar a la 34c2.4. Constituye los páramos altos, en los que culmina la serie continental miocena entre los 980 y 1.010 metros. (Pontiense P.a 30 m).
	Aluviones actuales. Gravias poligénicas y arenas limosas. Escaso desarrollo.		Capas de margocalizas intercaladas en el grupo 34b1 que originan pequeños páramos.		Brechas calizas con matriz margo-arcillosa de tonos rojizos, lateralmente, pasan a margocalizas que alternan con calizas margosas rojas. Es una facies de borde muy variable en potencia y extensión. Estratos horizontales que originan pequeñas llanuras o páramos. Estable, admite taludes muy fuertes. Ripabilidad media (Sarmatiense P.a 10-20 m).		Calizas duras de grano fino, espáticas, cavernosas, brechificadas, de tonos claros, ocre y asalmionados, en estratos potentes y tabreados. Buzamientos al S. suaves. Materiales canchales (Turonense-Senonense P.a 340 m).
	Aluviones arcillosos con frecuentes lechos de turba. Depósitos de mala calidad (P.a 2-5 m).						
	Terraza de gravas poligénicas, bien redondeadas, con matriz arenosa, a veces limosa, y con una montera limo-arcillosa poco potente. Origina yacimientos granulares de interés (P.a 3-5 m).						

MAPA GEOTECNICO.- Escala, 1:200.000



FORMACIONES CON PEQUEÑOS PROBLEMAS		FORMACIONES SIN PROBLEMAS	
	Suelos de mala calidad con problemas de asiento y drenaje		Suelos granulares aptos para graveros y préstamos
	Páramos (detríticos), barrancos encajados y laderas que unen estos con aquellos de fuertes pendientes. Erosión fácil con desarrollo acusado de cárcavas, pequeños acúferos colgados, desprendimientos por descalce, alteración de los bancos margocalizos.		Páramos calizos a distintos niveles. Terminan en laderas escarpadas
	Laderas intermedias entre los páramos calizo superior e inferior. Terrenos impermeables de fácil erosión, con desarrollo acusado de cárcavas, alteración.		
	Zonas mortuizas de difícil acceso. Desprendimientos por fisuración. Canterable		

MAPA GEOLOGICO.- Escala, 1:200.000

