



estudio previo de terrenos

Itinerario  
Burgos-Soria  
Tramo: Burgos - Soria

88-03

**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.

**DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS  
AREA DE TECNOLOGIA  
SERVICIO DE GEOTECNIA**

**ESTUDIO PREVIO DE TERRENOS**

**ITINERARIO BURGOS - SORIA**

**TRAMO : BURGOS - SORIA**

**DICIEMBRE, 1988**

## INDICE

	Pág.
1. <b>INTRODUCCION</b> .....	5
2. <b>CARACTERES GENERALES DEL TRAMO</b> .....	9
2.1. <b>CLIMATOLOGIA</b> .....	9
2.2. <b>TOPOGRAFIA</b> .....	11
2.3. <b>GEOMORFOLOGIA</b> .....	12
2.4. <b>ESTRATIGRAFIA</b> .....	13
2.5. <b>TECTONICA</b> .....	19
2.6. <b>SISMICIDAD</b> .....	21
3. <b>ESTUDIO DE ZONAS</b> .....	29
3.0. <b>DIVISION DEL TRAMO EN ZONAS DE ESTUDIO</b> .....	29
3.1. <b>ZONA 1: SIERRA DE LA DEMANDA</b> .....	31
3.1.1. <b>Geomorfología</b> .....	31
3.1.2. <b>Tectónica</b> .....	31
3.1.3. <b>Columna estratigráfica</b> .....	32
3.1.4. <b>Grupos litológicos</b> .....	32
3.1.5. <b>Grupos geotécnicos</b> .....	39
3.1.6. <b>Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona</b> .....	40
3.2. <b>ZONA 2: SIERRA DE LOS CAMEROS</b> .....	41
3.2.1. <b>Geomorfología</b> .....	41
3.2.2. <b>Tectónica</b> .....	42
3.2.3. <b>Columna estratigráfica</b> .....	42
3.2.4. <b>Grupos litológicos</b> .....	45
3.2.5. <b>Grupos geotécnicos</b> .....	73
3.2.6. <b>Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona</b> .....	75
3.3. <b>ZONA 3: CUENCA DEL DUERO</b> .....	76
3.3.1. <b>Geomorfología</b> .....	76
3.3.2. <b>Tectónica</b> .....	76
3.3.3. <b>Columna estratigráfica</b> .....	76
3.3.4. <b>Grupos litológicos</b> .....	76
3.3.5. <b>Grupos geotécnicos</b> .....	84
3.3.6. <b>Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona</b> .....	84

4.	<b>CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO</b> .....	87
4.1.	<b>RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRAFICOS</b> .....	87
4.2.	<b>RESUMEN DE PROBLEMAS GEOMORFOLOGICOS</b> .....	87
4.3.	<b>RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS</b> .....	88
4.4.	<b>CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS</b> .....	91
5.	<b>INFORMACION SOBRE YACIMIENTOS</b> .....	93
5.1.	<b>ALCANCE DEL ESTUDIO</b> .....	93
5.2.	<b>YACIMIENTOS ROCOSOS</b> .....	93
5.3.	<b>YACIMIENTOS GRANULARES</b> .....	96
5.4.	<b>MATERIALES PARA TERRAPLENES Y PEDRAPLENES</b> .....	103
5.5.	<b>YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON MAS DETALLE</b> .....	103
6.	<b>BIBLIOGRAFIA CONSULTADA</b> .....	109
7.	<b>ANEJOS</b> .....	111
7.1.	<b>ANEJO 1: SIMBOLOGIA UTILIZADA EN LAS COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS</b> .....	113
7.2.	<b>ANEJO 2: CRITERIOS UTILIZADOS EN LAS DESCRIPCIONES GEOTECNICAS</b> .....	115

## 1. INTRODUCCION

El Tramo de estudio comprendido entre Burgos y Soria, del Itinerario Burgos-Soria, queda situado en las provincias aludidas y comprende los cuadrantes de las Hojas del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000 que se indican:

Nº	Hoja	Cuadrantes
238	Villagonzalo-Pedernales	2
239	Pradoluengo	3
276	Lerma	1 (½ E) y 2 (½ E)
277	Salas de los Infantes	2, 3, 4
314	Cilleruelo de Abajo	1 (½ E)
315	Santo Domingo de Silos	1, 2, 4
316	Quintanar de la Sierra	2, 3
348	San Leonardo de Yagüe	1, 4
349	Cabrejas del Pinar	1, 4

El objeto del presente trabajo es el Estudio Previo de los terrenos del área indicada. Se ha realizado en diversas etapas, tanto de campo como de gabinete, siendo el resultado la presente Memoria, con sus Planos respectivos.

El trabajo se ha iniciado con una información bibliográfica general y detallada, y se ha continuado con el estudio fotogeológico de la región a partir de las fotos aéreas estereoscópicas a escala 1:33.000 del vuelo americano. A continuación se han efectuado diversos reconocimientos de campo para completar la delimitación de los distintos grupos litológicos, con levantamiento de columnas litológicas; el resultado ha sido la confección de un mapa litológico-estructural a escala 1:50.000, del área estudiada. También se ha hecho una caracterización geotécnica de los distintos grupos litológicos; las propiedades geotécnicas de los materiales cartografiados se han estimado, en la mayoría de los casos, a partir de la experiencia y observación directa, ya que este tipo de Estudio Previo no requiere una mayor determinación con ensayos de laboratorio.

A partir del mapa litológico-estructural, se han realizado esquemas a escala 1:200.000 desde los puntos de vista geológico, geomorfológico y geotécnico, así como otro donde se indican los suelos y formaciones de poco espesor.

En el capítulo 2 de la Memoria se recogen las características físicas y geológicas del Tramo, y se indica la Climatología, Topografía, Geomorfología, Estratigrafía, Tectónica y Sismicidad del área. En el capítulo 3 y de acuerdo con los

datos generales, se establece una división del Tramo en Zonas, y en cada una de ellas se hace la descripción geomorfológica y tectónica de la misma, se indica la columna estratigráfica y se describen los distintos grupos litológicos y geotécnicos, finalizando con un resumen de los problemas geotécnicos existentes. En el capítulo 4 se expresan las conclusiones generales del Estudio, resumiendo los problemas encontrados e indicando los trazados idóneos. El capítulo siguiente comprende la información sobre yacimientos rocosos y granulares y sobre los materiales para préstamos localizados en el Tramo. El último capítulo contiene una relación de la bibliografía consultada. También se incluye un apéndice con las observaciones generales sobre las indicaciones geotécnicas.

La Memoria va acompañada de un Plano litológico-estructural a escala 1:50.000 y de cuatro esquemas a escala 1:200.000, todos con sus leyendas correspondientes.

El equipo de técnicos que ha supervisado y realizado el Estudio, ha sido:

DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS  
AREA DE TECNOLOGIA. SERVICIO DE GEOTECNIA.

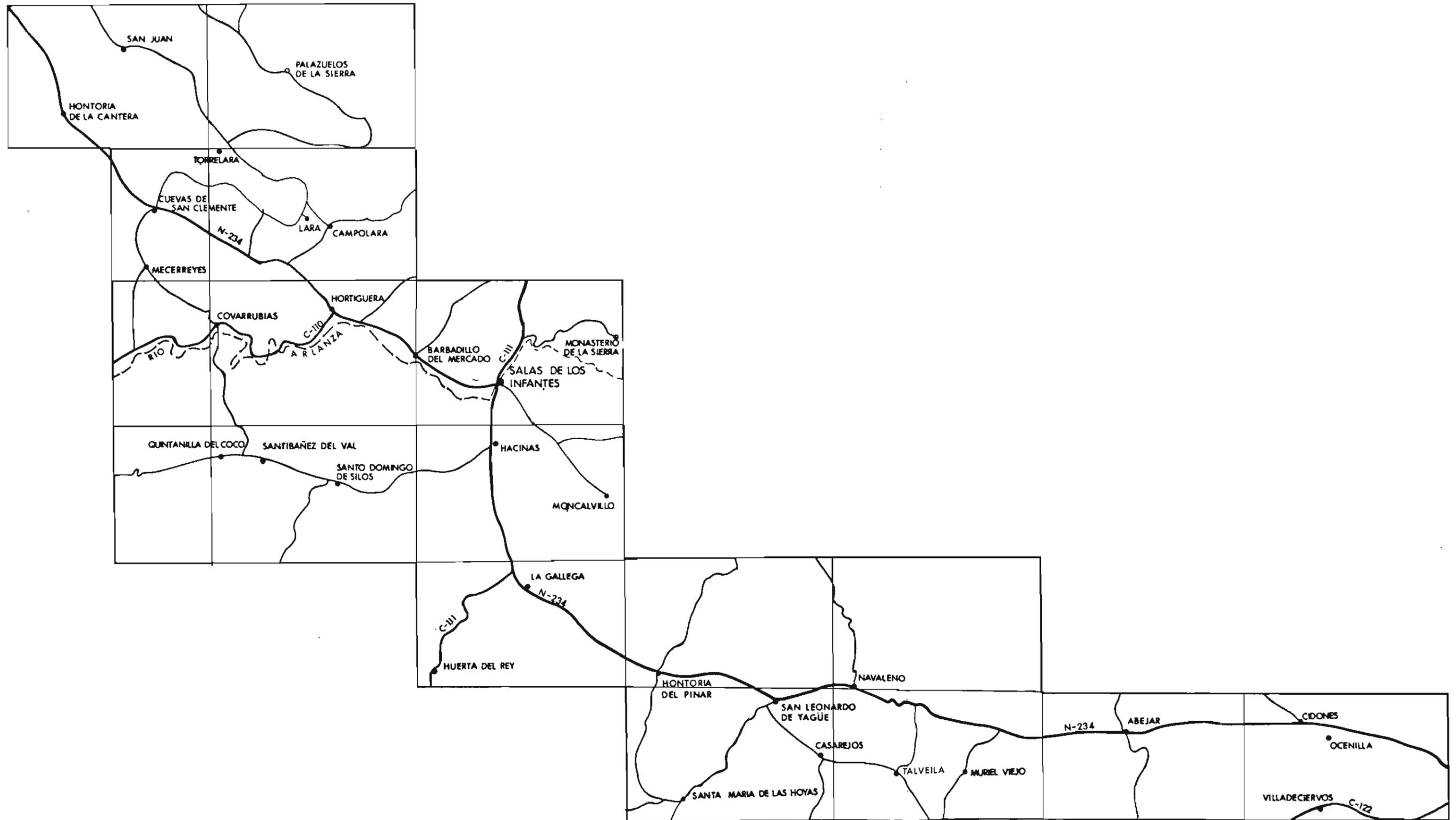
D. José Antonio Hinojosa Cabrera  
*Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos*

D. Jesús Martín Contreras  
*Licenciado en Ciencias Geológicas*

D. Manuel Rodríguez Sánchez  
*Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos*

GEOTECNIA Y CIMENTOS, S.A.

D. Antonio García Vélez  
*Doctor en Ciencias Geológicas*



SITUACION DEL TRAMO

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

### **2.1. CLIMATOLOGIA**

El área estudiada está situada en el borde de la Meseta Norte, en la zona de transición a la Depresión del Ebro, y junto a la Meseta Sur forma la llamada «Subregión Continental Extremada», que es una zona semiárida, si se exceptúan las áreas montañosas, con mínimo de pluviometría en invierno y máximo en primavera y otoño, incluida en la Región Continental. De acuerdo con el índice de continentalidad (dependiente de la variación anual de temperatura) y la máxima pluviosidad del año, la Región Continental queda limitada por la isólinea 20.

Desde el punto de vista climático, hay que diferenciar las zonas de llanura, en el borde Oeste del Tramo, de las zonas próximas a la Cordillera Ibérica. En las llanuras el invierno es largo y frío (el mes más frío es Enero, con media de 2°C), y las heladas son muy frecuentes (170 días de heladas al año); los períodos más fríos se asocian a invasiones del aire polar continental del NE, alcanzándose a continuación las temperaturas mínimas extremas. En situación anticiclónica las nieblas hacen que persistan las bajas temperaturas sin variaciones diurnas durante algunos días. Los veranos son frescos, con una temperatura media en Julio de 19°C. Los días de escarcha y rocío son pocos, 50 y 30 al año, de media, respectivamente. La pluviometría total anual no alcanza los 400 mm, y las nevadas son poco frecuentes, aunque se produzcan ocasionales y espectaculares temporales de nieve. En las zonas próximas a la Cordillera Ibérica, la topografía tiene gran influencia y conduce a una diversidad de condiciones climáticas locales.

En los cuadros siguientes se indican los datos más significativos de las estaciones meteorológicas de Burgos y Soria. En ellos se indican para cada mes las temperaturas máximas y mínimas diarias, tanto medias como absolutas, la temperatura media diaria, la humedad relativa media a partir de los valores diarios tomados a las 7, 13 y 18 horas, la cantidad total media de precipitaciones, la máxima precipitación en 24 horas y el número medio de días de precipitación mayor o igual a 0,1 mm, y, por último, la duración media de la insolación directa expresada en horas y décimas de hora en que ha lucido el sol. Los datos de los cuadros corresponden al período de tiempo comprendido entre el año 1931 y el año 1960.

REGION I.2.2 ESTACION: BURGOS  
 1931-60 Lat. 42° 20' N Long. 3° 42' W Alt. 929 m

Mes	Temperatura °C					Humedad %	Precipitación			Insolación diaria
	Media			Absoluta			Total mm	Máx. 24 h.	Nº de días	
	Día	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.					
Ene	2,5	5,6	-0,6	19,0	-18,6	89	46	26	11	2,5
Feb	3,8	7,6	0,0	24,0	-11,4	82	37	40	11	4,4
Mar	7,1	12,0	2,3	24,2	-8,6	72	54	27	13	5,3
Abr	9,2	14,5	3,9	29,0	-3,4	66	48	32	8	7,3
May	12,2	17,8	6,7	32,2	-3,8	65	61	48	13	8,1
Jun	16,2	22,3	10,2	36,2	0,4	63	53	63	8	9,8
Jul	19,0	25,9	12,1	37,4	4,2	59	28	36	5	11,4
Ago	18,8	25,3	12,3	37,0	5,0	61	28	40	6	10,2
Sep	16,2	21,9	10,4	33,8	0,4	66	43	35	7	7,8
Oct	11,3	16,0	6,6	28,0	-1,6	76	55	51	11	5,4
Nov	6,5	10,0	2,9	21,0	-7,0	84	53	48	12	3,7
Dic	3,4	6,3	0,5	19,2	-13,0	88	57	38	13	2,3
Año	10,5	15,4	5,6	37,4	-18,0	72	562	63	120	6,5

REGION I.2.2 ESTACION: SORIA  
 1931-60 Lat. 41° 46' N Long. 2° 28' W Alt. 1 063 m

Mes	Temperatura °C					Humedad %	Precipitación			Insolación diaria
	Media			Absoluta			Total mm	Máx. 24 h.	Nº de días	
	Día	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.					
Ene	2,3	6,7	-2,2	20,0	-16,0	83	46	39	10	4,2
Feb	3,5	8,5	1,5	21,0	-13,0	77	46	32	9	5,3
Mar	6,6	12,0	1,1	24,4	-9,0	70	50	30	12	5,4
Abr	8,9	14,9	2,9	28,0	-5,6	63	49	31	10	7,1
May	11,9	18,0	5,8	32,0	-4,0	63	63	35	12	7,9
Jun	16,5	23,6	9,5	37,0	0,0	59	55	57	9	9,7
Jul	19,6	27,4	11,7	38,0	4,0	53	32	70	6	11,2
Ago	19,5	27,4	11,7	37,4	4,0	54	31	44	6	10,4
Sep	16,4	23,3	9,4	35,5	1,0	62	49	42	8	7,6
Oct	11,0	16,8	5,2	29,6	-4,0	71	48	46	9	5,8
Nov	6,2	11,1	1,2	23,4	-7,2	78	50	72	10	4,9
Dic	3,1	7,3	1,1	18,0	-14,0	84	56	40	11	3,8
Año	10,5	16,4	4,5	38,0	-16,0	68	574	72	112	7,0

Los vientos fuertes, superiores a 50 km/h, tienen una frecuencia por debajo del 1%, salvo en las cimas montañosas. Respecto a las ráfagas máximas de viento registradas durante períodos de tiempo largos, tanto en Soria como en Burgos, se tiene:

Estación	Racha máxima	Fecha	Período de años
Burgos	SW 127 km/h	23-3-56	32
Soria	W 108 km/h	28-8-52	50

En cuanto a la variabilidad de las cantidades anuales de precipitación, en Burgos, donde la media es 562 mm, la mayor frecuencia corresponde a años con valores próximos a la media, y los años con precipitaciones inferiores a la media superan a los años con precipitaciones superiores a la media.

## 2.2. TOPOGRAFIA

El Tramo de estudio está situado en el extremo noroccidental del Sistema Ibérico, (incluye las estribaciones de la Sierra de la Demanda y la amplia Sierra de los Cameros), y en el borde occidental de la Cuenca del Duero. En general es una zona con relieves topográficos desiguales y donde se pueden diferenciar, para su descripción, diversas partes.

La parte oriental es la comprendida en la provincia de Soria y su accidente más destacado es la alineación formada por la Sierra Llana y la de Cabrejas, que se levantan junto a la carretera N-234 de Burgos a Soria, en forma de mesa y con escarpe de 150 a 200 m. Los puntos más elevados son Picofrentes (1.382 m) y La Lastra (1.342 m), en el borde septentrional de la mesa. Esta va descendiendo suavemente hacia el Sur, donde la cota media es 1.200 m. Esta meseta, que se destaca de manera sobresaliente en el paisaje, queda limitada en el Norte por un amplio valle en el que se ha trazado la carretera N-234, y por una zona de pequeñas lomas.

Más al Oeste, aún en la provincia de Soria, el Tramo se extiende hacia el Norte y la topografía es más irregular, comprendiendo de Norte a Sur el borde meridional de la Sierra de Resomo, con unas laderas uniformes que bajan desde 1.474 m, en Pico Marañón, a 1.130 m, en el valle del río Ebrillo. Aumenta el relieve hasta la zona de Navaleno con el Puerto de Mojón Pardo (1.200 m) y el Pico Otero (1.330 m), desciende hasta el valle por donde está trazada la carretera que une los pequeños pueblos de Talveila, Vadillo y Casarejo, y vuelve a zona de relieve desigual pero con altitudes medias de 1.100 m. Entre San Leonardo de Yagüe y Salas de los Infantes, la topografía es bastante irregular pero sin grandes relieves. Al NE de San Leonardo hay una zona más abrupta, con cotas superiores a 1.200 m, cuyo punto más alto es el Cerro del Cargadero, de 1.351 m, y al NE de Salas de los Infantes la topografía es similar. La mayor extensión de esta parte central son relieves irregulares que ocupan cotas entre 1.000 m y 1.100 m, por donde discurre ampliamente el río Ciruelo y sus arroyos, que discurren hacia el Norte y se unen al río Arlanza en Salas de los Infantes.

tes. Bordeando la carretera N-234 y en dirección SE discurre el río Lobos y sus afluentes. Al SO del río Lobos, sobre esta topografía irregular, destacan algunas pequeñas elevaciones alargadas que superan los 1.200 m de altura, como los picos de Navas (1.351 m), Pelado (1.238 m) y San Cristóbal (1.288 m).

En la parte occidental del Tramo, la topografía es bastante abrupta. Paralela a la carretera N-234, desde Barbadillo del Mercado hasta Hontoria de la Cantera, destaca la Sierra de las Mambblas, que tiene un fuerte escarpe que puede superar los 200 m de desnivel en algunos puntos, y que es atravesada por el río Arlanza con un trazado de meandros encajados. La Sierra de las Mambblas tiene morfología de mesa, y su altura decrece desde el borde NE con elevaciones superiores a 1.200 m, hasta el río Arlanza, encajado en una cota media de 900 m, y vuelve a subir topográficamente desarrollando sierras alargadas con escarpes pronunciados, y dando lugar a valles, a veces amplios, como por el que discurre el río Mataviejas, entre Santo Domingo de Silos y Santibáñez del Val. Las cotas de estas sierras son muy variables, destacando los picos San Carlos (1.455 m), Enmedio (1.372 m), Aguila (1.378 m), Pico de la Sierra (1.327 m) y Valdosa (1.412 m).

Al Norte de la carretera N-234, hay una amplia zona de relieves de altura media, sobre la cota 1.000 (sólo destaca la banda donde se sitúa el pico de Peñalara, de 1.295 m), y que queda limitada por la carretera que va desde Campolara hasta Torrelara, a partir de la cual y siempre hacia el NE, se pasa a otra banda de cota media 1.100, que enlaza con las estribaciones de la Sierra de la Demanda, que tiene los puntos más elevados en los picos Riscal (1.682 m), Torruco (1.565 m) y La Cerca (1.575 m).

El extremo de esta parte occidental del Tramo está configurado por una zona de lomas de cota media 900 m, por donde discurren el río Lara y sus afluentes.

### 2.3. GEOMORFOLOGIA

Las características geomorfológicas del Tramo son muy variables, y se derivan de la naturaleza de los grupos litológicos aflorantes y de las estructuras geológicas que originan.

La mayor parte del Tramo está ocupada por los materiales mesozoicos de la Sierra de los Cameros, que afloran en estructuras en general suaves o afectadas por accidentes importantes, como la falla de San Leonardo. De manera general, los materiales mesozoicos constituyen un grupo calcáreo inferior (Jurásico Inferior y Medio), un grupo detrítico que comprende términos del Jurásico Superior y del Cretácico Inferior, y un nuevo grupo calcáreo del Cretácico Superior. Sobre estos materiales se sitúan los del Terciario pretectónico o Paleógeno, representados por una serie calcárea y arcillosa. Como corresponde a su diferente resistencia ante los procesos erosivos, los grupos calcáreos se destacan morfológicamente del resto, como sucede con los afloramientos próximos a la falla de San Leonardo, donde las calizas jurásicas destacan de la serie detrítica de Facies Purbeck, que aflora a techo y muro de las mismas.

Las calizas cretácicas se disponen en relieve invertido, ya que aparecen en sinclinales suaves (a veces, subhorizontales), que resaltan morfológicamente sobre los anticlinales, ocupados por las series detríticas de facies Purbeck,

Weald y Utrillas, mucho más erosionables; el resultado son amplias mesas con fuertes escarpes, en la parte inferior de los cuales afloran las arenas del Albiense. En estas calizas son frecuentes las formas de erosión de origen kárstico, que presentan un desarrollo muy desigual. A veces los ríos producen intensa erosión, dando lugar a valles encajados, como los del Arlanza y Lobos. Las series detríticas que separan los dos grandes grupos calcáreos son fácilmente erosionables cuando predominan las arenas, por lo que los tramos conglomeráticos dan lugar a relieves de distinta consideración.

La serie del Paleógeno, que aparece en el Sinclinal de Santo Domingo de Silos, al estar constituida por tramos calcáreos y detríticos, da lugar a barreras topográficas de desigual relieve por donde discurren arroyos, y que son cortadas transversalmente por algún subsidiario.

Los materiales paleozoicos son principalmente pizarras y areniscas, y afloran formando estructuras complejas en una zona muy localizada, en las estribaciones de la Sierra de la Demanda. Determinan formas del relieve muy variables, aunque en general dan lugar a elevaciones acusadas, debido a la gran resistencia a la erosión que tienen en conjunto estos materiales. Llegando a aflorar en los puntos más altos del Tramo. Bordeando la Sierra de la Demanda, afloran arcillas y areniscas triásicas bajo una serie jurásica, dando lugar a zonas deprimidas, generalmente ocupadas por arroyos de mayor o menor importancia.

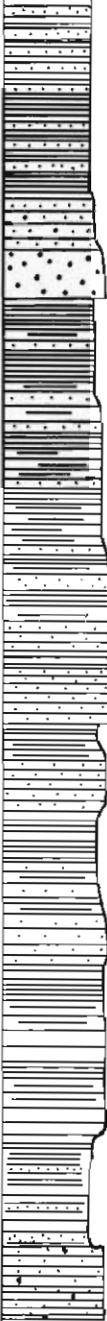
Un último grupo de materiales aflorantes del Tramo son los terciarios, que pueden formar manchas discontinuas sobre las series mesozoicas, y que dan lugar a zonas de morfología llana y parcialmente erosionada, o bien pertenecen al borde de la Cuenca del Duero, donde predominan las fracciones cohesivas y granulares finas o gruesas, que originan una llanura con algún resalte ligado a un tramo litológico resistente.

#### 2.4. ESTRATIGRAFIA

Desde el punto de vista geológico el Tramo estudiado se sitúa en la zona occidental de la denominada Cuenca de Soria o de Los Cameros, que está formada por los materiales mesozoicos de la Sierra de Los Cameros, los cuales bordean el núcleo paleozoico de la Sierra de la Demanda y, a su vez, quedan cubiertos por los depósitos terciarios de las Depresiones de los ríos Duero-Almazán y Ebro. Hacia el SE se continúa con la rama aragonesa de las Cadenas Ibéricas o Ibérides noroccidentales. En el Tramo la mayor parte de los materiales corresponden a la Sierra de Los Cameros y, en menor extensión, al Paleozoico de la Sierra de la Demanda y al Terciario de la Cuenca del Duero.

Los materiales más antiguos son los paleozoicos de la Sierra de la Demanda, constituidos por una serie de areniscas y pizarras afectadas por metamorfismo y que pertenecen al Cámbrico Inferior. Se han diferenciado los términos 111a y 111b: el primero esencialmente arenoso, conocido regionalmente como «Metaareniscas de Barbadillo del Pez», y el segundo, suprayacente, fundamentalmente filítico («Pizarras de Riocabado»), de colores grises y azules oscuros. En el Tramo no aparecen más términos del Cámbrico Inferior, aunque sí en zonas limítrofes. Al Cámbrico Superior pertenece el grupo litológico 113, que son pizarras y areniscas alternantes, denominadas regionalmente «alternancias del río Najerilla». Sobre ellas hay una serie de areniscas y pizarras (121),

## COLUMNA ESTRATIGRAFICA GENERAL DEL PALEOZOICO

COLUMNA LITOLÓGICA	REFERENCIAS		DESCRIPCIÓN	EDAD
	LITOLÓGICA	GEOTÉCNICA		
	162	X <sub>3</sub>	Serie detrítica de conglomerados, areniscas conglomeráticas y pizarras con arenisca.	Carbonífero Westfaliense
	121	X <sub>3</sub>	Sucesión de areniscas, alternancia de pizarras y areniscas, y pizarras grises.	Ordovícico
	113	X <sub>3</sub>	Sucesión de arenisca gris clara, alternancia de pizarras y areniscas, y pizarras grises azuladas con fuerte esquistosidad.	Cámbrico Superior
	111b	X <sub>3</sub>	Pizarras grises y azules con arenisca.	Cámbrico Inferior
	111a	X <sub>1</sub>	Areniscas rojizas y verdes.	Cámbrico Inferior

dispuestas en varias secuencias, consideradas del Ordovícico y que destacan concordantemente sobre las series cámbricas.

En discordancia y de manera discontinua, afloran las series del Carbonífero (152), formadas de manera general por diversas secuencias de conglomerados, areniscas conglomeráticas y areniscas pizarrosas.

Bordeando los materiales del Paleozoico de la Sierra de la Demanda, aparecen las series mesozoicas, con grupos litológicos que van desde el Triásico al Cretácico.

Las series triásicas están en discordancia sobre los materiales paleozoicos y afloran en dos litologías muy características de la facies germánica: el término inferior, de areniscas rojas (211), con un nivel conglomerático basal y luego tramos lutíticos, y el término superior, de margas y arcillas, predominantemente rojizas y pertenecientes al Keuper (213). En la zona estudiada, el contenido en yeso no es muy alto, ya que éste aparece en lentejones y no en forma masiva. Las margas del Triás Superior actúan como nivel de despegue de la cobertera respecto al zócalo paleozoico, y suele disponerse sobre discontinuidades tectónicas.

Las series jurásicas están bien representadas desde el Lías hasta el Malm y afloran en tres bandas muy delimitadas: la más septentrional se localiza sobre la serie triásica que rodea al Paleozoico de la Sierra de la Demanda; otra banda aflora cruzando la Hoja de Salas de los Infantes de NO a SE, formando una estructura anticlinal, y en ella la base del Lías sólo aparece parcialmente al Norte de Castrovido; la banda más meridional es la asociada a la falla de San Leonardo de Yagüe; en afloramientos menos extensos también aparece en Moncalvillo (Hoja 315 - Cuadrante 1), al Sur de Tejada (Hoja 314 - Cuadrante 1) y al Este de Huerta del Rey (Hoja 315 - Cuadrante 2).

La serie jurásica comienza con dolomías grises, que se considera pertenecen al Rhetiense y Hettagiense (221a), por su disposición bajo unas calizas datadas en el Sinemuriense y Pliensbaquiense (221b). Sobre ellas hay un tramo esencialmente margoso, formado por una alternancia de calizas y margas (221c), que contienen fósiles del Toarciense y que dan paso a la barra del Dogger, formada por calizas. Estas calizas originan una morfología destacada topográficamente, son grises oscuras y tienen niveles oolíticos, datados del Bajociense (222a). Esta serie jurásica es común para todos los afloramientos y es a partir del Dogger cuando se observan algunas diferencias de un sector a otro.

En las bandas jurásicas norte y centro, sobre las calizas de la barra del Dogger, hay una alternancia de calizas, margas y calizas margosas (222b), que presentan fósiles del Bathoniense-Calloviense. En el Jurásico de la falla de San Leonardo de Yagüe, por encima de la barra del Dogger, hay un tramo de arenas de color ocre-amarillento, que da una zona deprimida topográficamente y sobre el que aparecen areniscas ocreas y calizas (223a), que contienen fauna de edad Kimmeridgiense en la parte media. Durante el Jurásico Superior, la Cuenca sedimentaria de Soria comienza a funcionar de manera individualizada como una cuenca continental, produciéndose una sedimentación propia hasta la transgresión del Cretácico Superior. A partir del Albiense la Cuenca es recubierta por los depósitos de la Facies Utrillas, perdiendo su individualización e incorporándose a la plataforma nord-castellana. Esta sedimentación detrítica del Jurásico terminal y del Cretácico Inferior, da lugar a las Facies Purbeck.

## COLUMNA ESTRATIGRAFICA GENERAL DEL MESOZOICO

COLUMNA LITOLÓGICA	REFERENCIAS		DESCRIPCIÓN	EDAD
	LITOLÓGICA	GEOTÉCNICA		
	232e	X <sub>2</sub>	Carniolas y dolomías	Campaniense
	232d	X <sub>2</sub>	Calizas grises con Lacazinas	Santoniense Campaniense
	232c	X <sub>2</sub>	Calizas arcillosas y nodulosas, grises	Turonense Coniaciense
	232b	K <sub>1</sub>	Margas arcillosas amarillas	Turonense
	232a	K <sub>1</sub>	Calizas arcillosas y margas	Cenomaniense
	231b	D <sub>1</sub>	Arenas conglomeráticas y arcillas	Cretácico Inferior Facies Utrillas
	231c	D <sub>1</sub>	Conglomerados	
	231a	D <sub>1</sub>	Conglomerados y areniscas grises	Cretácico Inferior Facies Weald
	223b	D <sub>1</sub>	Serie detrítica roja con niveles de caliza	Malm-Cretácico Inferior. Facies Purbeck Weald
	223d	X <sub>2</sub>	Calizas grises y mergas (sector Occidental)	Malm-Cretácico Inf.
	222b	X <sub>2</sub>	Calizas y margas arenosas (sector Occidental)	Dogger Superior
	223c	D <sub>1</sub>	Areniscas y arcillas rojas con algún conglomerado (Sector Oriental)	Malm-Cretácico Inferior. Facies Purbeck Weald
	223a	X <sub>2</sub>	Areniscas y calizas arenosas ocreas (Sector Oriental)	Dogger-Malm
	222a	X <sub>2</sub>	Calizas grises	Dogger
	221c	K <sub>1</sub>	Margas arcillosas	Lias Medio
	221b	X <sub>2</sub>	Calizas grises	Lias Inferior
221a	X <sub>2</sub>	Dolomías grises	Lias Inferior	
213	M <sub>2</sub>	Arcillas rojas con yeso	Triásico Superior	
211	X <sub>1</sub>	Areniscas rojas y lutitas	Triásico Inferior	

Weald y Utrillas, que regionalmente quedan englobadas en los Grupos denominados Oncala, Tera y Urbión, y que varían en su constitución de unos puntos a otros, aunque conservando las características generales.

El grupo Tera (223b) corresponde a la parte basal de las facies continentales, por encima del Dogger, y según el criterio de Tischer, queda formado de muro a techo por: a) alternancia de areniscas conglomeráticas y arcillas de color rojo, b) calizas en bancos, c) calizas margosas con Ostracodos, y d) areniscas de color marrón rojizo. En la parte central del Tramo se ha diferenciado el grupo litológico 223a, formado por el conjunto a), que se ha individualizado del resto. En la parte occidental se ha diferenciado por su representatividad el tramo b), al que se le ha denominado grupo 223d. Y en la parte más oriental afloran los materiales del Grupo Oncala que presentan una litología compleja con distintos tramos; de éstos el que adquiere mayor desarrollo es el formado por areniscas conglomeráticas, en la base, y sobre ellas una alternancia de areniscas y arcillas de color verde y rojo, que aparece como una serie detrítica rojiza (223c). El Grupo Oncala que representa la Facies Purbeck, se dispone sobre el Grupo Tera y también de manera lateral, y ambos bajo los materiales del Grupo Urbión.

El Grupo Urbión representa a los materiales del Cretácico Inferior en Facies Weald y descansa sobre los dos grupos anteriores. Está formado por una serie conglomerática (231a), que comienza por un tramo potente de conglomerados, que da lugar a crestos topográficos; después continúa con una repetición de conglomerados, areniscas y arcillas rojizas, y, encima, otra de conglomerados, areniscas cementadas y limolitas y arcillas grises. En conjunto resulta, de forma general, una serie detrítica gris.

Sobre la serie detrítica que compone el Grupo Urbión, se depositan los materiales de la Facies Utrillas. Son areniscas poco consolidadas con costras ferruginosas, arenas blancas caoliníferas con pasadas conglomeráticas y arcillas versicolores con areniscas. En algunas zonas de esta serie arenosa (231b), se ha diferenciado el tramo basal conglomerático (231c).

Esta diferenciación de grupos litológicos se ha hecho de acuerdo con las divisiones realizadas en las distintas Hojas del plan MAGNA, que, a su vez, han continuado la establecida por los trabajos de Beuther y Tischer. En 1980 Salomón hace un estudio estratigráfico y sedimentológico de las formaciones continentales de la Sierra de Los Cameros y propone una nueva estratigrafía, en la que las unidades se clasifican en tres megaciclos sucesivos, correspondientes a tres momentos importantes de estructuración de la Cuenca y sus bordes.

En la Síntesis del Cretácico de España, de 1982, se establecen unas unidades-tipo, que, en esta región, de muro a techo, son:

El paso de Jurásico a Cretácico se hace mediante los grupos de Castrovindo o de Hortezielos, discordantes sobre el Jurásico, que equivalen al Grupo Tera y son de edad Kimmeridgiense-Berriasiense. Representan al primer ciclo sedimentario. Sobre ellos se disponen las Formaciones Hortigüelas o Neila, según los sectores, que equivalen al Grupo Oncala, son del Berriasiense Superior, y constituyen el segundo ciclo sedimentario. Encima de la Formación Neila se dispone la Formación Urbión, del Valanginiense, y que representa el tercer ciclo; sobre ella está el Grupo de Salas, del Barremiense, que forma el segundo

## COLUMNA ESTRATIGRAFICA GENERAL DEL TERCIARIO Y CUATERNARIO

COLUMNA LITOLOGICA	REFERENCIAS		DESCRIPCION	EDAD
	LITOLOGICA	GEOTECNICA		
	Tr	T <sub>2</sub>	Travertinos	Cuaternario
	T	T <sub>1</sub>	Terrazas	Cuaternario
	A	T <sub>2</sub>	Aluviales diversos	Cuaternario
	C	T <sub>1</sub>	Coluviales	Cuaternario
	350	T <sub>1</sub>	Conglomerados y arcillas	Plioceno
	321f	X <sub>2</sub>	Caliza arenosa	Mioceno
	321g	M <sub>1</sub>	Areniscas y arcillas rojas	Mioceno
	321e	M <sub>1</sub>	Marga arenosa gris	Mioceno
	321d	M <sub>1</sub>	Arcilla roja y conglomerados	Mioceno
	321c	X <sub>2</sub>	Caliza cavernosa	Mioceno
	321b	M <sub>1</sub>	Arcillas rojas	Mioceno
	321a	M <sub>1</sub>	Conglomerado calcáreo con arcilla	Mioceno
	313a	X <sub>2</sub>	Conglomerado calcáreo de bloques	Oligoceno
	312a	M <sub>1</sub>	Conglomerados (sector Oriental)	Eoceno
	311f	X <sub>2</sub>	Calizas de cantos negros (sector Oriental)	Paleoceno
	311e	M <sub>1</sub>	Areniscas y calizas	Paleoceno
	311d	X <sub>2</sub>	Calizas grises	Paleoceno
	311c	M <sub>1</sub>	Margas verdes y rojas	Paleoceno
	311b	X <sub>2</sub>	Calizas de gasterópodos y margas	Paleoceno
	311a	M <sub>1</sub>	Margas rojizas con areniscas	Paleoceno

megaciclo, y ambas equivalen al Grupo Urbión de los autores alemanes. El tercer megaciclo comienza con la Formación Utrillas, del Albiense Superior.

El Cretácico Superior comienza con calizas arcillosas y margas (232a), del Cenomaniense, sobre la serie areniscosa de la Facies Utrillas. Siguen margas amarillas (232b), del Turoniense, y, sobre ellas, calizas arcillosas y nodulosas grises, del Coniaciense. Sobre este conjunto muy definido hay calizas grises con Lacazinas, del Santoniense-Campaniense. Acaba el Cretácico con calizas carniolares y margas (232e), del Maastrichtiense. Desde el punto de vista sedimentológico, en el Cretácico en España toda la serie del Cretácico Superior se incluye en el megaciclo 3, comenzado en el Albiense con un ciclo cenomano-turoniense y otro del Senoniense.

Concordantes sobre los materiales cretácicos se sitúan las series terciarias de Facies Garumniense, con tres tramos definidos: el primero formado por calizas biogénicas, areniscas calcáreas y margas (311a), el segundo formado por calizas de gasterópodos (311b), y el tercero formado por margas verdes y rojas (311c). Después de la sedimentación de la Facies Garumniense, se disponen, de manera discordante, conglomerados con areniscas y arcillas (312a), o bien, calizas y areniscas (311d, 311e y 311f).

En la zona de Covarrubias, sobre las calizas cretácicas se dispone discordante un conglomerado calcáreo (313a).

La serie postectónica corresponde a materiales del Mioceno y Plioceno. En las partes oriental y central del Tramo los materiales miocénicos son conglomerados con arcillas y areniscas (321a), arcillas rojas (321b), y calizas (321c). En la parte occidental afloran series similares, pero por el desarrollo de algunos tramos sobre otros, se han diferenciado como términos distintos; así se han individualizado los siguientes grupos litológicos: arcillas rojas y conglomerados (321d), margas arenosas grises (321e), areniscas y conglomerados (321g), y, por último, calizas arenosas grises (321f).

Discordantes sobre cualquier serie aparecen los depósitos de conglomerados y arcillas de tipo raña (350), del Plioceno.

Unos depósitos cuaternarios están ligados a los ríos, con sus materiales de cauce, de llanuras de inundación y de terrazas. Otros depósitos corresponden a los coluviales irregularmente cementados, en las laderas, a los travertinos, en la zona de Santo Domingo de Silos, y al desarrollo desigual de los suelos eluviales.

## 2.5. TECTÓNICA

El Tramo estudiado presenta características tectónicas muy diversas, según las partes consideradas. En la Sierra de la Demanda, los materiales paleozoicos presentan estructuras hercínicas con distintas fases de esquistosidad, y responden ante la Orogenia Alpina como un zócalo rígido que soporta una cobertera esencialmente mesozoica, con un nivel de despegue en las arcillas triásicas. Se observan en el borde algunos pliegues de dirección E-O y fallas de dirección NO-SE y SO-NE.

La mayor parte del Tramo, ocupada por los materiales mesozoicos de la Cuenca de Los Cameros, presenta estructuras plegadas muy suaves. Los núcleos sinclinales están ocupados por las calizas del Senoniense, que originan

resaltes topográficos, y los núcleos anticlinales están ocupados por los tramos detríticos de las Facies Purbeck-Weald, en zonas deprimidas, o por grupos jurásicos. Hay dos estructuras que merecen destacarse debido a su importancia: la falla de San Leonardo de Yagüe y el sinclinal de Santo Domingo de Silos. La falla es una estructura cabalgante de dirección NO-SE, tiene fuerte vergencia al Sur, pone en contacto las dolomías del Lías Inferior con materiales del Cretácico, y parece que debe estar relacionada con una importante fractura del zócalo, que habría hundido el bloque norte, provocando una gran cuenca durante el Jurásico Superior y Cretácico Inferior, en la que se acumularon potentes

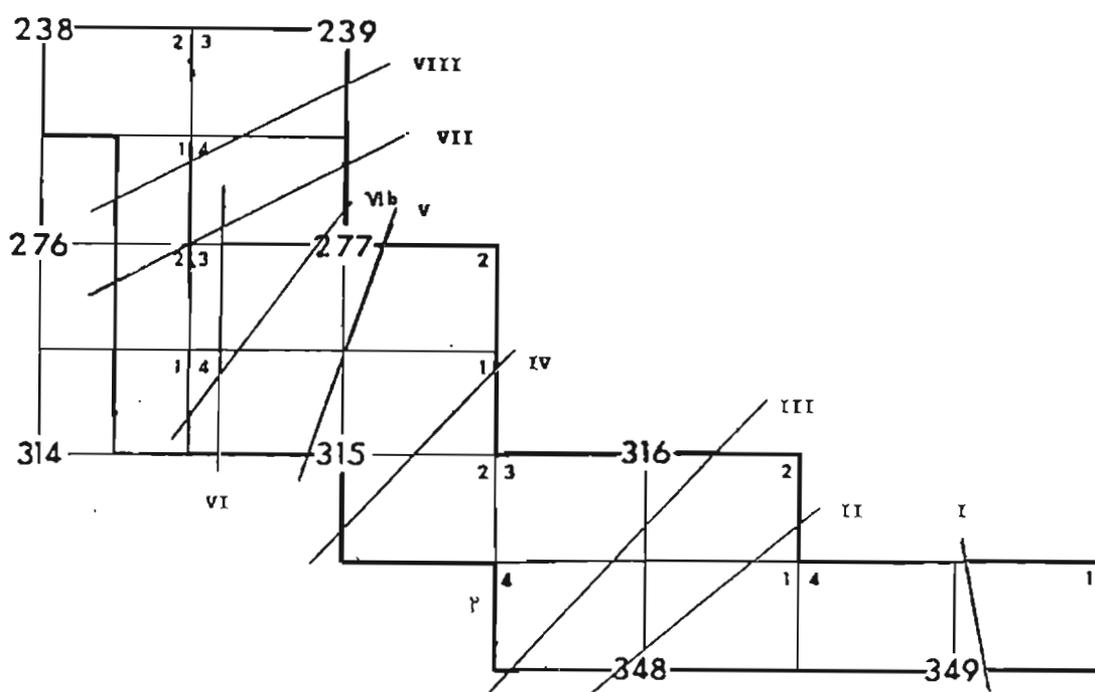


Fig. 1.— Esquema de situación de perfiles geológicos.

series detríticas. La falla de San Leonardo se vio favorecida en su desarrollo por los sedimentos triásicos que facilitaron el cabalgamiento hacia el Sur. Al Norte de la falla hay suaves sinclinales, como el localizado entre Cabrejas y Muriel de la Fuente, que enlaza con el sinclinal de la Sierra de las Llanas, y el anticlinorio situado al Sur de Canicosa de la Sierra con núcleo en el Grupo Oncala. Al Sur de la falla pueden citarse los anticlinales de Santa María de las Hoyas, el de Hinojar de Cabrera, y el situado entre el Sur de Briongos y Huerta del Rey. El sinclinal de Santo Domingo de Silos o de la meseta del Carazo presenta el flanco meridional volcado hacia el Norte, casi subvertical, y el núcleo constituido por las series terciarias del Eoceno. De menor importancia son el cabalgamiento de Moncalvillo, y el sinclinal colgado de San Carlos. Más al Norte, enlazando con las estribaciones de la Sierra de la Demanda, aparecen diversos pliegues, anticlinales y sinclinales, de similares características, y a

veces afectados por fallas de la misma dirección que los ejes de los pliegues, NO-SE.

En el borde occidental aparecen los sedimentos neógenos horizontales de la Cuenca del Duero.

## 2.6. SISMICIDAD

De acuerdo con la división del territorio nacional en zonas sísmicas, establecida en la Norma sismorresistente P.D.S.-1, de 1974, el Tramo estudiado queda ubicado en la «zona primera» o «de sismicidad baja», cuyo límite superior es la isosista de grado VI. Por ello no es necesario considerar las acciones sísmicas en las obras y servicios localizados en esta zona, excepto para el caso de estructuras o instalaciones especiales. (Ver Figura 2).

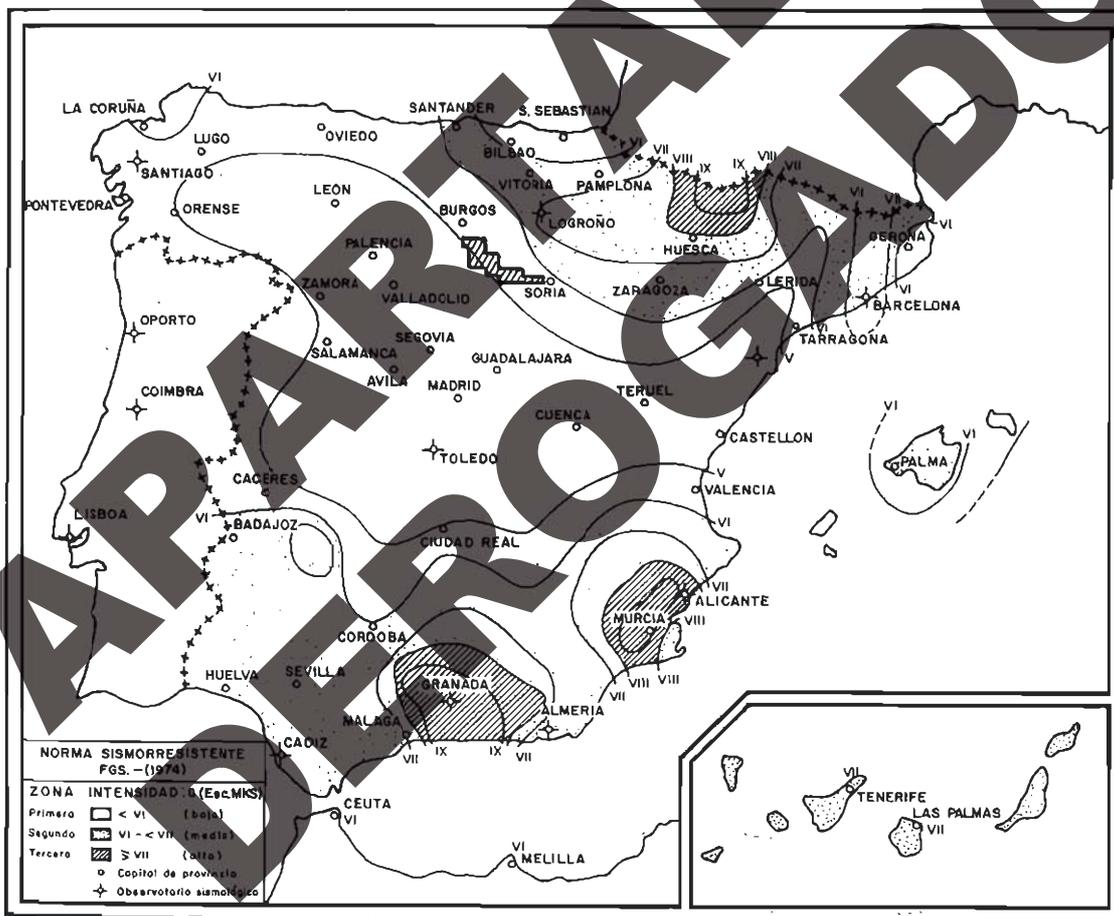
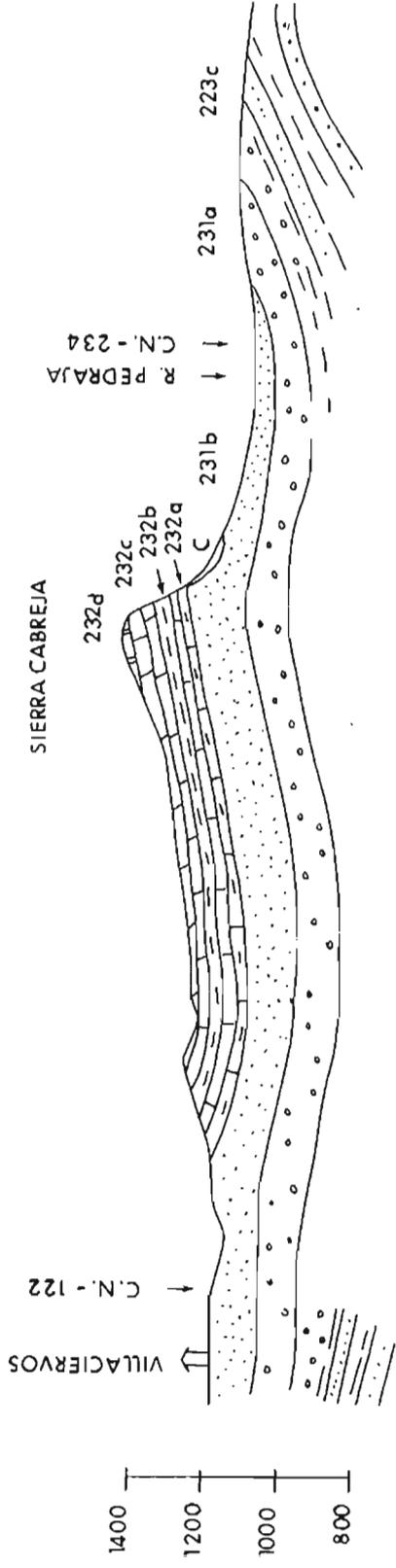


Fig. 2.— Situación del Tramo en el mapa sismorresistente.

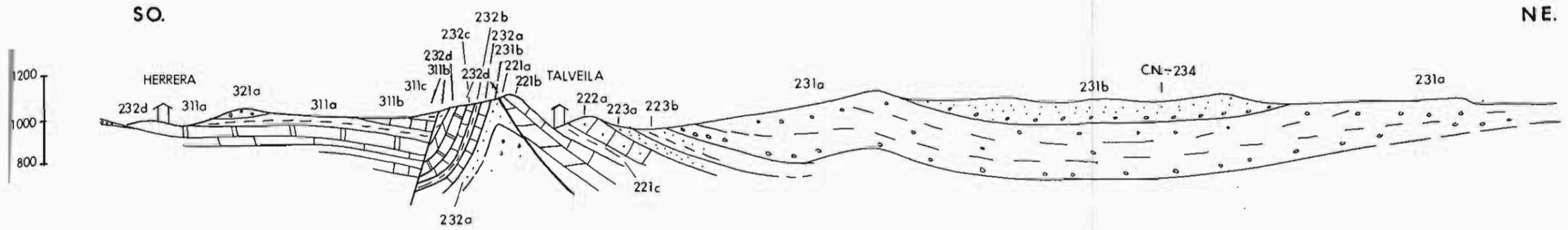
# PERFIL - I

S. N.

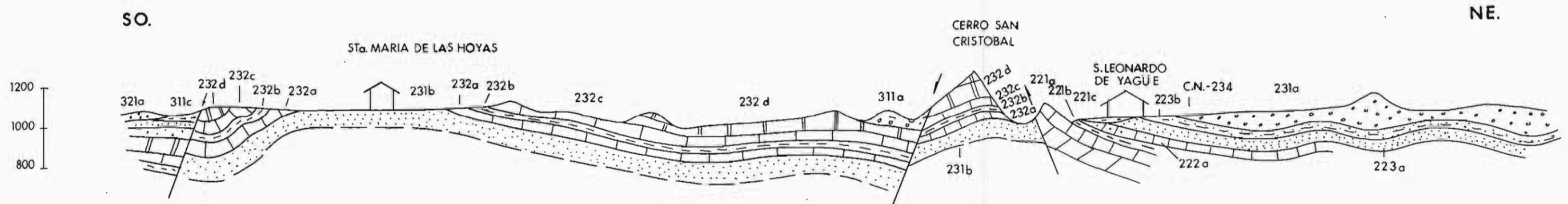


- C.- Coluvial
  - 232 d.- Calizas grises con Lacazinas
  - 232 c.- Calizas arcillosas y nodulosas grises
  - 232 b.- Margas arcillosas amarillas
  - 232 a.- Calizas arcillosas y margas
  - 231 b.- Arenas conglomeráticas y arcillas
  - 231 a.- Conglomerados y areniscas grises
  - 223 c.- Areniscas y arcillas rojas
- } Cretácico Superior
- } Cretácico Inferior

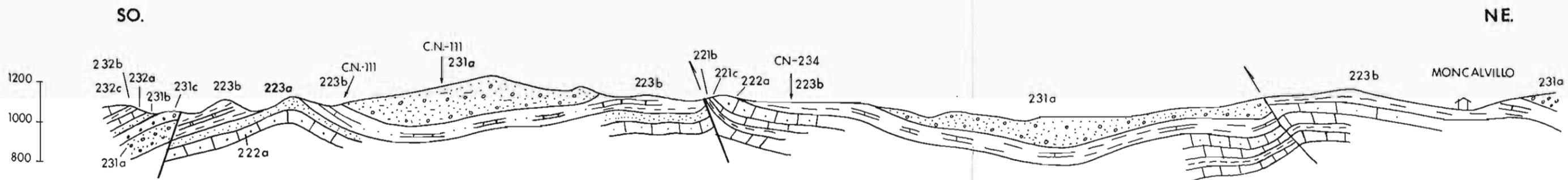
## PERFIL - II



## PERFIL - III



## PERFIL - IV



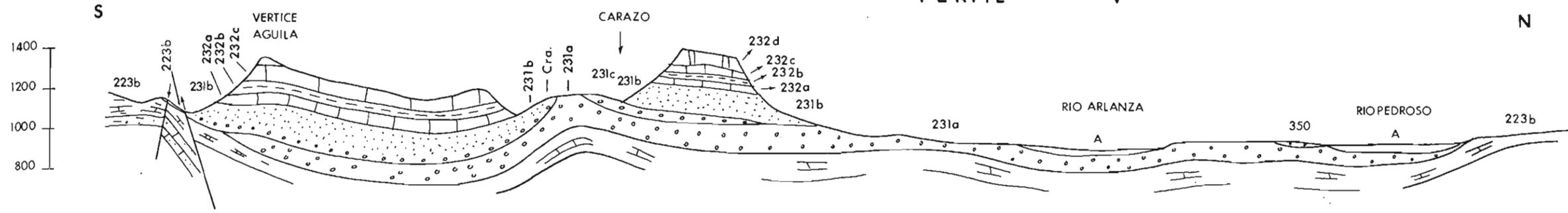
- 321 a.- Conglomerado calcáreo con arcilla roja
- 311 c.- Margas rojas y verdes
- 311 b.- Calizas con gasterópodos
- 311 a.- Margas rojizas con areniscas
- 232 e.- Carniolas y dolomías
- 232 d.- Calizas grises con Lacazinas
- 232 c.- Calizas arcillosas y nodulosas grises
- 232 b.- Margas arcillosas amarillas
- 232 a.- Calizas arcillosas y margas

- } Mioceno
- } Paleoceno
- } Cretácico Superior

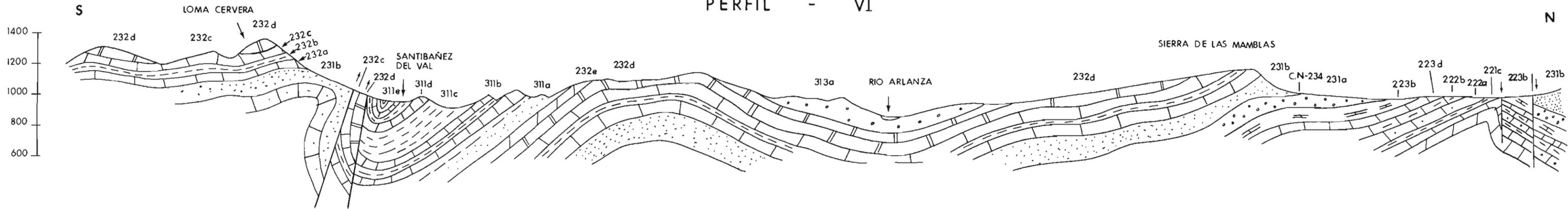
- 231 c.- Conglomerados
- 231 b.- Arenas conglomeráticas y arcillas
- 231 a.- Conglomerados y areniscas grises
- 223 b.- Serie detrítica roja con calizas
- 223 a.- Areniscas y calizas arenosas
- 222 a.- Calizas grises.
- 221 c.- Margas arcillosas
- 221 b.- Calizas grises
- 221 a.- Dolomías grises

- } Cretácico Inferior
- } Jurásico y Cretácico Superior
- } Dogger
- } Lías

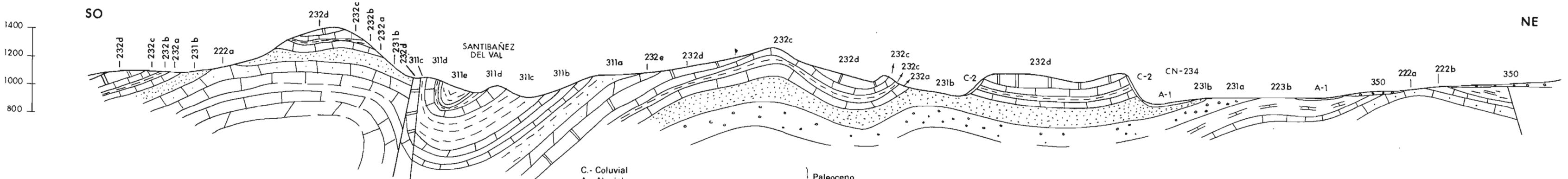
PERFIL - V



PERFIL - VI



PERFIL - VIb

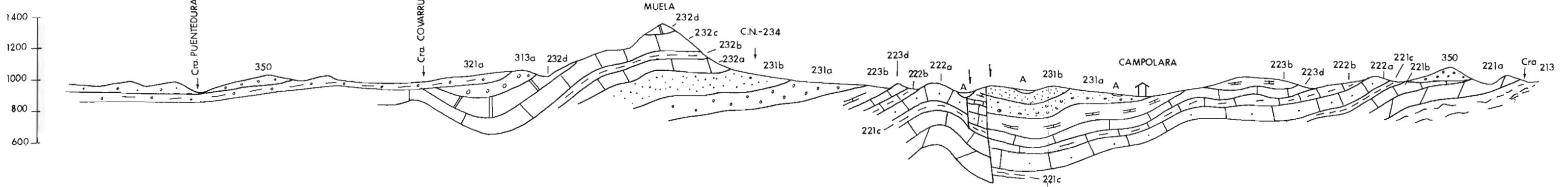


C.- Coluvial	} Paleoceno	232 e.- Carniolas y dolomías	} Cretácico Superior	223 d.- Calizas grises y margas	} Jurásico Superior
A.- Aluvial					
350.- Conglomerado y arcillas	} Plioceno	232 c.- Calizas arcillosas y nodulosas grises	} Cretácico Superior	223 a.- Areniscas y calizas arenosas	} Dogger
313 a.- Conglomerado calcáreo de bloques		} Oligoceno		232 b.- Margas arcillosas amarillas	
311 e.- Areniscas y calizas	} Paleoceno		232 a.- Calizas arcillosas y margas	222 a.- Calizas grises	} Lías
311 d.- Calizas grises		231 c.- Conglomerados	221 c.- Margas arcillosas		
311 c.- Margas rojas y verdes		231 b.- Arenas conglomeráticas y arcillosas	221 b.- Calizas grises		
311 b.- Calizas con gasterópodos		231 a.- Conglomerados y areniscas grises	221 a.- Dolomías grises		
311 a.- Margas rojizas con areniscas					

SO.

### PERFIL - VII

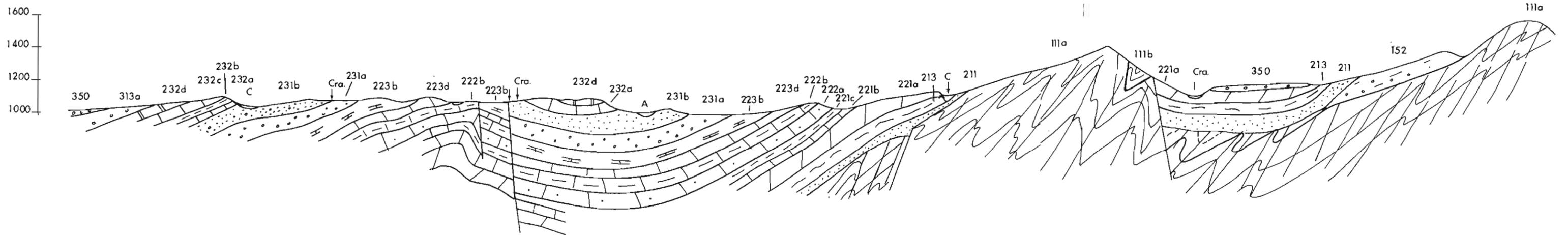
NE.



SO.

### PERFIL - VIII

NE.



C.- Coluvial  
A.- Aluvial

} Cuaternario

350.- Conglomerados y arcillas

} Plioceno

321 a.- Conglomerado calcáreo con arcilla

} Mioceno

313 a.- Conglomerado calcáreo de bloques

} Oligoceno

232 d.- Calizas grises con Lacazinas

} Cretácico Superior

232 c.- Calizas arcillosas y nodulosas grises

232 b.- Margas arcillosas amarillas

232 a.- Calizas arcillosas y margas

231 b.- Arenas conglomeráticas y arcillas

} Cretácico Inferior

231 a.- Conglomerados y areniscas grises

223 d.- Calizas grises y margas

} Jurásico Superior

223 b.- Serie detrítica roja con calizas

} Cretácico Inferior

222 b.- Calizas y margas arenosas

} Dogger

222 a.- Calizas grises

221 c.- Margas arcillosas

} Lías

221 b.- Calizas grises

221 a.- Dolomías grises

213.- Arcillas rojas con yeso

} Triásico

211.- Areniscas rojas y lutitas

152.- Conglomerados, areniscas y pizarras

} Carbonífero

111 b.- Pizarras grises y azules

} Cámbrico Inferior

111 a.- Areniscas rojizas y verdes

### 3. ESTUDIO DE ZONAS

#### 3.0. DIVISION DEL TRAMO EN ZONAS DE ESTUDIO

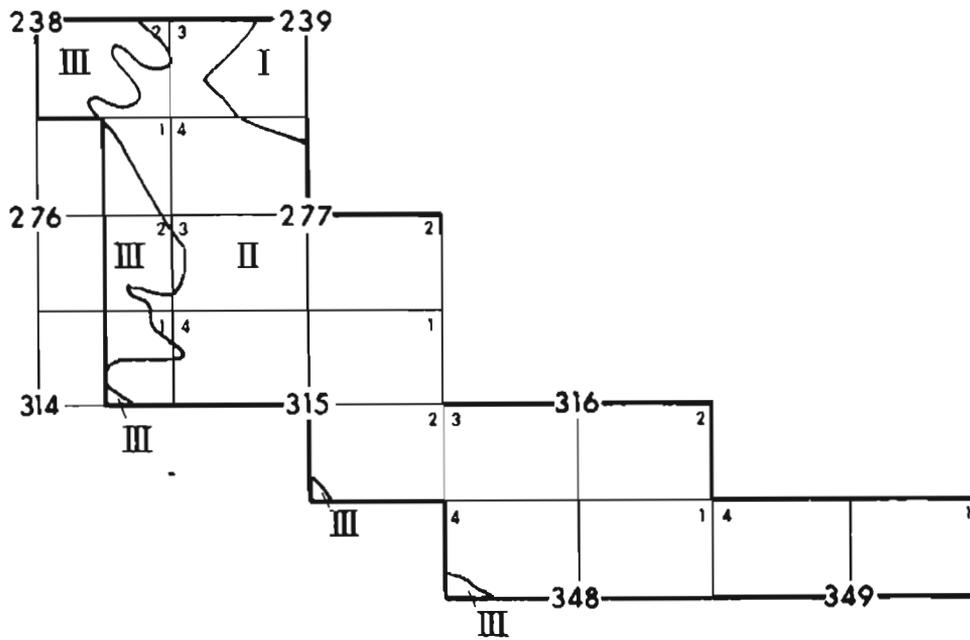
Vistas las características estratigráficas de las series aflorantes y la estructura tectónica que presentan los diferentes grupos, así como los rasgos geomorfológicos más desarrollados en cada parte del Tramo, éste se puede dividir en tres Zonas para su estudio, cada una de ellas con rasgos propios. Se han denominado de acuerdo con las grandes unidades geológicas:

- Zona I - Sierra de la Demanda
- Zona II - Sierra de los Cameros
- Zona III - Cuenca del Duero

La Zona I (Sierra de la Demanda) comprende parte del cuadrante 3 de la Hoja 239, y morfológicamente está definida por las estribaciones del macizo de la Demanda, que presentan un relieve que oscila entre alomado y abrupto. Los materiales aflorantes son del Paleozoico, y también existen algunas bandas triásicas y liásicas, en menor extensión. Tectónicamente predominan las estructuras con fuerte esquistosidad e intensa fracturación.

La Zona II (Sierra de los Cameros) ocupa casi todo el Tramo de estudio. Geográficamente incluye parte de la Sierra de los Cameros, con relieves muy variables, desde alomados con valles anchos, hasta abruptos, con destacadas mesas topográficas. Los materiales que afloran son las series detríticas continentales del Jurásico Superior y Cretácico Inferior y las carbonatadas del Jurásico Inferior y Cretácico Superior. Las estructuras geológicas suelen ser pliegues suaves, con lo que los afloramientos son extensos, y resultan formas topográficas muy variables, desde llanuras y mesas con laderas fuertes hasta lomas.

La Zona III (Cuenca del Duero) ocupa una pequeña extensión en el borde Oeste del Tramo. Los materiales aflorantes son arcillas y arenas con distintos niveles de conglomerados y de areniscas de consistencia variable. Cuando predominan las fracciones cohesivas y los materiales granulares finos, resultan formas de relieve llanas, con algunos resaltes ligados a los niveles litológicos más duros. Cuando predominan los materiales detríticos gruesos, la morfología es muy suave. En esta Zona tienen gran desarrollo los depósitos cuaternarios relacionados con los cursos fluviales actuales y el desarrollo de las terrazas.



- Zona I.- Sierra de la Demanda.
- Zona II.- Sierra de los Cameros.
- Zona III.- Cuenca del Duero.

Fig. 3.— Distribución de las Zonas de Estudio en el Tramo.

### 3.1. ZONA I. SIERRA DE LA DEMANDA

#### 3.1.1. Geomorfología

Los rasgos geomorfológicos de esta Zona están condicionados por la litología de las rocas aflorantes, más que por las características estructurales.

Los materiales aflorantes son los correspondientes a las series paleozoicas, areniscas y pizarras fundamentalmente. Estos materiales tienen una fuerte fracturación y esquistosidad en los tramos lutíticos, por lo que se pueden crear inestabilidades cuando el material esté muy fracturado o la dirección de esquistosidad sea desfavorable respecto a la pendiente topográfica. También se incluyen, en esta Zona, los materiales triásicos y algunos afloramientos de la base del Lías. Las margas y arcillas del Keuper son mucho más erosionables que el conjunto paleozoico, y, por consiguiente, dan lugar a zonas deprimidas o valles, y las dolomías del Lías aparecen formando relieves de formas poco elevadas.

En general, toda la morfología está condicionada por la resistencia a la erosión de las formaciones paleozoicas.

Esta Zona forma topográficamente un gran macizo con vértices altos (Vilanedá - 1.544 m, La Cerca - 1.575 m, Torruco - 1.565 m y Riscal - 1.682 m), y cuya base se sitúa aproximadamente a 1.100 m. Al Sur destaca un relieve alargado, con el punto más elevado en el Alto de Casarejo (1.454 m), y que está separado del gran macizo por el valle del río Seco, a lo largo del cual se ha trazado la carretera que va desde Palazuelos de la Sierra a Tinieblas. La parte sur está limitada por una carretera que une pequeños poblados. Hasta la cota 1.200, la pendiente suele ser suave, y a partir de ella es mucho mayor (entre el 10 y 30% de pendiente, y en algún punto mayor). El resultado es una morfología variada, con formas de relieves intermedios y montañosos.

#### 3.1.2. Tectónica

Las características tectónicas más destacadas de esta Zona son las estructuras plegadas, generalmente también falladas, las fracturas, que se agrupan en diversos sistemas, y la esquistosidad, que afecta principalmente a los materiales más finos.

La estructura plegada más notoria es el Sinclinal de Palazuelos de la Sierra, de dirección NE-SO, y que presenta pizarras ordovícicas, en el núcleo, y series cámbricas, en los flancos, afectados por fallas de dirección paralela al eje. En la Sierra de Casarejo existen diversos anticlinales y sinclinales de dirección E-O y que hacen aparecer diversas series cámbricas.

Las fallas más notorias son las de dirección NE-SO (algunas quedan ocultas por los materiales triásicos), y otra falla importante tiene dirección ONO-ESE y limita la Sierra de Casarejo.

Las series paleozoicas precarboníferas están afectadas por diversas fases de esquistosidad, tanto de fractura como de flujo. Este hecho, unido a la foliación que presentan los elementos de granulometría más fina, provoca una mayor fracturación de estos materiales.

### 3.1.3. Columna estratigráfica

En la sucesión estratigráfica, los términos más antiguos que afloran son las series del Cámbrico Inferior y Superior, que se encuentran puestas en contacto debido a procesos tectónicos. Sobre las areniscas y pizarras del Cámbrico Superior se dispone en discordancia estratigráfica la serie ordovícica, y, sobre ésta, la carbonífera, también en forma discordante. Sobre el conjunto anterior descansan los materiales mesozoicos del Trías y de la base del Lías, así como algún retazo del Plioceno y depósitos aluviales. (Ver Figura 4).

### 3.1.4. Grupos litológicos

#### ARENISCAS ROJIZAS Y VERDES, (111a)

**Litología.**— Este grupo está formado por areniscas en las que predomina el color rojo, en los tramos basales, y el verde, en los superiores. Tienen un tamaño de grano medio a grueso, y llegan a tener algún nivel conglomerático intercalado. Presentan estructuras sedimentarias del tipo de estratificación cruzada y se disponen en bancos gruesos de algunos metros de espesor. Las areniscas están formadas esencialmente por cuarzo y fragmentos de cuarcitas en una matriz de filosilicatos. Se encuentran afectadas por procesos de metamorfismo y regionalmente se conocen como «Formación de Metaareniscas de Barbadillo del Pez», perteneciente al Cámbrico Inferior.

**Estructura.**— El Grupo 111a aparece en una sucesión de pliegues de dirección E-O, en los que ocupa los núcleos anticlinales. La potencia estimada de la formación es 150 m. Los valores del buzamiento suelen ser altos, 50° a 70°, y la fracturación es fuerte.

**Geotecnia.**— Este grupo presenta una permeabilidad muy baja, aunque localmente y debido a la fracturación puede aumentar algo. El drenaje es bueno por escorrentía superficial. Las areniscas no son ripables y su capacidad de carga es alta. Admite taludes fuertes para los desmontes de alturas medias, según la disposición, ya que con estratificación desfavorable pueden producirse deslizamientos y caídas de bloques. Los taludes naturales observados tienen ángulos de 60° a 80°.

#### PIZARRAS GRISES Y AZULES CON ARENISCA, (111b)

**Litología.**— Este grupo lo constituyen pizarras, y, más específicamente, filitas, cuyos componentes son cuarzo y filosilicatos del tipo moscovita y sericita, dispuestos en agregados orientados de acuerdo con la pizarrosidad, que también viene marcada por óxido de hierro. El color es gris y azul oscuro, y en la base hay tramos transicionales de las areniscas infrayacentes. Entre las pizarras suelen existir algunos niveles, de algunos centímetros de espesor, de are-

COLUMNA LITOLÓGICA	REFERENCIAS		DESCRIPCIÓN	EDAD
	LITOLÓGICA	GEOTÉCNICA		
	A3, A4, A6	T <sub>2</sub>	Aluviales diversos	Cuaternario
	350	T <sub>1</sub>	Conglomerado	Plioceno
	221a	X <sub>2</sub>	Dolomías grises	Lías Inferior
	213	M <sub>2</sub>	Arcillas rojas con yeso	Triásico Superior
	211	X <sub>1</sub>	Areniscas rojas con lutitas	Triásico Inferior
	152	X <sub>3</sub>	Serie detrítica de conglomerados, areniscas conglomeráticas y pizarras con arenisca.	Carbonífero Westfaliense
	121	X <sub>3</sub>	Sucesión de areniscas, alternancia de pizarras y areniscas, y pizarras grises	Ordovícico
	113	X <sub>3</sub>	Sucesión de arenisca gris clara, alternancia de pizarras y areniscas, y pizarras grises azuladas con fuerte esquistosidad	Cámbrico Superior
	111b	X <sub>3</sub>	Pizarras grises y azules con arenisca	Cámbrico Inferior
	111a	X <sub>1</sub>	Areniscas rojizas y verdes	Cámbrico Inferior

Fig. 4.- Columna estratigráfica de la Zona I.

niscas. Regionalmente se conocen como «Pizarras de Riocabado» y se asimilan al Cámbrico Inferior, por su disposición estratigráfica.

**Estructura.**— En el muro estas pizarras pasan gradualmente a las areniscas inferiores, y, a techo, el contacto es tectónico con otras formaciones cámbricas. Suelen estar muy replegadas y a veces actúan como nivel de despegue entre areniscas y dolomías. La potencia se estima en 200 m.

**Geotecnia.**— Las pizarras presentan una permeabilidad baja (son casi impermeables) y tienen un drenaje suficiente por escorrentía, salvo cuando se desarrolla una capa superficial alterada, en cuyo caso se producen encharcamientos y aumenta la inestabilidad. No son ripables, excepto si la alteración es fuerte, y su capacidad de carga es media. Se pueden originar problemas locales de deslizamientos si la estratificación y la esquistosidad no son favorables, por lo que los taludes son muy variables, dependiendo de su disposición relativa con respecto a la dirección de las discontinuidades propias del grupo, como son esquistosidad, estratificación, y diaclasamiento. Si hay zonas alteradas, se pueden originar pequeños asientos.

#### ARENISCAS Y PIZARRAS ALTERNANTES, (113)

**Litología.**— Este grupo está constituido por una alternancia de areniscas de color gris y pizarras de tonos azulados, distribuidas en distintos tramos o secuencias. En cada tramo la base está formada por areniscas dispuestas en bancos muy duros, de aspecto cuarcítico, y de color gris muy claro que pasa a gris algo oscuro. Estas areniscas son muy silíceas y están constituidas por cuarzo y, en menor porcentaje, por feldespato y minerales micáceos. La parte media de cada tramo está constituida por una alternancia de areniscas y pizarras. La parte superior son fundamentalmente pizarras arcillosas de color gris azulado, que presentan una fuerte esquistosidad.

Estos tres tramos se repiten sucesivamente, formando el conjunto que regionalmente se conoce por el nombre de «Alternancias del Najerilla», y pasan, a techo, a las pizarras del Ordovícico. Esta formación fue datada con fósiles del Cámbrico Superior.

**Estructura.**— Las areniscas aparecen en bancos muy duros con algunas laminaciones micáceas que indican la estratificación. Los tramos de areniscas, pizarras o de alternancia de ambos, no tienen espesores fijos, sino que responden a secuencias diferentes. La estratificación en las pizarras se distingue de la esquistosidad por la distinta concentración de minerales máficos en los diferentes estratos, lo que conduce a una alternancia de colores claros y oscuros. Este grupo aflora en los flancos del Sinclinal de Palazuelos de la Sierra y no se ha visto la formación sobre la que descansa estratigráficamente. La potencia del conjunto se calcula en 800 m.

**Geotecnia.**— Son materiales casi impermeables, y la baja permeabilidad que pueden tener es debida a la fracturación que presentan. El drenaje es suficiente por escorrentía superficial, aunque en los tramos de pizarras, si la alte-

ración es intensa, pueden producirse pequeños encharcamientos. No son materiales ripables, excepto la capa superficial alterada de las pizarras. La capacidad de carga del conjunto es media o elevada. Generalmente el grupo admite taludes fuertes, aunque localmente y en situación desfavorable respecto a las superficies de estratificación y esquistosidad, pueden originarse deslizamientos y caídas de bloques, ya que son tramos de comportamiento desigual ante la erosión, como corresponde a su litología alternante. Se observan taludes naturales altos de 60° a 80°.

#### ARENISCAS Y PIZARRAS ORDOVICICAS, (121)

**Litología.**— Este grupo está compuesto por areniscas y pizarras distribuidas de manera similar a la formación 113, es decir, forman diversas secuencias que tienen areniscas macizas (dispuestas en bancos de 10 a 30 cm), en la base, predominio de pizarras en la parte superior, y una alternancia de areniscas y pizarras en la parte media. En las secuencias inferiores predominan las areniscas, y en las superiores la alternancia está más desarrollada. Las pizarras son muy micáceas y tienen color gris azulado. Estas areniscas tienen mayor contenido en cuarzo que las areniscas del Cámbrico, y el feldespato existente es calcosódico.

**Estructura.**— El grupo aparece sólo en el Sinclinal de Palazuelos de la Sierra, formando una banda de dirección NE-SO, sobre la que se han dispuesto, en discordancia, materiales carboníferos y triásicos. Está tectonizada y con cierto grado de metamorfismo. Estas areniscas se disponen concordantemente sobre la alternancia del Cámbrico Superior y sobre ellas están las formaciones del Carbonífero y del Triásico. La potencia oscila alrededor de 1.000 m.

**Geotecnia.**— El conjunto en general es impermeable, salvo en zonas muy fracturadas, y tiene drenaje superficial suficiente. Estos materiales no son ripables, excepto los tramos pizarrosos alterados. La capacidad portante del conjunto varía de elevada a media, debido al carácter alternante de materiales duros areniscosos y pizarras arcillosas. En situación favorable, los taludes medios son fuertes, pero en otras situaciones pueden originar problemas geotécnicos locales del tipo de deslizamientos y desprendimientos. La capacidad de carga puede descender puntualmente en zonas de ladera.

#### SERIE DETRITICA CARBONIFERA, (152)

**Litología.**— Es una serie muy variable en cuanto a la litología, ya que la proporción de areniscas, conglomeráticas o no, respecto a las pizarras no guarda una secuencia regular. En la base siempre hay un tramo de algunos metros de espesor, formado por conglomerados que tienen cantos gruesos, de un tamaño medio entre 5 y 10 cm. En la parte media hay areniscas, generalmente ferruginosas, pizarras y algún nivel de conglomerados, y en la parte alta el predominio es de las pizarras que a veces contienen algunos niveles de carbón.

**Estructura.**— La serie detrítica se presenta discordante sobre las paleozoicas inferiores. Las areniscas tienen el grano bastante redondeado y el tamaño es variable, desde muy fino hasta el tamaño rudita. Es una serie poco tectonizada, aflora de manera discontinua y, en gran parte, sus bordes quedan cubiertos por las series triásicas. La potencia puede ser de unos 600 m.

**Geotecnia.**— La permeabilidad del conjunto es muy baja por fisuración y se puede considerar casi nula, y el drenaje superficial es bueno. Estos materiales no son ripables, salvo algún tramo de pizarras que esté alterado. La capacidad portante del grupo es variable, aunque en general es alta. Admite taludes fuertes estables, aunque localmente se produzcan algunas caídas de bloques o algún deslizamiento local si la estratificación no está dispuesta en dirección favorable. Los taludes naturales observados tienen de 50° a 70°.

#### ARENISCA ROJA, (211)

**Litología.**— Este grupo está formado por areniscas de color rojo y por un tramo conglomerático basal de 5 a 10 m de potencia que contiene fragmentos de rocas paleozoicas. También hay niveles de lutitas rojas entre las areniscas. Los bancos de areniscas suelen ser de 0,30 a 0,70 m de espesor y los de las lutitas de 0,10 a 0,25 m. La potencia estimada del conjunto es 100 m. Por su disposición estratigráfica y facies, este grupo se considera como perteneciente al Buntsandstein.

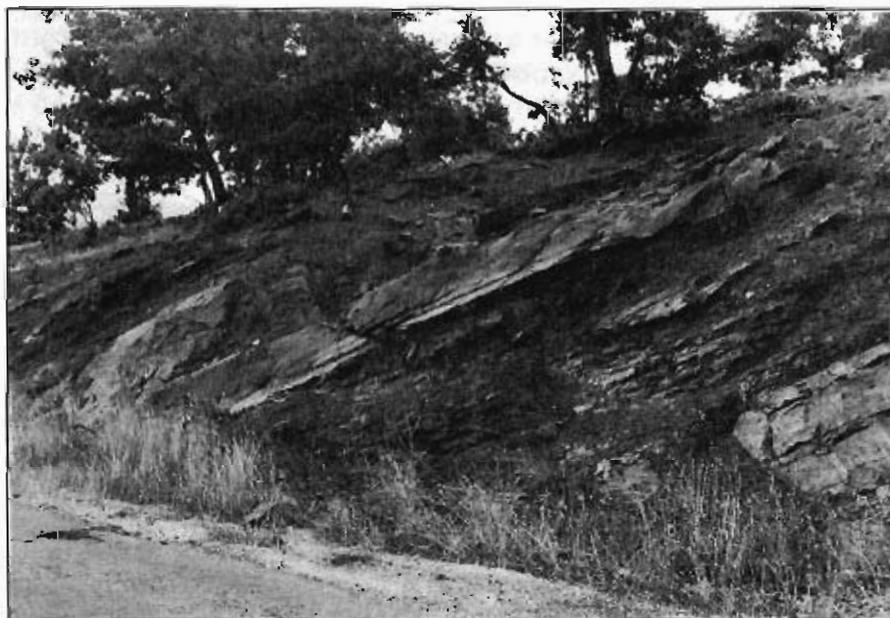


Foto I.- Areniscas y arcillas rojas (211), al Norte de Tañabueyes.

**Estructura.**— Este grupo aflora en forma de bandas discordantes sobre las formaciones paleozoicas, en los bordes o en el núcleo del Sinclinal de Pala-

zuelos de la Sierra. Puede estar asociado a fallas del zócalo paleozoico. En general presenta buzamientos pequeños (de 5 a 20°) hacia fuera del macizo montañoso, al que rodea en sus bordes suroccidentales.

**Geotecnia.**— Estas areniscas tienen alta permeabilidad, que disminuye cuando predominan las lutitas. El drenaje es bueno por escorrentía. Las areniscas no son ripables y la capacidad portante es elevada. Debido a su disposición con buzamientos suaves admite taludes fuertes y subverticales, aunque son frecuentes las caídas de bloques por fracturación de las areniscas. Los taludes naturales observados son de poca altura, bajos, y de 40° a 60°.

#### ARCILLAS ROJAS, (213)

**Litología.**— Es un grupo formado por arcillas y margas de color rojo que tienen un contenido desigual de yesos en forma de pequeños lentejones. Localmente puede presentar colores verdes, grises y ocres. La potencia estimada ha sido 80 m. Se considera del Trías Superior en facies Keuper.

**Estructura.**— Estas arcillas rojas aparecen en una banda fácilmente erosionable sobre las areniscas triásicas y las dolomías liásicas. En general no se observa estructura alguna, debido a su naturaleza plástica, y actúan como nivel de despegue de la serie mesozoica respecto al macizo paleozoico. En general se asocia a fracturas del zócalo reactivadas.



Foto 2.- Arcillas rojas (213), al Norte de Tañabueyes.

**Geotecnia.**— Es una formación impermeable y con drenaje superficial deficiente, por lo que es fácil que se produzcan abarrancamientos y encharca-

mientos. Es ripable, tiene una baja capacidad de carga, y puede ocasionar asentamientos. En este grupo también pueden presentarse problemas derivados de la disolución de yesos, y hay que tener en cuenta su agresividad a los aglomerantes. Los taludes naturales observados son bajos y de poco ángulo, 20°. En estas arcillas es frecuente la existencia de fenómenos de deslizamientos.

#### DOLOMIAS GRISES, (221a)

Este grupo se describe en la Zona II, donde está mejor representado.



Foto 3.- Dolomías (221a) sobre arcillas rojas (213), en Cabañas.

#### CONGLOMERADOS Y ARCILLAS, (350)

Este grupo se describe en la Zona III, ya que en ella aflora en mayor extensión.

#### ALUVIAL DE ARENAS Y ARCILLAS, (A3)

Son depósitos de llanura aluvial. Se describen en la Zona II, por estar mejor representados allí.

#### ALUVIAL HETEROGENEO DE GRAVAS Y ARENAS, (A4)

**Litología.**— Son depósitos sueltos constituidos mayoritariamente por gravas y arenas con matriz arcillosa. Los cantos son de areniscas, cuarcitas y piza-

rras, fundamentalmente, y, en menor proporción, de calizas procedentes de las formaciones liásicas.

**Estructura.**— Son aluviales localizados principalmente en el cauce del Arroyo Seco sobre materiales paleozoicos. No presentan estructura interna, y los cantos a veces pueden llegar a 50 cm de diámetro. Corresponde al aluvial actual del río, confundiéndose en los bordes, en algunos puntos, con la zona de alteración de las formaciones próximas.

**Geotecnia.**— Son materiales semipermeables que tienen un drenaje irregular: en algunos puntos se realiza con facilidad y en otros se producen encharcamientos a poca profundidad. Son ripables y su capacidad de carga es media, con zonas colapsables, aunque puntualmente pueda ser alta en los niveles de gravas.

#### ALUVIAL DE ARENAS Y ARCILLAS, (A5)

Son depósitos de fondos de valles y se describen en la Zona II, donde tienen mayor representación.

##### 3.1.5. Grupos geotécnicos

Los grupos litológicos de esta Zona I se han agrupado en los siguientes grupos geotécnicos, de acuerdo con sus características.

*X<sub>1</sub> Formaciones detríticas con inestabilidad muy localizada por caídas de bloques.*

En este grupo geotécnico se incluyen las formaciones de areniscas, tanto paleozoicas como triásicas, que forman los grupos litológicos 111a y 211. Estos materiales tienen una permeabilidad alta y en general no son ripables. La capacidad de carga de estas areniscas es elevada, y la estabilidad es buena, salvo en aquellos casos en los que la dirección de estratificación de las capas y las direcciones de algunas diaclasas pueden originar algunas caídas de bloques. Estos casos de inestabilidad son puntuales y sobre todo se producen en las areniscas paleozoicas, pues están afectadas por mayor tectonicidad. En las areniscas triásicas es raro que se produzcan tales caídas, ya que suelen estar dispuestas subhorizontalmente, y los taludes suelen ser bajos o de alturas medias.

*X<sub>3</sub> Formaciones inestables según la inclinación de los estratos.*

Se incluyen en este grupo geotécnico las formaciones paleozoicas de los grupos 111b, 113, 121 y 152. Las formaciones paleozoicas son casi impermeables por su litología, y sólo localmente en zonas muy fracturadas aumenta su permeabilidad. No son ripables normalmente y tienen un drenaje suficiente por escorrentía. Su capacidad de carga es variable (en general, media o elevada), y el mayor problema que presentan radica en su estabilidad cuando la disposición estructural no es favorable, pudiendo ocasionar deslizamientos locales y caídas de bloques, por erosión de los tramos pizarrosos, y descalces o cabeceos, por fracturación de los niveles

más resistentes. También localmente pueden producirse problemas geotécnicos si el recubrimiento adquiere importancia, ya que en el contacto basal con la roca sana habría una alta afluencia de agua.

- M<sub>2</sub> *Formaciones con problemas geotécnicos de agresividad y plasticidad.*  
Forman este grupo geotécnico las arcillas del Keuper (grupo 213) que quizás sean los materiales con mayores problemas geotécnicos de la Zona, debido a su baja capacidad portante, fácil erosionabilidad, y por su contenido en yesos y disolución de los mismos. En este grupo son frecuentes los procesos de inestabilidad de taludes.
- X<sub>2</sub> *Formaciones calcáreas sin problemas geotécnicos o con inestabilidad muy localizada por caídas de bloques.*  
En este grupo geotécnico se incluye el grupo litológico 221a, formado por dolomías grises dispuestas subhorizontalmente sobre las arcillas triásicas. En los bordes pueden originarse algunos desprendimientos de bloques. Por lo demás es un grupo de alta capacidad portante y no se esperan problemas geotécnicos.
- T<sub>1</sub> *Formaciones no cohesivas con problemas de asientos diferenciales.*  
En este grupo geotécnico tan sólo se incluye el grupo litológico 350, formado por cantos gruesos en una matriz de finos, y que da lugar a lentejones y bolsadas. Se pueden originar asientos. Son materiales ripables y se disponen horizontalmente.
- T<sub>2</sub> *Formaciones no cohesivas con capacidad de carga media o alta.*  
En este grupo se incluyen los depósitos cuaternarios de los ríos actuales que corresponden a los grupos litológicos A3, A4 y A5, aunque sólo el A4 está bien representado. Son materiales sueltos heterogéneos que pueden causar problemas de asientos, encharcamientos y abarrancamientos. Son fácilmente ripables y de poco espesor.

### 3.1.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona

La mayor parte de los problemas geotécnicos que puede presentar esta Zona están relacionados con la morfología, pues los relieves son muy acusados, como corresponde a un área montañosa abrupta, con pendientes superiores al 30%.

Hidrogeológicamente los terrenos son impermeables (salvo las areniscas triásicas), aunque existe una cierta permeabilidad debido a su fracturación y alteración superficial. El drenaje es bueno por escorrentía si se exceptúan las arcillas del Keuper.

La capacidad de carga de los materiales es generalmente alta, excepto en el caso de las arcillas triásicas. Se puede crear algún problema de asiento derivado del recubrimiento. Igualmente a causa de la disposición desfavorable entre talud y estratificación o esquistosidad, puede existir cierta inestabilidad.

Así pues, el mayor número y tipo de problemas geotécnicos de la Zona estarán ligados a las arcillas del Trías. El resto de los materiales de la Zona sólo localmente presentarán algún problema desde el punto de vista de la geotecnia, por la presencia de esquistosidad, o los propios de depósitos aluviales.

## 3.2. ZONA II. SIERRA DE LOS CAMEROS

### 3.2.1. Geomorfología

Morfológicamente la Zona de la Sierra de los Cameros presenta características muy variadas de un punto a otro, ya que los materiales aflorantes tienen litologías muy diversas y éstas condicionan las formas del relieve. Igualmente hay dos tipos de estructuras (cabalgamientos y pliegues) que inciden en la morfología muy directamente.

Las formaciones calco-dolomíticas del Jurásico Inferior y Medio dan relieves alomados. Las calizas del Dogger son las que más destacan y forman una barra calcárea de gran continuidad y resalte topográfico, por ser más resistentes a la erosión que las formaciones calizo-margosas entre las que se encuentran.

Las formaciones detríticas del Jurásico Superior y Cretácico Inferior dan zonas con morfología muy variable, desde amplios valles hasta laderas abruptas con relieves alomados, debido a su alternancia de niveles de conglomerados duros y resistentes, tramos areniscosos irregularmente resistentes, y tramos de arenas y arcillas fácilmente erosionables por arroyos tales como Pedrajas, Ebritos y Arlanza, con sus subsidiarios. En general la erosión de estos materiales es areolar, y sólo los niveles de conglomerados (sobre todo, los basales) dan lugar a resaltes con escarpes notables, que van sufriendo paulatinamente una erosión regresiva debido a los desplomes y derrumbamientos del frente. Gran parte de los materiales detríticos arenosos están cubiertos por una capa de suelo vegetal en zonas de pinares, generando en general un relieve suave que presenta crestones correspondientes a los niveles de conglomerados.

Las formaciones calcáreas del Cretácico Superior ofrecen una mayor resistencia a la erosión que las detríticas infrayacentes, y originan resaltes con fuertes taludes. Estas formaciones calcáreas dan relieves en forma de mesas, sobre las cuales se originan formas de erosión kárstica, como lapiaz, lenar y tipo karren. En los bordes de estos resaltes son frecuentes los desprendimientos de bloques y la formación de mantos coluviales heterogéneos. El suelo de arcilla de descalcificación es discontinuo e irregular.

Las formaciones margosas y calcáreas del Paleoceno son fácilmente erosionables, y dan lugar a la zona deprimida por donde discurre el río Mataviejas, afluente del Arlanza.

Otra morfología distintiva es la correspondiente a las lomas ocupadas por los conglomerados erosionados del Plioceno.

Las estructuras geológicas tienen gran influencia en esta Zona. Los pliegues son de tipo alpino con relieve invertido, y así los núcleos anticlinales ocupan las zonas deprimidas, y los núcleos sinclinales se sitúan en las partes altas. Suelen ser pliegues amplios, por lo que la topografía es variada, aunque en grandes tramos. La Zona II está cruzada en gran parte por la Falla de San Leonardo, que pone en contacto a las dolomías del Lías con las series detríticas de la Facies Utrillas, y que origina un relieve formado por una sucesión de montes, aunque más suavizado de lo que cabría esperar por la importancia del salto de la falla.

Un punto morfológico singular es el localizado en el paraje de La Yecla, en las proximidades de Santo Domingo de Silos, donde se ha originado un fuerte

proceso de disolución de las calizas cretácicas a partir de una grieta, que se profundiza espectacularmente, y por cuyo fondo circula el Arroyo Peñacoba. En dicha grieta existen diversos sumideros.

### 3.2.2. **Tectónica**

La tectónica de esta Zona II está definida por los diversos pliegues que en forma de anticlinales y sinclinales se disponen paralelos en dirección ONO-ESE.

Destacan diversos anticlinales con núcleo en jurásico, como el situado en Moncalvillo, que tiene el flanco sur cabalgando a la serie de Facies Purbeck, otro localizado al Norte de Castrovido que está oculto en gran parte por depósitos pliocénicos, y el más importante, que se localiza al SE y NO de Quintanilla de las Viñas.

A ambos lados de la Falla de San Leonardo hay diversos sinclinales muy suaves, que tienen los núcleos constituidos por las calizas del Senoniense y que determinan relieves en forma de mesas, y una serie de anticlinorios y sinclinorios formados por los diversos tramos de las series de facies continentales del Cretácico Inferior y Jurásico Superior.

Merece destacar el Sinclinal de Santo Domingo de Silos, que tiene el núcleo constituido por las formaciones detríticas del Paleoceno, y cuyo flanco sur está invertido y buza subverticamente.

En cuanto a la tectónica de fractura, la falla más importante es la de San Leonardo, que influye en el tipo de sedimentación durante el Cretácico Inferior. Hay otras de igual dirección NO-SE, paralelas a los ejes de los pliegues. Menos frecuentes son las transversales u oblicuas a la dirección de plegamiento y cuyo resultado es el desplazamiento de las estructuras principales. De dirección E-O es la falla que limita el flanco sur del Sinclinal de Santo Domingo de Silos. Por último, merece citarse la posible fractura de zócalo que debe de bordear el extremo SO de la Sierra de la Demanda y que aparece fosilizada por los materiales triásicos.

### 3.2.3. **Columna estratigráfica**

En esta Zona II los materiales más antiguos son las dolomías de la base del Lías (grupo 221a) que soportan el resto de las formaciones jurásicas hasta el Dogger.

En la parte central, sobre las calizas del Dogger (222a) está la formación de areniscas y calizas arenosas que llegan hasta el Malm (223a), y sobre éstas las formaciones detríticas en Facies Purbeck y Weald del Grupo Tera (223b), y, encima, los conglomerados y areniscas del Grupo Urbión (231a).

En la parte oriental, debajo de la formación (231a) está la serie roja detrítica del Grupo Oncala (223c), que se dispone lateralmente y suprayacente con el grupo 223b.

En la parte occidental, sobre las calizas del Dogger (222a) hay calizas y margas arenosas del mismo piso y, encima, la serie detrítica roja con niveles carbonatados (223b), pudiéndose individualizar en la base un tramo de calizas grises y margas (223d), y, hacia techo, la serie detrítica roja pasa a la serie detrítica gris (231a), que es uniforme en toda la Zona.

A la serie detrítica gris (231a) sigue la formación de Facies Utrillas (231b), de la que se han separado, en la parte occidental, los conglomerados de base

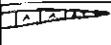
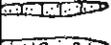
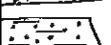
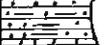
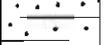
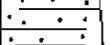
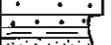
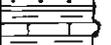
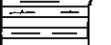
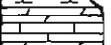
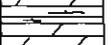
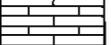
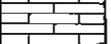
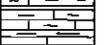
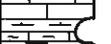
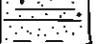
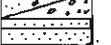
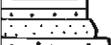
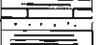
COLUMNA LITOLÓGICA	REFERENCIAS		DESCRIPCIÓN	EDAD
	LITOLÓGICA	GEOTÉCNICA		
	Tr	T <sub>2</sub>	Travertinos	Cuaternario
	T1	T <sub>1</sub>	Terrazas	Cuaternario
	A1, A3, A5	T <sub>2</sub>	Aluviales diversos	Cuaternario
	C2	T <sub>1</sub>	Coluviales	Cuaternario
	350	T <sub>1</sub>	Conglomerados y arcillas	Plioceno
	321a	M <sub>1</sub>	Conglomerado calcáreo con arcilla	Mioceno
	313a	X <sub>2</sub>	Conglomerado calcáreo de bloques	Oligoceno
	312a	M <sub>1</sub>	Conglomerados (Sector Oriental)	Eoceno
	311e	M <sub>1</sub>	Areniscas y calizas	Paleoceno
	311d	X <sub>2</sub>	Calizas grises	Paleoceno
	311c	M <sub>1</sub>	Margas verdes y rojas	Paleoceno
	311b	X <sub>2</sub>	Calizas de gasterópodos y margas	Paleoceno
	311a	M <sub>1</sub>	Margas rojizas con areniscas	Paleoceno
	232e	X <sub>2</sub>	Carniolas y dolomías	Campaniense
	232d	X <sub>2</sub>	Calizas grises con Lacazines	Santoniense-Campaniense
	232c	X <sub>2</sub>	Calizas arcillosas y nodulosas, grises	Turonense-Coniaciense
	232b	K <sub>1</sub>	Margas arcillosas amarillas	Turonense
	232a	K <sub>1</sub>	Calizas arcillosas y margas	Cenomaniense
	231b	D <sub>1</sub>	Arenas conglomeráticas y arcillas	Cretácico Inferior Facies Utrillas
	231c	D <sub>1</sub>	Conglomerados	
	231a	D <sub>1</sub>	Conglomerados y areniscas grises	Cretácico Inferior Facies Utrillas
	223b	D <sub>1</sub>	Serie detrítica roja con niveles de calizas	Malm-Cretácico Inferior. Facies Purbeck-Weald
	223d	X <sub>2</sub>	Calizas grises y margas (Sector Occidental)	Malm-Cretácico Inferior
	222b	X <sub>2</sub>	Calizas y margas arenosas (Sector Occidental)	Dogger Superior
	222a	X <sub>2</sub>	Calizas grises	Dogger
	221c	K <sub>1</sub>	Margas arcillosas	Lías Medio
	221b	X <sub>2</sub>	Calizas grises	Lías Inferior
	221a	X <sub>2</sub>	Dolomías grises	Lías Inferior

Fig. 5.- Columna estratigráfica de la parte occidental de la Zona II.

COLUMNA LITOLÓGICA	REFERENCIAS		DESCRIPCIÓN	EDAD
	LITOLÓGICA	GEOTÉCNICA		
	A1, A2, A5	T <sub>2</sub>	Aluviales diversos	Cuaternario
	C1, C2	T <sub>1</sub>	Coluviales	Cuaternario
	311f	X <sub>2</sub>	Calizas de cantos negros (sector Oriental)	Paleoceno
	232e	X <sub>2</sub>	Carniolas y dolomías	Campaniense
	232d	X <sub>2</sub>	Calizas grises con Lacazinas	Santoniense-Campaniense
	232c	X <sub>2</sub>	Calizas arcillosas y nodulosas, grises	Turoniense-Coniaciense
	232b	K <sub>1</sub>	Margas arcillosas amarillas	Turoniense
	232a	K <sub>1</sub>	Calizas arcillosas y margas	Cenomaniense
	231b	D <sub>1</sub>	Arenas conglomeráticas y arcillas	Cretácico Inferior Facies Utrillas
	231a	D <sub>1</sub>	Conglomerados y areniscas grises	Cretácico Inferior Facies Weald
	223c	D <sub>1</sub>	Areniscas y arcillas rojas con algún conglomerado (Sector Oriental)	Malm-Cretácico Inferior. Facies Purbeck Weald
	223b	D <sub>1</sub>	Serie detrítica roja con niveles de caliza	Malm-Cretácico Inferior. Facies Purbeck Weald
	223a	X <sub>2</sub>	Areniscas y calizas arenosas ocreas (Sector Oriental)	Dogger-Malm
	222a	X <sub>2</sub>	Calizas grises	Dogger
	221c	K <sub>1</sub>	Margas arcillosas	Lías Medio
	221b	X <sub>2</sub>	Calizas grises	Lías Inferior
	221a	X <sub>2</sub>	Dolomías grises	Lías Inferior

Fig. 6.- Columna estratigráfica de la parte oriental de la Zona II.

(231c). Las formaciones cretácicas son uniformes desde el Cenomaniense hasta las carniolas y dolomías del Campaniense.

En el Paleógeno y debido al tipo de depósito, hay algunos cambios de facies de una parte a otra, en esta Zona II. En la parte oriental, sobre las carniolas del Senoniense hay un afloramiento de calizas con cantos negros (311f), mientras que en el centro y en la parte occidental hay un conjunto margoso y calizo mucho más desarrollado (311a, 311b, 311c, 311d y 311e). El resto del Paleógeno aparece en afloramientos no relacionados (312a y 313a). En diversos puntos hay retazos de la base del Mioceno (321a) y Plioceno (350), así como depósitos cuaternarios, ligados a ríos (A1, A2, A3, A5 y T1), coluviales (C1 y C2) y travertinos (Tr).

#### 3.2.4. Grupos litológicos

##### DOLOMIAS GRISES, (221a)

**Litología.**— Este grupo está formado por dolomías de color gris, algo fértidas y muy recrystalizadas, sobre todo en la parte inferior, pues hacia techo

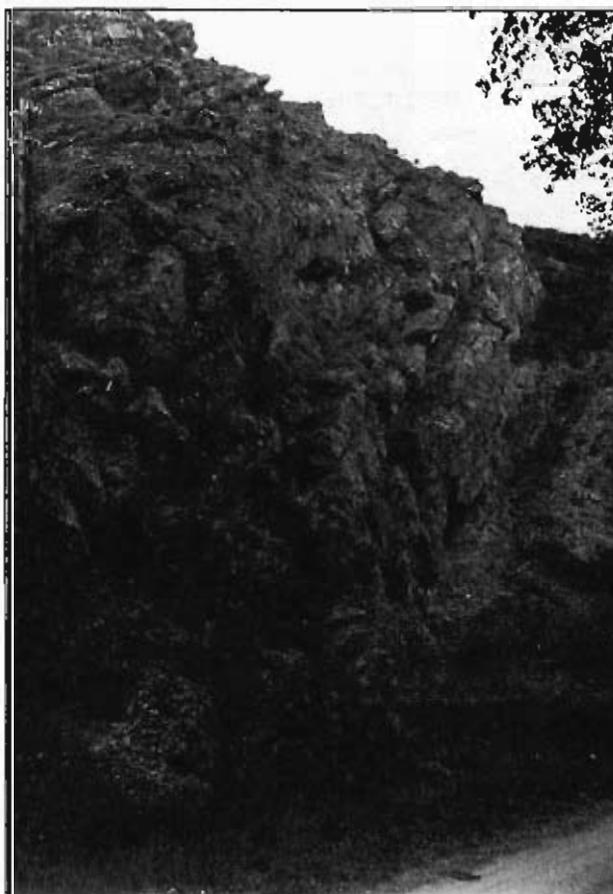


Foto 4.- Dolomías (221a), en Talveila.

son más calcáreas, llegando a calizas. Adquieren también tonos rojizos cuando las dolomitizaciones y la recristalización son muy intensas. El grupo aflora con aspecto masivo, mal estratificado en la base, y con mejor estratificación hacia la parte superior, donde hay bancos de 0,5 a 1 m de espesor. En la base estas dolomías llegan a constituir verdaderas carniolas. La potencia oscila de 60 a 100 m.

**Estructura.**— Estas dolomías están muy bien representadas a lo largo de la Falla de San Leonardo, donde no aflora la formación infrayacente, y en el borde nororiental de la Zona (con algunos afloramientos en la Zona I), donde aparece concordante sobre las arcillas plásticas del Trías. Esta formación aparece uniforme en todos los afloramientos y, por su disposición estratigráfica y facies, se considera del Lías Inferior (Hettangiense).

**Geotecnia.**— Estos materiales son permeables y tienen un drenaje bueno, tanto por escorrentía como por infiltración, existiendo en la base numerosos puntos de agua. No son ripables, su capacidad de carga es alta, y no se producirán asentamientos. Los taludes son estables con ángulos altos, aunque son fácilmente degradables por la intemperie, y necesitarán conservación para evitar la caída de bloques y piedras.

#### CALIZAS GRISES, (221b)

**Litología.**— Este grupo está formado por calizas de color gris y de grano muy fino (micritas), que se disponen en bancos gruesos de algunos decímetros de espesor, perfectamente estratificados y que en su parte media se hacen más delgados (0,25 m) y están separados por niveles finos margosos, ricos en fós-



Foto 5.- Cantera inactiva (C-15) en calizas liásicas (221b), en Talveña.

les, adquiriendo un color gris pardo por alteración. La potencia del conjunto suele ser algo superior a los 100 m. Por los fósiles que contienen, las partes media y superior corresponden al Pliensbaquiense, y la inferior se considera del Sinemuriense.

**Estructura.**— Este grupo aparece en los núcleos anticlinales de Moncalvillo y del Norte de Castrovido, en una banda continua en la Falla de San Leonardo, y también de forma continua sobre las dolomías del borde NE de esta Zona II, con buzamientos medios y uniformes.

**Geotecnia.**— Estos materiales tienen alta permeabilidad y el drenaje es bueno, por infiltración y escorrentía. La capacidad portante es elevada y los taludes admiten inclinaciones fuertes. No se esperan problemas geotécnicos en estos materiales, salvo alguna caída de bloques por fracturación perpendicular a la estratificación y siempre en puntos localizados. Es una excelente roca para su explotación en canteras para obtención de áridos.



Foto 6.- Cantera abandonada (C-12) en calizas liásicas (221b), entre Hontoria del Pinar y Aldea del Pinar.

#### MARGAS Y MARGOCALIZAS. (221c)

**Litología.**— Este grupo lo forman margas arcillosas de tonos grises-amarillentos, que presentan intercalaciones de margocalizas y calizas más oscuras. En la base hay mayor porcentaje de bancos calizos de 0,50 m de espesor, que va disminuyendo a favor de las margas según se asciende en la serie.

Este grupo contiene abundante fauna del Toarciense y su potencia suele ser de 25 m, aunque a veces, cuando el límite inferior no está claro, puede aumentar.



Foto 7.- Serie jurásica (221b, 221c, 222a), en Talveilla.

**Estructura.**— Este grupo aparece en las mismas áreas que el grupo anterior, (221b), sobre el que descansa a veces sin una diferenciación clara, pues su rasgo más distintivo es el carácter margoso, lo que facilita una mayor erosión y por lo que ocupa zonas deprimidas. Los bancos margocalizos están frecuentemente aplastados y presentan superficies onduladas a causa de presiones diferenciales. También aflora en las proximidades de Quintanilla de las Viñas, en el núcleo de un anticlinal.

**Geotecnia.**— Por su carácter margoso, el conjunto tiene una permeabilidad muy baja, y el drenaje es bueno, por escorrentía, lo que ocasiona la erosión de las margas. La ripabilidad del conjunto es media, aunque irregular, dependiendo del espesor y cantidad de los niveles calcáreos. La capacidad de carga varía entre media y alta, dependiendo del espesor de los tramos margosos. Se pueden producir deslizamientos si la dirección del talud no es la adecuada y se canaliza el agua de las calizas entre las que se encuentra. Los taludes medios admiten inclinaciones de  $50^\circ$  con estratificación favorable, y son frecuentes los desprendimientos de pequeños bloques, por fracturación y erosión de los niveles más blandos.

#### CALIZAS GRISES DEL DOGGER. (222a)

**Litología.**— Este grupo está formado por calizas grises finas de tipo micrítico, que tienen algún nivel margoso en la parte media de la serie. En el tramo inferior las calizas están bien estratificadas en bancos de 0,5 a 1 m de espesor, y en la parte superior los bancos superan ligeramente el metro. Hay diversos niveles oolíticos, y otros muy ricos en fauna de braquiópodos y ammonites que determinan distintos pisos del Dogger (desde el Aalenense hasta el Callovienense). La potencia de la serie es de unos 50 m.



Foto 8.- Cantera abandonada (C-5) en calizas del Dogger (222a), en el P.K. 4 de la carretera C-113 (Norte de Castrovido).

**Estructura.**— Los materiales de este grupo afloran en todos los puntos citados para el grupo anterior, 221c, y sobre él descansan concordantemente. Además también aparecen formando núcleos anticlinales al Sur del cuadrante 315-2 (vértice Molino), al NE de Hortezuellas (315-4) y al SE de Tejada (314-1).

Este grupo se conoce como «barra del Dogger», por su rasgo morfológico, ya que aflora en forma de resalte bastante destacado.



Foto 9.- Cantera abandonada (C-10) en calizas del Dogger (222a), junto al P.K. 418 de la carretera N-234.

**Geotecnia.**— La permeabilidad de estas calizas alcanza valores medios y aumenta con la fracturación, resultando en conjunto valores altos. El drenaje es bueno por escorrentía e infiltración. No son materiales ripables y su capacidad de carga es alta. Se pueden producir deslizamientos de bloques si la estratificación y la pendiente están en disposición desfavorable. Los taludes admiten inclinaciones fuertes para otras situaciones, aunque son frecuentes las caídas de bloques por fracturación. Es un material canterable para obtención de áridos.

#### CALIZAS Y MARGAS ARENOSAS, (222b)

**Litología.**— Este grupo está constituido por una alternancia de calizas y margas, fundamentalmente, con términos intermedios. Los niveles se van haciendo cada vez más arenosos según se sube en la serie. El color del conjunto es gris, siendo las margas más oscuras que las calizas. Los bancos de las calizas tienen espesores de 0,2 a 0,7 m y son ricos en fauna propia del Calloviense. La potencia del conjunto es de unos 80 m.

**Estructura.**— Estos materiales están dispuestos concordantemente sobre la barra calcárea del Dogger, en el anticlinal situado al Norte de Castrovido, y se prolongan hacia el Noroeste, aunque aparecen recubiertos parcialmente por los depósitos del Plioceno. También afloran en el flanco meridional del anticlinal de Quintanilla de la Viñas y en la serie jurásica del borde NE de esta Zona II. Los valores de buzamiento de sus capas son bajos y medios (de 15 a 40°).

**Geotecnia.**— Son materiales permeables y presentan un drenaje aceptable por escorrentía e infiltración. No son ripables y su capacidad de carga es alta. Se puede originar algún problema de inestabilidad si la dirección de la estratificación es desfavorable con la topografía, y localmente pueden producirse algunas caídas de bloques por fracturación.

#### ARENISCAS Y CALIZAS ARENOSAS OCRES, (223a)

**Litología.**— La base de este grupo litológico está formada por un tramo de arenas y areniscas de color ocre, que se conoce regionalmente como «barra arenosa del Dogger», y que tiene unos 25 m de potencia. Sobre ella y en total concordancia se dispone un conjunto de areniscas amarillentas, con niveles de calizas esparíticas, que se repite en diversas secuencias positivas. Las areniscas suelen ser de grano grueso y cemento calcáreo. El espesor de los bancos es de algunos decímetros, sin llegar al metro. Contienen microfauna que se ha considerado del Kimmeridgiense, situándose los paquetes superiores en el Malm Superior (Portlandés). La potencia de la serie es de unos 100 m.

**Estructura.**— Este grupo tan sólo aflora en la serie del Jurásico Superior, está asociado a la Falla de San Leonardo y representa una transición del medio marino a las facies continentales tipo Purbeck. Es un conjunto de secuencias positivas.



Foto 10.- Areniscas y arenas rojas (223a), en Talveila.

**Geotecnia.**— La permeabilidad del conjunto es alta y el drenaje bueno, por escorrentía e infiltración. No son materiales ripables, excepto algunos niveles arenosos que presentan alguna dificultad. La capacidad de carga es alta y se reduce con la presencia de tramos arenosos. No se suelen presentar problemas de estabilidad, ya que las capas presentan buzamientos pequeños; tan sólo si la erosión diferencial es acusada, pueden producirse algunos descalces de bancos duros.



Foto 11.- Pequeña cantera de arena (G-7) del grupo 223a, en Vadillo.

## SERIE DETRÍTICA ROJA CON NIVELES CALCÁREOS. (223b)

**Litología.**— El conjunto es una serie detrítica con algunos niveles calcáreos distribuidos en distintos tramos. Hay cambios laterales de facies, así como tramos graduales en el tránsito de una litología a otra. Comienza la serie con un tramo inferior de conglomerados poligénicos y areniscas rojas, en diversas secuencias y espesor variable, desde un par de decímetros hasta una decena de metros; los cantos son calizos, y pueden tener varios centímetros de diámetro. Encima de este conglomerado basal de colores variados, hay un tramo calcáreo de origen lacustre que, cuando adquiere importancia cartográfica, se ha individualizado como grupo 223d.

Sobre los conglomerados o las calizas hay una potente serie detrítica de color rojo predominante y formada por areniscas silíceas, margas limo-arenosas y areniscas conglomeráticas (a veces, conglomerados). En la parte superior a veces aparecen niveles de calizas, interdigitados en la serie detrítica, que contienen restos de corales y pisolitos, y que forman niveles de algunos decímetros. En general, el espesor de los bancos detríticos es muy variable, aunque casi siempre el término medio es de algunos decímetros para el caso de las areniscas y conglomerados, y algo superior para los tramos arcillosos y margosos. Se conoce regionalmente como «Grupo Tera».

**Estructura.**— El conjunto aflora en forma discordante sobre las series jurásicas de facies marinas y sobre la barra arenosa del Dogger. Es el tramo basal de las facies continentales y a veces es muy difícil separarlo de los materiales infrayacentes. Aparece en amplias bandas suavemente plegadas y siempre bajo los niveles conglomeráticos de la serie gris o de Urbión. La asignación de edad a esta potente serie, que en muchas zonas supera los 600 m de potencia, es difícil por su carácter azoico, si bien hay que exceptuar a los niveles calizos superiores que se han considerado como pertenecientes al Neocomiense por su fauna de ostrácodos. La base se supone posiblemente que corresponde al Kimmeridgiense, por lo que es dudosa la separación de las Facies Purbeck y Weald. Estos materiales son depósitos de abanico aluviales y fluvio-lacustres.

**Geotecnia.**— La permeabilidad del conjunto se considera baja, está ligada a los tramos esencialmente areniscosos y calcáreos, y se ve disminuida por la existencia de tramos impermeables. El drenaje es bueno, salvo cuando las arcillas están desarrolladas.

No son ripables los niveles de conglomerados, areniscas y calizas. La capacidad portante del conjunto es variable por su condición de alternancia, pero en general es de media a alta. La estabilidad de los materiales depende de su disposición respecto a la topografía, pudiéndose esperar que ocurran deslizamientos si ésta es desfavorable.

## CALIZAS GRISES Y MARGAS. (223d)

A veces en la serie del Grupo Tera (223b) las calizas que aparecen en su parte inferior adquieren importancia cartográfica y se han individualizado en este grupo (223d).

**Litología.**— Son calizas de color gris, aunque de diferentes tonos según la alteración. Su aspecto es noduloso y tienen algunos niveles oolíticos. Normalmente las calizas aparecen en bancos de 0,3 a 0,6 m de espesor y hay intercalaciones de margas del mismo espesor o menor. A veces suelen contener sílex.

**Estructura.**— Este grupo aflora sobre las series jurásicas del borde de la Sierra de la Demanda y en la banda de Quintanilla de la Viña, en la parte Norte de esta Zona II. En otros puntos también existen, ya que caracterizan al Grupo Tera, pero por su carácter lenticular y poco espesor, se incluyen en la serie detrítica roja carbonatada (223b). La potencia varía desde algún metro hasta 70 m. El conjunto presenta una erosión desigual.

**Geotecnia.**— La permeabilidad de estas calizas es baja debido a la presencia de niveles margosos, y aumenta localmente con el espesor de las calizas y su fracturación. El drenaje es bueno, por escorrentía e infiltración. Su ripabilidad es nula y su capacidad de carga media. La estabilidad es buena, excepto con disposición desfavorable. Los taludes son estables, en general.

#### SERIE DETRITICA ROJA DE ARENISCAS Y ARCILLAS, (223c)

**Litología.**— Es una serie detrítica constituida por una alternancia de areniscas y arcillas arenosas, en la parte inferior, y areniscas y areniscas conglomeráticas, en la parte superior, que está más desarrollada. Estas areniscas están dispuestas en bancos gruesos y masivos. En el tramo inferior, las arcillas son de un color rojo que influye mucho en el tono general de la serie. Regionalmente se conoce como «Grupo Oncala».

**Estructura.**— Esta serie detrítica roja o Grupo Oncala, aflora en una banda en la parte Nordeste de esta Zona II. No son visibles los materiales sobre los que descansa, pero sí que es infrayacente con los conglomerados grises del Grupo Urbión. Se considera de la misma edad que la serie roja con niveles carbonatados del Grupo Tera, y representa sedimentaciones en Facies Purbeck y Weald en distintas partes de una cuenca. Su erosión es casi uniforme, sin destacar un tramo respecto a otro, lo que ha servido para su caracterización en foto en las zonas de pinares. La potencia considerada es de unos 200 m.

**Geotecnia.**— La permeabilidad del conjunto es de baja a media, y el drenaje superficial es bueno, y localmente se produce por infiltración. El grado de ripabilidad de estos materiales es variable según los puntos, si bien predominan las áreas no ripables. La capacidad de carga se considera de media a alta, debido al carácter litológico alternante de la serie. Los taludes fuertes son estables con estratificación favorable, y tendidos, si es desfavorable.

#### SERIE DETRITICA GRIS, (231a)

**Litología.**— Esta serie es un conjunto detrítico sin uniformidad en las secuencias de los distintos tramos. La base se establece en un conglomerado de

cantos de cuarzo, que se dispone en bancos de varios metros de espesor y que origina un destacable resalte topográfico. Sobre este conglomerado hay una alternancia de conglomerados, areniscas feldespáticas y arcillas arenosas, que tiene tonos grises. El espesor de esta secuencia varía entre 3 y 8 m. Regionalmente se conoce como «Grupo Urbión».



Foto 12.- Conglomerados del grupo (231a), en el camino de Canicosa a Navaleno.

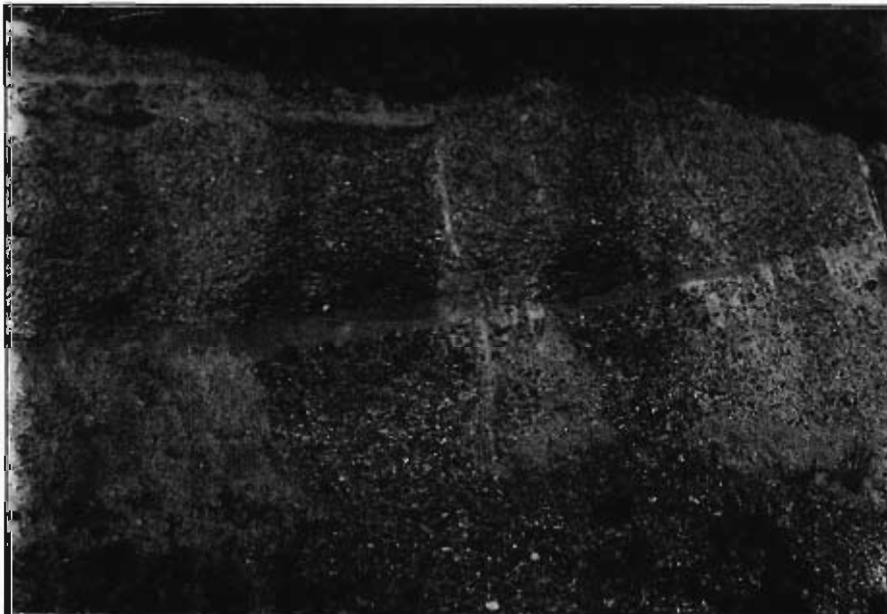


Foto 13.- Conglomerados del grupo (231a), en el P.K. 9 de la carretera de Abéjar a Molinos.

**Estructura.**— Este conjunto detrítico está ampliamente desarrollado por toda la Zonall, sobre las series de los Grupos Tera y Oncala, y bajo las series de Facies Utrillas. Los niveles conglomeráticos destacan morfológicamente por su mayor resistencia a la erosión que el resto de los materiales que los limitan. El conjunto ocupa generalmente el núcleo de estructuras plegadas, tanto sinclínicos como anticlinorios. La potencia es muy variable, considerándose como media la de 600 m. Por su posición sobre las calizas de charáceas y ostrácosos y bajo las series Utrillas, se considera Barremiense-Albiense. Su litología indica un depósito de tipo fluvial.

**Geotecnia.**— En conjunto son materiales permeables y el drenaje se realiza con facilidad. La capacidad portante es elevada, como corresponde a materiales compactos y resistentes. Son rocas no ripables. Los taludes son fuertes y subverticales. El problema más frecuente es el desprendimiento por descalce de grandes bloques de los niveles de conglomerados, al erosionarse con menor facilidad que la base.



Foto 14.- Arenas con niveles de conglomerados (231b), cerca de Contreras.

## ARENAS Y ARENISCAS BLANCAS CON ARCILLAS VERSICOLORS, (231b)

**Litología.**— Este grupo lo forman arenas y areniscas de color gris claro y blanco que tienen intercalaciones de arcillas versicolores y algunos niveles conglomeráticos.

En el tramo inferior de la serie predominan los conglomerados de cantos gruesos con matriz caolinífera, que, en algunas partes, se han podido individualizar en un grupo diferente. Sobre estos conglomerados se disponen series de gravas, arenas, areniscas y arcillas, en las que predominan el color blanco de las arenas, con o sin caolín, con manchas de óxidos de hierro y niveles de color vinoso. Las arenas aparecen en buenos afloramientos, y tienen pasadas conglomeráticas y, también, nódulos y costras ferruginosas. En algunos puntos hay niveles de lignito que se han intentado explotar, y en otros puntos se extrae caolín.



Foto 15.- Explotación abandonada de arenas lignitíferas (231b), en Contreras.

A veces pueden establecerse tres tramos litológicos: el inferior, de areniscas poco consolidadas y arcillas grises y rojas, alternantes; un tramo medio de arenas blancas masivas con niveles conglomeráticos; y el superior, que es una alternancia de areniscas caoliníferas y arcillas versicolores. Este grupo corresponde a materiales de Facies Utrillas.

**Estructura.**— Estos materiales afloran extensamente en toda la Zona II y se disponen en forma concordante bajo los niveles margocalizos del Cenomaniense. Las arenas tienen numerosas estructuras sedimentarias del tipo de estratificación cruzada, tanto planar como en surco, o de canales. Representan el tercer megaciclo sedimentario superior del Cretácico.

**Geotecnia.**— La permeabilidad media que en conjunto presentan estos materiales pasa a ser baja en las zonas arcillosas. El drenaje es irregular, con zonas de escorrentía alta y buena infiltración, y zonas de encharcamientos donde el abarrancamiento es fácil. Suelen ser materiales ripables, la capacidad portante es media y se pueden originar asientos de tipo medio. Hay taludes estables a 55°, pero tienen el inconveniente de su erosionabilidad. Se explotan canteras de arenas en numerosos puntos. En las laderas donde aflora este grupo son frecuentes los deslizamientos locales a lo largo de las mismas, como se observa en la base del monte Picofrentes.

#### CONGLOMERADOS CUARCITICOS, (231c)

**Litología.**— Es un tramo de conglomerados que se puede diferenciar del resto de la serie detrítica de Facies Utrillas (a la que se ha denominado 231b). Son conglomerados monogénicos, en los que predominan los cantos de cuarzo sobre los de cuarcita. Los cantos están bien rodados y son homométricos, con un tamaño medio de unos 10 cm. La matriz es muy areniscosa y contiene arcillas del tipo caolín.

**Estructura.**— Este tramo aparece en la base de la serie Utrillas con desigual desarrollo, por lo que en muchos casos no se ha podido separar del conjunto. Aflora principalmente en las proximidades de las poblaciones de Navas del Pinar y de Carazo, habiéndose explotado en ambos lugares para beneficiar el caolín. La potencia del conjunto es de 50 m y se considera Albiense.

**Geotecnia.**— Estos conglomerados tienen alta permeabilidad y el drenaje aceptable tanto superficialmente como por infiltración. Los niveles conglomeráticos no son ripables y poseen una capacidad de carga elevada. Los taludes admiten inclinaciones fuertes para alturas medias, y se producen caídas de algunos bloques por fracturación.

#### CALIZAS ARCILLOSAS Y MARGAS, (232a)

**Litología.**— Comienza el grupo con un tramo de margas grises con ostras, de muy difícil separación de las arcillas superiores del grupo 231b, ya que dan la misma morfología, y sobre ellas aparecen calizas finas, micríticas, de aspecto noduloso, y calizas arcillosas que alternan con calizas tableadas que tienen algunas pasadas de margas. La serie está claramente estratificada en bancos de 0,2 a 0,8 m de espesor y contiene abundantes fósiles, lamelibranchios, gasterópodos y equínidos.

**Estructura.**— Este grupo aflora en la base de las mesas formadas por los grupos del Cretácico Superior y que generalmente corresponden a estructuras plegadas de tipo sinclinal. Su potencia suele estar sobre los 50 m, y, por la fauna de sus capas, se considera del Cenomaniense. Su disposición estructural es muy suave, formando flancos de sinclinales con poco buzamiento.

**Geotecnia.**— La permeabilidad es baja debido al carácter margoso de los materiales que predominan, y el drenaje es bueno en general y se produce en la superficie. La ripabilidad se puede considerar de tipo medio, ya que los bancos son finos, pero cuando las margas están ausentes (lo que suele pasar en el tramo superior) la ripabilidad es nula. La capacidad de carga es variable: de media a alta en el tramo más calcáreo, y baja, en los bancos inferiores predominantemente margosos, donde son frecuentes los asentamientos y se producen deslizamientos. Los taludes con estratificación favorable pueden tener inclinaciones fuertes, y son frecuentes las caídas de bloques por descalce de la base margosa.



Foto 16.- Serie cretácica de Picofrentes.

#### MARGAS AMARILLAS, (232b)

A veces los materiales de este grupo (232b) se incluyen en el grupo (232a) por su escasa representación cartográfica debido a su topografía.

**Litología.**— Es un grupo muy constante y uniforme en toda esta Zona II, ya que aparece con las mismas facies y potencia en la mayoría de los afloramientos. Está constituido por margas grises que pasan a amarillas por alteración. En detalle se aprecia que el grupo está formado por margas grises amarillentas y arcillas calcáreas que contienen calizas arcillosas nodulosas, con fósiles y dispuestas en bancos de 0,2 a 0,4 m de espesor. Se ha descrito regionalmente como «Formación de Margas de Picofrentes» y en ella se ha estudiado un gran número de fósiles.

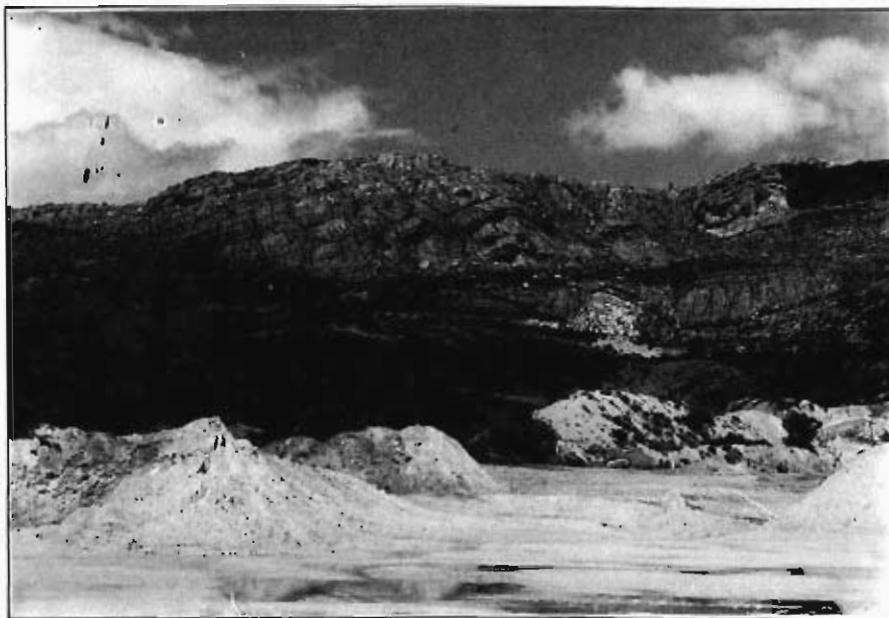


Foto 17.- Serie cretácica al Norte de Villaciervos.

**Estructura.**— Este grupo se sitúa entre las calizas arcillosas del Cenomaniense, y las del Coniaciense, en total concordancia. Generalmente aflora en laderas y con poco buzamiento. La potencia varía poco, y suele variar entre 40 y 60 m. Representa al Turoniense Inferior y Medio, e indica una sedimentación en un medio de plataforma abierta.

**Geotecnia.**— Este grupo tiene permeabilidad nula, y mal drenaje, aunque por su disposición en la parte inferior-media de las laderas, la escorrentía es buena. Es fácilmente erosionable. Son materiales ripables y cuya capacidad de carga es baja. Este grupo da taludes tendidos, aunque en casi todos los afloramientos existentes el grupo calcáreo suprayacente le protege y entonces da lugar a taludes estables de fuertes inclinaciones. Estos materiales provocan fácilmente el desplome de bloques de las calizas que sostienen.

#### CALIZAS ARCILLOSAS NODULOSAS GRISES, (232c)

Por su disposición respecto a la topografía, a veces este grupo no es representable y se ha incluido en el grupo (232a)

**Litología.**— Concordante con las margas amarillas del grupo (232b) hay un conjunto de calizas arcillosas en colores gris y crema, de aspecto noduloso y estratificadas en lajas, que contienen intercalaciones margosas de espesor variable. Este grupo contiene lamelibranquios, la mayoría son ostreidos, y algunos rudistas. Hacia la mitad del grupo, los bancos son de casi un metro de espesor y las margas abundan menos. Regionalmente constituyen las formaciones conocidas como «calizas bioclásticas de Muñecas» y «calizas nodulares de Hortezielos».



Foto 18.- Serie cretácica (232a, 232b, 232c, 232d) y coluviones (C2) en Peñalara.

**Estructura.**— Debido a la presencia de bancos gruesos de calizas hacia la parte media, éstas forman el primer resalte de los escarpes donde afloran las series del Cretácico. Las calizas presentan suave buzamiento, al igual que los materiales entre los que se sitúan. La potencia suele ser 150 m, de los cuales 80 corresponden a la parte superior. Se consideran del Turoniense y Coniaciense. Representan el final del ciclo Cenomano-Turoniense y el inicio del ciclo Senoniense.

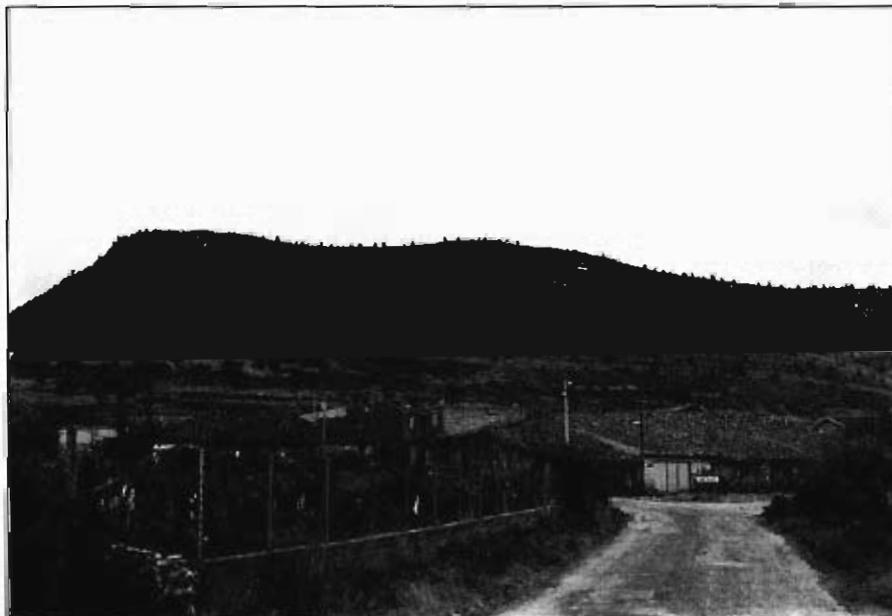


Foto 19.- Calizas cretácicas (232a, 232b, 232c) sobre arenas del Albiense (231b), en Contreras.

**Geotecnia.**— Este grupo presenta alta permeabilidad, que disminuye hacia la base, y tiene un drenaje bueno por infiltración y escorrentía. Los materiales no son ripables y poseen alta capacidad portante, por lo que no hay que esperar asentamientos. Admiten taludes fuertes, para una disposición favorable entre estratificación y dirección del paramento. Se pueden originar algunos desprendimientos de bloques a causa de la erosión de los niveles margosos inferiores y por su disposición en laderas de fuertes pendientes.



Foto 20.- Serie cretácica (232a, 232b, 232c) en Hontoria del Pinar.

#### CALIZAS GRISES CON LACAZINAS, (232d)

**Litología.**— Son calizas de color gris claro que en los 30 m inferiores contienen abundantes foraminíferos y rudistas, están estratificadas en bancos muy gruesos, en la mayoría de los casos mayores de 1 m, dando un aspecto masivo. Sobre estas calizas hay un gran tramo, superior a los 120 m de potencia, de calizas finas micríticas y esparíticas, de colores gris y crema, y que contienen abundante microfauna. Acaba el grupo con otro tramo de calizas de rudistas y foraminíferos (*Lacazina*), así como otros niveles de calizas de algas. Regionalmente representan en el ámbito cretácico las formaciones denominadas como «calizas de Hontoria del Pinar» y «calizas de Burgo de Osma».

**Estructura.**— Este grupo aflora en la mayoría de los sinclinales cretácicos, formando el núcleo de los mismos, y presenta suaves buzamientos, casi subhorizontales. La potencia media de estas calizas es de unos 200 m, y son del Santoniense y Campaniense. Este grupo se dispone concordantemente y en paso gradual sobre las calizas del Turoniense-Coniaciense.

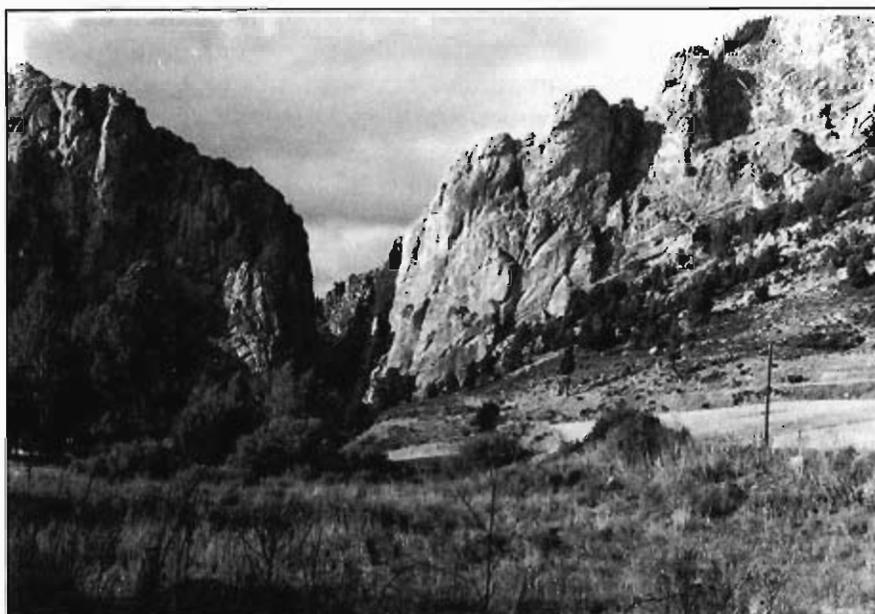


Foto 21.- Calizas (232d), en La Yecla.

**Geotecnia.**— Estas calizas son bastante permeables y presentan un buen drenaje, tanto por infiltración como por escorrentía. Su capacidad portante es alta, y no son ripables como corresponde a su litología de roca dura. En los desmontes, los taludes de alturas medias pueden ser subverticales, y es posible que se produzca alguna caída o desprendimiento de bloques, aprovechando los planos de fracturación. No hay que esperar problemas geotécnicos en estos materiales, salvo los derivados de las formas kársticas que puedan existir.

#### CARNIOLAS Y DOLOMIAS, (232e)

**Litología.**— Sobre las calizas del grupo (232d) y de forma gradual se pasa a otro grupo fundamentalmente dolomítico. Comienza con dolomías calcáreas, bien estratificadas en bancos de 0,3 a 0,8 m de espesor, siguen margas dolomíticas con carniolas y brechas, y pasa nuevamente a dolomías bien estratificadas, como las de la base. Sobre estos tramos dolomíticos, de 40 m de potencia media cada uno, hay otros 40 m de calizas micríticas que contienen rudistas y foraminíferos como la *Lacazina*, y acaba el grupo con unos 30 m de caliza dolomítica de textura carniolar y de calizasoolíticas. Se conoce como «Formación de Santo Domingo de Silos».

**Estructura.**— Este grupo tan sólo aparece sobre las calizas del Senoniense en el Sinclinal de la Sierra Llana y en el de Santo Domingo de Silos, donde llega a alcanzar los 180 m de potencia. En el Sinclinal de la Sierra Llana, estas dolomías tienen una disposición subhorizontal, mientras que en el de Santo Domingo presentan buzamiento hacia el núcleo del sinclinal. El diaclasamiento de estas dolomías no es muy intenso.

**Geotecnia.**— El conjunto tiene permeabilidad alta por el carácter propio dolomítico de los materiales, el drenaje es bueno, y la capacidad de carga en general es alta, salvo en los niveles carniolares, en donde puede bajar. Estos materiales no son ripables y admiten taludes de fuertes inclinaciones. En general no hay que esperar problemas de inestabilidad, debido a su disposición subhorizontal.

#### MARGAS Y ARENISCAS ROJAS, (311a)

**Litología.**— Este grupo es fundamentalmente detrítico y en él aún quedan algunos niveles calcáreos. Son margas rojas y grises, con areniscas calcáreas, y, en menor proporción, calizas biogénicas en la base. Los niveles calcáreos aparecen en bancos de 0,3 a 0,6 m de espesor dentro del conjunto margoso. Estas calizas representan el inicio de la «Formación de Santibáñez del Val», de facies continental.

**Estructura.**— Este grupo se ha localizado en el Sinclinal de Santo Domingo de Silos, con ligero buzamiento al Sur, en el flanco septentrional, y subvertical, en el meridional. Este último flanco queda interrumpido por contacto tectónico. También aflora al SO de San Leonardo de Yagüe, en este caso en disposición subhorizontal. En ambos casos está concordante sobre las calizas y dolomías del Senoniense. Se considera del Maastrichtiense-Paleógeno y tiene una potencia de 120 m.

**Geotecnia.**— En general, el conjunto es impermeable, ya que los niveles areniscos y calcáreos son de poco espesor y están limitados por los tramos margosos. El drenaje es malo, pero mejora en los bancos calcáreos. La ripabilidad es desigual, ya que hay zonas donde los materiales son medianamente ripables, y otras en las que no son ripables. La capacidad portante es baja en general, y los taludes de altura media llegan a 50°. Localmente pueden darse problemas de encharcamiento, pequeños asientos y descalce de bancos por erosión de la base.

#### CALIZAS DE GASTEROPODOS, (311b)

**Litología.**— Este grupo está formado por unas calizas cremas y rosadas, bien estratificadas en bancos gruesos, de más de 1 m de espesor, y que contienen un tramo medio detrítico de margas arenosas grises. Las calizas son micritas y esparitas con niveles nodulosos. Suelen contener gasterópodos y a veces oncolitos, lo que indica su facies lagunar. Las calizas de base tienen un espesor de unos 60 m y las superiores no pasan de 30 m. Representan los dos niveles calcáreos inferiores de la Formación de Santibáñez del Val.

**Estructura.**— Estos materiales afloran en una banda junto a la carretera que va desde Santo Domingo de Silos a Quintanilla del Coco, dando lugar morfológicamente a dos resaltes con una zona algo deprimida. Constituyen el flanco septentrional del Sinclinal de Santo Domingo, y en el flanco meridional

quedan reducidos por la tectónica. También afloran de forma notable al Sur de Vadillo, en la Hoja 348, formando un suave sinclinal. La potencia del grupo es 140 m y se considera perteneciente al Paleoceno.

**Geotecnia.**— Es un conjunto permeable, salvo en la zona intermedia margo-arenosa. El drenaje es bueno tanto por escorrentía como por infiltración, y se hace deficiente en la banda central margoarenosa. No son materiales ripables, salvo las margas si están muy desarrolladas. La capacidad de carga del conjunto es elevada. Los taludes observados son fuertes e incluso subverticales, aunque en el tramo intermedio y con disposición desfavorable son más inclinados. Son de esperar caídas de bloques por fracturación de los bancos, sobre todo cuando se disponen subverticales, como en el flanco meridional del Sinclinal de Santo Domingo de Silos.

#### MARGAS VERDES Y ROJAS, (311c)

**Litología.**— Es un conjunto detrítico que forma el tercer tramo de los materiales de facies garumniense. Está compuesto por margas de diversos colores en los que predominan el rojo y verde. Suele contener bancos de areniscas de aproximadamente 0,2 a 0,5 m de espesor. Suele estar parcialmente recubierto por sedimentos posteriores.

**Estructura.**— El mejor afloramiento de este grupo es una banda deprimida morfológicamente, a causa de su mayor erosionabilidad, junto a la carretera de Santo Domingo de Silos a Quintanilla del Coco, y sobre la que discurre el arroyo de Juan Palomo. Este grupo se sitúa tanto en el flanco septentrional del Sinclinal de Santo Domingo de Silos, como en el flanco meridional, aunque en éste con menor desarrollo. Esta formación es considerada como un tramo de la Formación Santibáñez del Val, incluida en el Paleoceno. La potencia del grupo es de 80 m.

**Geotecnia.**— Es un grupo no permeable y de drenaje malo, por lo que es fácil que se produzcan encharcamientos. Los materiales son ripables y altamente erosionables. La capacidad de carga del conjunto es baja y los taludes observados son tendidos.

#### CALIZAS CON PLANORBIS, (311d)

**Litología.**— Este grupo es una banda de calizas que forma el tercer nivel calcáreo de la Formación de Santibáñez del Val y que se ha individualizado por su fácil representación cartográfica. Son calizas grises, algo rosadas, bien estratificadas en bancos de 0,5 a 0,8 m de espesor y que suelen contener Planorbis.

**Estructura.**— Este grupo sólo aflora en el Sinclinal de Santo Domingo de Silos, en cuyo flanco septentrional forma una banda que determina un resalte morfológico en medio de una amplia zona deprimida y que tiene un buzamiento de unos 30° al Sur; en el flanco meridional aparece como una estrecha banda

de calizas subverticales, de presencia discontinua por causas tectónicas. Se considera del Paleoceno (para algunos autores, también Eoceno) y tiene una potencia de 20 m.

**Geotecnia.**— Es una barrera permeable, que tiene buen drenaje y cuyos materiales no son ripables. La capacidad de carga es alta y los taludes estables admiten fuertes inclinaciones. No son de esperar problemas, a pesar de su morfología en barrera topográfica.

#### ARENISCAS Y CONGLOMERADOS CON CALIZAS, (311e)

**Litología.**— Es un grupo formado esencialmente por areniscas no muy cementadas que contienen algunos tramos conglomeráticos. En la parte superior el grupo se hace margoso e incluso llega a tener un tramo de calizas que no supera los 10 m de potencia. El conjunto presenta un color gris con tonos rosados. Es el tramo final de la Formación de Santibáñez del Val.

**Estructura.**— Este grupo forma el núcleo del Sinclinal de Santo Domingo de Silos, y ocupa una zona deprimida entre los resaltes calcáreos del flanco septentrional y los relieves cretácicos de la zona de La Yecla. Por esta zona deprimida discurre parte del arroyo Mataviejas. La potencia del grupo es de 30 m, y se considera del Paleoceno, aunque posiblemente alcance términos más modernos.

**Geotecnia.**— Los valores de la permeabilidad oscilan entre bajos y medios, correspondiendo éstos últimos al tramo calcáreo. El drenaje es irregular, pero en general es aceptable. Las areniscas cuando están poco cementadas son medianamente ripables y el tramo calcáreo no lo es. Estos materiales tienen en conjunto una capacidad de carga alta. Los taludes observados tienen una inclinación variable (desde valores bajos hasta altos), en función de la disposición de los materiales.

#### CALIZAS CON CANTOS NEGROS, (311f)

**Litología.**— Este grupo está formado por calizas muy bien estratificadas, de grano fino, tipo micrita, pero que tienen niveles brechoides a techo. Es característico el contenido en pequeños cantos negros que destacan sobre el color gris y crema de la caliza. Las calizas presentan algunos niveles dolomitizados y son frecuentes los gasterópodos, foraminíferos y oogonios de Charáceas. Los bancos suelen ser de 0,3 a 0,8 m de espesor. En la parte superior hay algunos niveles de margas.

**Estructura.**— Este grupo aflora sólo en la Sierra Llana (Hoja 349 - Cuadrante 1), culminando la serie cretácica. Las calizas están subhorizontales sobre una banda de dolomías y carniolas (grupo 232e). Se considera del Campaniense-Paleoceno e indica un cambio lateral de facies respecto a la Formación de Santibáñez del Val. La potencia del conjunto es de 80 m.

**Geotecnia.**— En este grupo la permeabilidad es alta y el drenaje bueno, como corresponde a su litología calcárea. Las calizas no son ripables, y su capacidad portante es elevada. Los taludes subverticales son estables, y por la disposición horizontal de las calizas no parece que presenten problemas. Es una formación canterable.

#### CONGLOMERADOS CON ARENISCAS Y ARCILLAS, (312a)

**Litología.**— Este grupo comienza en la base con conglomerados de cantos de cuarcita y cuarzo, bastante redondeados, y sigue con una alternancia de conglomerados cementados, areniscas y arcillas. Todo el conjunto presenta color rojizo asalmonado. La estratificación, que es difusa en los conglomerados y más clara en las areniscas, deja ver bancos con 0,2 a 0,5 m de espesor.

**Estructura.**— Este grupo aflora, dentro del Tramo, solo en el borde Sur, a algunos kilómetros al Sur de Vadillo. Se dispone en forma discordante sobre los grupos del Paleoceno, y no es postectónico, por lo que se considera, aunque con escasos criterios, por similitud de facies, del Eoceno. El grupo aflora con suave buzamiento de forma monoclinal. La potencia del conjunto se estima en 50 m.

**Geotecnia.**— Es un conjunto permeable y que tiene un drenaje aceptable. Los materiales no son ripables, salvo algún tramo arcilloso. La capacidad de carga del conjunto es irregular, pudiéndose considerar que su valor es de tipo medio, ya que son materiales preconsolidados, pero con las capas superficiales afectadas por procesos de alteración. En zonas puntuales mejoran las condiciones y se puede considerar con capacidad portante alta. Los taludes observados son bajos, y se mantienen estables con 60°.

#### CONGLOMERADO CALCAREO, (313a)

**Litología.**— Este grupo está formado por conglomerados poligénicos y heterométricos. Los cantos son de cuarzo, cuarcita, arenisca y caliza, y todos ellos están englobados en una matriz arenosa, y el cemento es calcáreo. El tamaño de los cantos es muy variable y va desde mayores de 1 m en los 20 m basales, hasta algunos centímetros en la parte superior. Este grupo muestra una coloración gris con tonos rojos, sobre todo en conjunto.

**Estructura.**— Este grupo presenta un extenso afloramiento discordante sobre las calizas del Senoniense. Forma una banda en la vertiente Suroeste de la Sierra de las Mambias con casi 45° de buzamiento en el contacto, y suavizándose éste hacia el SO. Estos conglomerados afloran también en el valle del río Arlanza y están subhorizontales en Castroceniza (Hoja 276 - Cuadrante 2). Estructuralmente es el núcleo de la prolongación del Sinclinal de San Carlos.



Foto 22.- Conglomerado oligocénico (313a), en el P.K. 24 de la carretera de Covarrubias a Salas de los Infantes, en una zona próxima a Covarrubias.



Foto 23.- Detalle de los conglomerados oligocénicos (313a) del P.K. 24 de la carretera de Covarrubias a Salas de los Infantes.



Foto 24.- Conglomerados (313a), al Sur de Puente dura.

**Geotecnia.**— La permeabilidad de estos conglomerados es alta, y el drenaje es bueno superficialmente y se produce por infiltración. No son materiales ripables y su capacidad portante es elevada. Se observan taludes subverticales, aunque es fácil el desprendimiento de bloques por alteración y disgregación de la matriz.



Foto 25.- Detalle de los conglomerados (313a) existentes al Sur de Puente dura.

#### CONGLOMERADO CALIZO POSTECTONICO, (321a)

Aflora en manchas no muy extensas en el cuadrante 4 de la Hoja 348 y su descripción se hace en la Zona III (Cuenca del Duero).

#### CONGLOMERADOS Y ARCILLAS, (350)

Son los depósitos de tipo raña que se describen en la Zona III. En la Zona II aparecen en varios afloramientos distribuidos por el centro de la Hoja 277.

#### ALUVIAL DE ARENAS CON PROPORCION DESIGUAL DE GRAVAS, (A1)

**Litología.**— Son aluviales formados por elementos de rocas variadas litológicamente. Suelen estar compuestos por arenas, y tienen una fracción arcillo-arenosa alta y una proporción variable de gravas, gravillas y algunos bolos. Son de color gris.

**Estructura.**— Estos aluviales presentan gran heterogeneidad de elementos, y, en general, éstos están poco seleccionados y mal clasificados, variando de un punto a otro el porcentaje de material predominante. El cauce se encuentra levemente encajado en estos depósitos. Su potencia es variable, de 1 a 3 m.

**Geotecnia.**— La permeabilidad en conjunto es buena, y localmente alta. El drenaje es bueno en profundidad. Son materiales ripables y cuya capacidad de carga es muy variable, pudiéndose originar algún asentamiento ante cargas normales. Localmente pueden explotarse como material de préstamo o gravera.

#### ALUVIAL DE GRAVAS Y ARENAS, (A2)

**Litología.**— Es un depósito aluvial donde alternan, de forma irregular, tramos arenosos, con poca matriz limo-arcillosa y algún contenido de gravas, y tramos de gravas con matriz arenosa. Los cantos suelen ser silíceos, de cuarzo y arenisca, y, en menor proporción, de caliza. Este aluvial es de color marrón amarillento.

**Estructura.**— Estos aluviales presentan una disposición de lentejones de gravas o de arenas, alternantes. Los elementos suelen estar bien rodados y son fácilmente disgregables. Están asociados al río Duero en el cuadrante 1 de la Hoja 349.

**Geotecnia.**— Son aluviales de permeabilidad alta, y en los que el drenaje es bueno en profundidad, y se produce hacia el río Duero. Son ripables y no son de esperar asientos importantes. Su potencia aproximada varía entre 1 y 5 m.

### ALUVIAL DE ARENAS Y ARCILLAS, (A3)

**Litología.**— Son depósitos de material fino, fundamentalmente arenas y arcillas, y con nula o escasa proporción de gravas.

**Estructura.**— Se sitúan en los márgenes de algunos cauces actuales y son depósitos propios de la llanura de inundación. Se encuentran en disposición horizontal.

**Geotecnia.**— La permeabilidad general es alta, decreciendo hacia el borde más lejano al río. El drenaje suele ser bueno en conjunto, y se produce hacia el cauce. Son materiales ripables, y su capacidad de carga suele tener valores medios y, localmente, bajos. Es una formación fácilmente erosionable y localmente pueden producirse encharcamientos.

### ALUVIAL DE ARENAS Y ARCILLAS, (A5)

**Litología.**— Este aluvial está compuesto por materiales finos, arenas y arcillas, con algunos cantos, tanto silíceos como calcáreos, distribuidos irregularmente.

**Estructura.**— Esta formación se origina en el fondo de valles por donde discurre de forma discontinua alguna corriente de agua. A veces el aluvial está relacionado con depósitos de tipo coluvial. Suelen tener poco espesor, entre 1 y 2 m.

**Geotecnia.**— Generalmente el conjunto es impermeable y tiene un drenaje deficiente, dando problemas de encharcamientos. Son materiales ripables y su capacidad portante es baja. Debido a su pequeño espesor, no deben de crear problemas geotécnicos.

### TERRAZAS DEL RIO ARLANZA, (T1)

**Litología.**— Son gravas cementadas, con matriz arenosa, y de color marrón rojizo. Los cantos son variables en tamaño, pudiendo alcanzar 30 cm, y suelen ser de naturaleza calcárea y algunos de naturaleza silícea.

**Estructura.**— Estas terrazas aparecen en el río Arlanza, entre Covarrubias y Puentedura, y también en Barbadillo del Mercado. Su disposición es horizontal y se sitúan a distintas cotas.

**Geotecnia.**— Estos depósitos se caracterizan por su alta permeabilidad y por tener un buen drenaje por infiltración. Son materiales medianamente ripables y, localmente, no ripables. Su capacidad de carga es alta. Se suelen explotar en algunos puntos como graveras.



Foto 26.- Terraza (T1) del río Arlanza en un talud junto al P.K. 445 de la carretera N-234, de Burgos a Soria.



Foto 27.- Terraza (T1) del río Arlanza en el P.K. 28,8 de la carretera de Covarrubias a Lerma.

#### TRAVERTINOS, (Tr)

**Litología.**— Estos depósitos calcáreos poco consistentes se pueden considerar travertinos o, más bien, limos travertínicos. Presentan color gris claro.

**Estructura.**— Afloran en el cauce del río Mataviejas, en las proximidades de Santo Domingo de Silos, y tienen disposición horizontal. La potencia puede llegar a 5 m.



Foto 28.- Travertinos en Santo Domingo de Silos.

**Geotecnia.**— Estos depósitos son muy permeables, debido a su carácter poroso. El drenaje es bueno hacia el cauce del río. Son materiales medianamente ripables y su capacidad de carga es de tipo medio. Los taludes estables tienen fuertes inclinaciones, aunque son erosionables y se producen desprendimientos de bloques.

#### COLUVIAL DE GRANDES BLOQUES, (C1)

**Litología.**— Este depósito de tipo coluvial está formado por grandes bloques y derrubios cementados. Los cantos y bloques son de naturaleza calcárea y proceden de las formaciones calizas del Cretácico.

**Estructura.**— Estos depósitos aparecen en el sector de Sierra Llana, próximo a Ocenilla, y se presentan como una masa caótica. El espesor puede alcanzar los 10 m.

**Geotecnia.**— Es un conjunto semipermeable y que tiene buen drenaje a favor de la superficie topográfica. No parece ripable, aunque puntualmente pueda presentarse ripable en los bordes, debido a su menor espesor y consistencia. A causa de su inestabilidad, es una zona que hay que evitar para el trazado de cualquier vía.

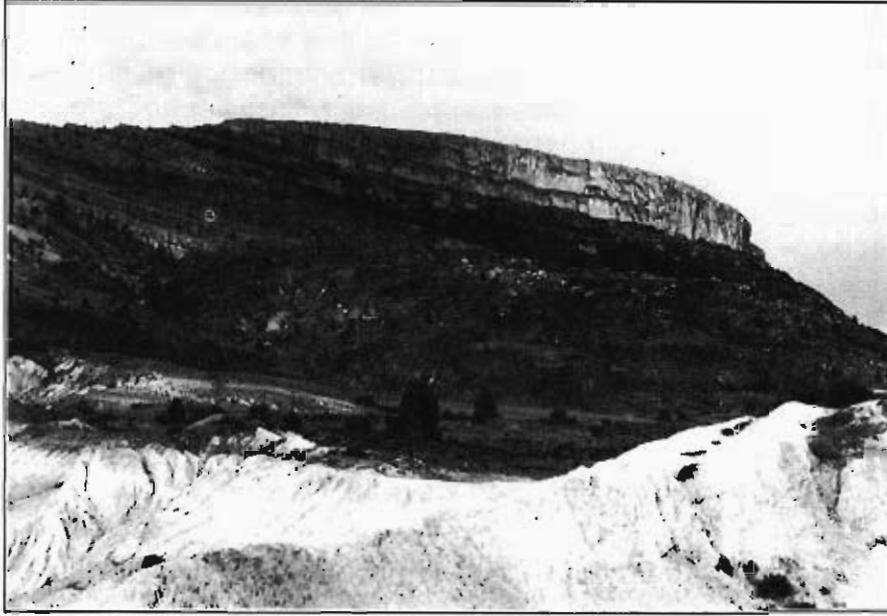


Foto 29.- Deslizamiento en Ocenilla, en Sierra Llana.

#### COLUVIAL DE DERRUBIOS SUELTOS, (C2)

**Litología.**— Son depósitos formados por cantos y bloques de naturaleza calcárea englobados en una matriz de arenas y arcillas.

**Estructura.**— Estos materiales se presentan en una masa caótica, sin estructura interna y en zonas de fuerte pendiente en los bordes de los relieves cretácicos en forma de mesa. La potencia máxima se estima en 10 m.

**Geotecnia.**— El conjunto es permeable y tiene buen drenaje a favor de la pendiente. Son materiales ripables y que tienen una capacidad de carga baja. Totalmente inestables, son depósitos que hay que evitar en el trazado de obras lineales o bien eliminarlos previamente.

#### 3.2.5. Grupos geotécnicos

Los grupos geotécnicos que se han distinguido en esta Zona II son:

D<sub>1</sub> *Formaciones detríticas erosionables y con problemas locales de desprendimientos, caídas de bloques y encharcamientos.*

Comprenden a las series detríticas del Jurásico Superior y Cretácico Inferior en Facies Purbeck, Weald y Utrillas, representadas por los grupos 223b, 223c, 231a, 231b y 231c. El grado de ripabilidad de los materiales es variable y la permeabilidad en general es alta. Los problemas observados son varios, según predominan los tramos arcillosos, areniscosos, arenosos o conglomeráticos. Se pueden producir encharcamientos en zonas arcillosas subhorizontales, caídas de bloques por descalce de los niveles

conglomeráticos apoyados en tramos arenosos, desprendimientos de zonas inestables con distinta permeabilidad, ya que se favorece la circulación de agua por determinadas superficies desarrollando las fracturas ya existentes, deslizamientos y abarrancamientos.

X<sub>2</sub> *Formaciones calcáreas sin problemas geotécnicos o con inestabilidad muy localizada por caídas de bloques.*

En este grupo geotécnico se incluyen las formaciones calcáreas que cuando están en estructuras subhorizontales, no crean problemas geotécnicos, ya que son formaciones rocosas de alta capacidad portante. Sin embargo, cuando por su disposición estructural adquiere un cierto valor su inclinación respecto a la superficie topográfica, pueden ocasionar desprendimientos de bloques localizados. Otras veces pueden producir caídas de bloques en zonas de fuerte pendiente en el borde de sierras. Se han incluido en este grupo geotécnico los grupos litológicos 221a, 221b, 222a, 222b, 223a, 223d, 232c, 232d, 232e, 311b, 311d, 311f y 313a. Son materiales no ripables y algunos son buenos para su uso como áridos de machaqueo. Tienen permeabilidad pequeña y ésta aumenta con la fracturación.

K<sub>1</sub> *Formaciones cohesivas, con tramos no cohesivos, que originan problemas de desprendimientos.*

La alternancia de tramos de materiales rocosos duros con otros cohesivos y blandos, como el caso de calizas y margas arcillosas, significa la existencia de capas permeables e impermeables, y esto puede ser el origen de deslizamientos y desprendimientos si la dirección y el buzamiento de los estratos se conjugan en forma desfavorable con la topografía. Se pueden originar asientos diferenciales por tener capacidad de carga distinta unos tramos de otros. Este grupo geotécnico está formado por los grupos litológicos 221c, 232a y 232b. El grado de ripabilidad de los materiales varía de unos tramos a otros.

M<sub>1</sub> *Formaciones con capacidad de carga media y baja.*

Este grupo geotécnico incluye los grupos litológicos 311a, 311c, 311e, 312a y 321a. Son materiales arcillosos y arenosos con intercalaciones de conglomerados y areniscas. La permeabilidad es irregular según la potencia del tramo predominante. La carga portante también es muy variable, y generalmente son materiales ripables salvo algún tramo.

T<sub>1</sub> *Formaciones no cohesivas con problemas de asientos diferenciales.*

En este grupo geotécnico se incluyen aquellos materiales granulares poco coherentes, y que tienen cierta heterogeneidad en su estructura. Estos depósitos están compuestos por una trama de elementos de alta capacidad portante y por una matriz de finos que forma lentejones o bolsadas. El conjunto tiende a ocasionar asientos. Son materiales ripables y no suelen ser muy estables. La permeabilidad se considera de buena a alta. Forman este grupo geotécnico los depósitos del Plioceno tipo raña (grupo 350), la terraza T1, y los coluviales cuaternarios bastante inestables (grupos C1 y C2).

T<sub>2</sub> *Formaciones no cohesivas con capacidad de carga media o alta.*

Este grupo corresponde a depósitos cuaternarios ligados a los ríos actuales de cierta importancia y que ocupan el cauce actual y la llanura de inundación. Son materiales sueltos, granulares y muy heterogéneos, en los que debido a esa heterogeneidad se pueden producir problemas de asientos, encharcamientos y abarrancamientos. Son materiales fácilmente ripables. Se incluyen en este grupo geotécnico los grupos litológicos A1, A2, A3, y A5. También se incluyen los travertinos (Tr), que están poco cementados.

### 3.2.6. **Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona**

De manera general, la Zona II es un área donde el relieve varía mucho, desde formas llanas a muy abruptas, y donde existen arroyos encajados en zonas kársticas; hay amplias zonas llanas, aunque elevadas. En general los materiales son estables, salvo en zonas puntuales. Los materiales tienen una permeabilidad que es baja y que aumenta por fracturación, o son permeables en general. El drenaje suele ser por escorrentía superficial y por percolación a través de fracturas. Hay áreas con materiales cuya capacidad de carga es media y dan asientos de tipo medio, y otras donde afloran las calizas, y tienen asientos nulos, si no hay disolución por fenómenos kársticos.

Los problemas geotécnicos que se han observado en esta Zona II se localizan generalmente en los bordes de los relieves que culminan en las mesas donde afloran las calizas del Senoniense. En ellos es frecuente la caída de bloques de desigual tamaño, que quedan inestables en las laderas. En la banda donde las calizas cenomanienses descansan sobre las arcillas y arenas de la Facies Utrillas son frecuentes los deslizamientos puntuales favorecidos por la topografía actual. La diferencia de resistencia a la erosión de los tramos de las series detríticas es la causa de la existencia de resaltes morfológicos de algunos bancos de conglomerados que acaban por fracturarse y originar desprendimientos locales. Por último, cuando la estratificación se dispone en forma desfavorable con la topografía o con el corte del talud, en los casos de formaciones margosas alternando con otras calcáreas, hay inestabilidad gravitacional y se pueden producir deslizamientos. Las calizas subhorizontales pueden dar lugar a cavidades kársticas, como dolinas. Otro problema es la facilidad con que se erosionan las arenas del Albiense (231b) y el mal drenaje de los niveles arcillosos de las distintas formaciones.

### 3.3. ZONA III. CUENCA DEL DUERO

Se sitúa en la parte occidental del Tramo de estudio y está formada por materiales terciarios de la Cuenca del Duero y por depósitos cuaternarios.

#### 3.3.1. Geomorfología

Los rasgos geomorfológicos de esta Zona III quedan definidos por las características litológicas de los materiales aflorantes y por la disposición horizontal que presentan, propia de las formaciones post-tectónicas. Las formaciones miocénicas son detríticas fundamentalmente, con algún episodio de calizas. Sobre ellas hay depósitos plio-cuaternarios de tipo raña, y en el conjunto se ha encajado la red fluvial actual con sus materiales cuaternarios acumulados en el cauce, en la llanura de inundación o formando terrazas.

La morfología es llana y sólo existen algunas lomas de relieve suave, por lo que topográficamente es una zona estable, donde tienen desarrollo los procesos erosivos derivados de la acción de los agentes externos, dando lugar en algunos puntos a una erosión lineal que provoca abarrancamientos o hundimientos. En la zona del río Arlanza hay un escalonamiento de los márgenes debido a la formación de diversas terrazas. Localmente hay pequeños relieves que están coronados por los tramos calcáreos del Mioceno y que originan mesas de poca extensión en forma de páramos.

#### 3.3.2. Tectónica

Esta Zona está ocupada por materiales neógenos, por lo que los únicos accidentes tectónicos que deben de existir son los ligados al borde de la cuenca. Además estos accidentes están fosilizados por los depósitos de relleno de la cuenca. No se han observado estructuras o discontinuidades relacionadas con los movimientos neotectónicos de distensión o con las pulsaciones cuaternarias.

#### 3.3.3. Columna estratigráfica

Afloran diversos términos del Mioceno, algunos de los cuales corresponden a cambios laterales de facies. Sobre ellos hay depósitos pliocuaternarios, tipo raña (grupo 350) y los ligados a la red fluvial actual, como aluviales y terrazas. (Ver Figura 7).

#### 3.3.4. Grupos litológicos

En esta Zona III se han diferenciado los siguientes grupos litológicos:

##### CONGLOMERADO CALIZO CON MATRIZ ARCILLOSA ROJA, (321 a)

**Litología.**— Este grupo consiste en conglomerados poligénicos y heterométricos, de cantos calcáreos y de areniscas, englobados en una matriz arcillosa que le da al conjunto un color rojizo. A veces forman bancos lenticulares

COLUMNA LITOLÓGICA	REFERENCIAS		DESCRIPCIÓN	EDAD
	LITOLÓGICA	GEOTÉCNICA		
	T1	T <sub>1</sub>	Terrazas	Cuaternario
	A1, A3, A5	T <sub>2</sub>	Aluviales diversos	Cuaternario
	C3	T <sub>3</sub>	Coluviales	Cuaternario
	350	T <sub>1</sub>	Conglomerados y arcillas	Plioceno
	321f	X <sub>2</sub>	Caliza arenosa	Mioceno
	321g	M <sub>1</sub>	Areniscas y conglomerados con arcillas rojas	Mioceno
	321e	M <sub>1</sub>	Marga arenosa gris	Mioceno
	321d	M <sub>1</sub>	Arcilla roja y conglomerados	Mioceno
	321c	X <sub>2</sub>	Caliza cavernosa	Mioceno
	321b	M <sub>1</sub>	Arcillas rojas	Mioceno
	321a	M <sub>1</sub>	Conglomerado calcáreo con arcilla	Mioceno

Fig. 7.- Columna estratigráfica de la Zona III.

de casi 1 m de espesor. También suelen contener lentejones de finos, tanto de litología arenosa como arcillosa.

**Estructura.**— Estos conglomerados aparecen en forma discordante sobre la serie cretácica y tienen una disposición horizontal, aunque a veces admiten un pequeño buzamiento inicial a favor de la pendiente. Es una facies propia de borde de cuenca, con diferentes cambios laterales. La potencia puede alcanzar 40 m. Se considera que forma la base del Mioceno. Aflora en distintos puntos de la Zona II y en la Zona III.

**Geotecnia.**— La permeabilidad de este grupo es baja y el drenaje es deficiente. Estos conglomerados son ripables, en general, y su capacidad portante es alta. Los taludes de alturas medias con fuertes inclinaciones son estables, aunque se degradan con el tiempo.

#### ARCILLAS ROJAS CON NIVELES ARENOSOS. (321b)

**Litología.**— Este grupo lo componen fundamentalmente arcillas rojas, que en la base están interdigitadas con los conglomerados inferiores (321a), y, que según se sube en la serie, adquieren mayor importancia, y suelen contener niveles arenosos. El conjunto tiene color rojizo, con zonas más claras. Son frecuentes los tramos margosos. Se conocen como «Facies de Santa María del Campo».

**Estructura.**— Estas arcillas tienen disposición estructural horizontal, y forman pequeñas lomas que acaban en algún tramo más compacto. Este grupo se considera del Mioceno, por su facies, posición estratigráfica y carácter postec-tónico. Su potencia es de unos 50 m.

**Geotecnia.**— Es un material de permeabilidad nula y que tiene un drenaje también malo. Es totalmente ripable y fácilmente erosionable, dando lugar a cárcavas y abarrancamientos. Es muy alterable, con lo que se acentúa el carácter arcilloso, y da lugar a la acumulación de finos derrubios en la base de la serie. La capacidad de carga de estas arcillas es baja. Los taludes de alturas medias tienen fuertes inclinaciones, aunque son frecuentes los de 40°; a largo plazo se degradarán y necesitarán alguna corrección, sobre todo para evitar la arroyada.

#### CALIZA CAVERNOSA. (321c)

**Litología.**— Es un grupo formado por diversos tramos calcáreos y algunos margocalizos. En la base hay calizas margosas rojizas, con bancos de calizas grises y algún nivel detrítico; hacia la mitad es mucho más calcáreo, y presenta aspecto cavernoso debido a las oquedades, y el resto son calizas cristalinas.

**Estructura.**— Son las «calizas del páramo», que están dispuestas horizontalmente sobre grupos más blandos, de los que se destacan morfológicamente

en forma de tabla o mesa. En el tramo inferior la estratificación es fina y da lugar a calizas nodulosas y lajas. El tramo superior es más compacto. La potencia del conjunto es aproximadamente de 40 m.

**Geotecnia.**— Es un grupo permeable y que tiene un buen drenaje tanto superficialmente, por escorrentía, como en profundidad, por infiltración. No son materiales ripables, salvo algunos bancos de la base. La capacidad de carga es alta y los taludes subverticales son estables. A pesar de su litología calcárea, y debido a su estructura oquerosa, estas calizas no suelen explotarse en canteras.

#### ARCILLAS ROJAS Y CONGLOMERADOS, (321d)

**Litología.**— Es una facies de borde de cuenca (Facies de Covarrubias) formada por una alternancia de arcillas y conglomerados. Son tramos de arcilla que suelen tener 6 m de potencia, con uno o dos bancos de conglomerados de casi medio metro de espesor. Las arcillas son rojas y los conglomerados grises-rojizos. Los conglomerados son heterométricos, con mayoría de cantos ca-



Foto 30.- Arcillas y conglomerados (321d), en el P.K. 38 de la carretera de Mercerreyes a Covarrubias.

lizados y algunos silíceos. Los cantos suelen estar subredondeados y su tamaño medio oscila entre 3 y 5 cm, pudiendo llegar hasta 15 cm. La matriz es arenosa rojiza y el cemento calcáreo. Este grupo comprende a los grupos (321a) y (321b) cuando ambos no tienen una diferenciación clara.

**Estructura.**— Este grupo aflora en la zona de Covarrubias, en discordancia angular sobre los conglomerados considerados del Oligoceno, por lo que se estima que pertenece al Mioceno. Los materiales se disponen subhorizontalmente. La potencia del conjunto puede llegar a 150 m.

**Geotecnia.**— El conjunto presenta una permeabilidad muy baja, que queda restringida a los niveles conglomeráticos, ya que las arcillas son impermeables. El drenaje es aceptable, por escorrentía, y, localmente, malo. En general, suelen ser materiales ripables, y su capacidad de carga muy variable: baja en las arcillas y alta en los conglomerados. Los tramos arcillosos son bastante erosionables, aunque quedan protegidos por los niveles duros conglomeráticos. Los taludes son estables, aunque degradables por erosión regresiva.



Foto 31.- Arcillas rojas (321d), en Mercerreyes.

#### MARGA ARENOSA GRIS, (321e)

**Litología.**— Este grupo lo forman margas grises, que a veces llegan a blancas. Se presenta en un tramo masivo, detrítico-arcilloso, que contiene algunos pequeños bancos más claros y margocalizos. Es una facies de interior de cuenca y que sufre cambios laterales en distintas direcciones.

**Estructura.**— Estos materiales se disponen horizontalmente y en forma concordante sobre las arcillas arenosas rojas del grupo (321b). Destacan cla-

ramente por el cambio de color. Ocupan la parte media-alta de las colinas y afloran tan sólo en el límite Norte del Tramo (Hoja 238 - Cuadrante 2). La potencia del conjunto puede llegar a 50 m.

**Geotecnia.**— Son materiales apenas permeables, debido a su carácter margoso, y tienen un drenaje malo, lo que da lugar a una fuerte erosionabilidad de la formación y a la aparición de pequeñas cárcavas. Son ripables y su capacidad portante alcanza valores medios. Los taludes de alturas medias tienen fuertes inclinaciones, aunque se degradan a largo plazo por la facilidad de erosión que muestra el material.

#### CALIZAS ARENOSAS GRISES, (321f)

**Litología.**— Este grupo está formado por calizas de color gris muy claro, que se presentan estratificadas en bancos de 0,2 a 0,4 m de espesor. Los bancos de calizas alternan con otros de margas. Son calizas bastante margosas, por lo que no son muy duras, y representan un cambio de facies de las margas del grupo (321e), de interior de cuenca.

**Estructura.**— Este grupo aflora sólo al Norte de San Juan de los Ausines, en el límite superior del Tramo. Las calizas están concordantes sobre las arcillas rojas del grupo (321b) y se encuentran dispuestas horizontalmente. Aparecen coronando un pequeño alto. La potencia del conjunto es de unos 50 m.

**Geotecnia.**— En conjunto, son materiales permeables y tienen un drenaje aceptable. No son ripables, aunque algunos tramos pudieran presentar mayor facilidad para su excavación. La capacidad de carga es alta, por lo que no hay que esperar que se produzcan asentamientos. Los taludes de alturas medias pueden tener fuertes inclinaciones, aunque existirán caídas de pequeños bloques por erosión de los niveles más blandos.

#### ARENISCAS Y CONGLOMERADOS CON ARCILLAS ROJAS, (321g)

**Litología.**— Es un conjunto de aspecto arcilloso-arenoso y de color rojo. Está formado por un tramo arcilloso en el que hay bancos de areniscas de 0,2 a 0,4 m de espesor, en la mayoría de los casos discontinuos, y que pueden pasar a conglomerados.

**Estructura.**— En este grupo los materiales están dispuestos horizontalmente y los niveles detríticos gruesos adoptan formas lenticulares. Esta formación representa un cambio de facies lateral entre los grupos (321d) conglomerático y (321b) arcilloso. Se considera del Mioceno por su disposición post-tectónica y por su facies litológica.

**Geotecnia.**— Es un grupo en el que hay niveles permeables englobados en otros impermeables, y el conjunto se considera de permeabilidad baja. El

drenaje es aceptable, aunque los tramos arcillosos son fácilmente erosionados, provocando el descalce de los niveles más duros suprayacentes. El grado de ripabilidad es distinto para cada tramo litológico, y en conjunto se puede considerar como material difícilmente excavable. La capacidad de carga es muy variable según los puntos y tramos considerados. Los taludes de alturas medias pueden tener fuertes inclinaciones, aunque tienden a degradarse por erosión de los niveles más blandos. Es una formación que puede explotarse para la obtención de un pequeño volumen de gravas o gravillas.

#### CONGLOMERADOS Y ARCILLAS, (350)

**Litología.**— Es un grupo detrítico en el que la fracción gruesa es mayoritaria sobre la fina. Son conglomerados de cantos silíceos, redondeados y englobados en una matriz limo-arcillosa de color rojo, que es el que tiene el grupo en conjunto. Están poco o nada cementados. Junto a estos conglomerados sueltos, hay tramos predominantemente arcillosos también de color rojo. Los cantos suelen tener de 3 a 6 cm de tamaño medio.

**Estructura.**— Son depósitos horizontales que culminan algunas elevaciones, indicando una superficie de erosión reciente. Son frecuentes los canchales tipo raña, los cuales tienen una extensión variable. La potencia es muy diferente en los distintos afloramientos que hay en el Tramo de estudio, estimándose en 60 m. Parece que cubren sectores con paleorelieves muy acusados. Es una formación que se considera perteneciente al Plioceno-Cuaternario.

**Geotecnia.**— Estos materiales tienen una alta permeabilidad y un drenaje muy bueno, por infiltración, por lo que la erosión no es tan rápida como debía de corresponder a un material poco coherente. Son ripables y su capacidad de carga es alta y, localmente, media. Los taludes de alturas medias son estables cuando tienen inclinaciones comprendidas entre 30° y 40°, aunque se degradan con el tiempo a causa de la erosión de la fracción fina. Parte de este grupo se puede utilizar como material de préstamo.

#### ALUVIAL DE ARENAS CON PROPORCION DESIGUAL DE GRAVAS, (A1)

Este grupo ya se ha descrito en la Zona II, y aquí corresponde al aluvial del río Lara, sus afluentes Saelices y San Quirce, al río Cogollos, y al río de la Vega, entre otros, y a parte del río Arlanza.

#### ALUVIAL DE ARENAS Y ARCILLAS, (A3)

Este grupo también se ha descrito anteriormente y corresponde en esta Zona a depósitos de inundación del río Arlanza.

#### ALUVIAL DE ARENAS Y ARCILLAS, (A5)

Este grupo de depósitos aluviales formados en fondos de valle y a veces mezclados con materiales de origen coluvial ya ha sido descrito al describir los grupos de la Zona II. Aquí se localizan, la mayoría de ellos, en los arroyos subsidiarios del río Lara.

#### TERRAZAS DEL RIO ARLANZA, (T1)

Los depósitos que forman las terrazas del río Arlanza ya se han descrito en la Zona II, donde están muy bien representados.

#### COLUVIAL DE DERRUBIOS FINOS, (C3)

**Litología.**— Este coluvial está formado por depósitos poco coherentes, producidos por la acumulación de cantos fundamentalmente calizos, y que, no obstante, tienen una fracción fina bastante importante.

**Estructura.**— Se depositan en zonas de pendiente pequeña, y no tienen estructura interna, ya que se trata de simples acumulaciones por efecto gravitatorio en zonas próximas a los cursos de los ríos. La potencia del depósito puede llegar a 5 m.

**Geotecnia.**— En conjunto, este grupo tiene permeabilidad baja, debido al alto porcentaje de elementos finos que contiene, y un drenaje superficial aceptable, a favor de la pendiente. Son depósitos ripables, erosionables e inestables. La capacidad de carga es baja, por lo que es una formación que conviene evitar en cualquier obra, lo que es fácil debido al poco espesor que tiene. Puede explotarse como material de préstamo, aunque para poco volumen, ya que son afloramientos de poca extensión.

#### RECUBRIMIENTO ARCILLO-ARENOSO, (V)

**Litología.**— Este recubrimiento es una acumulación de arena y arcilla, en proporción variable, dependiendo de la roca madre a partir de la cual se origina.

**Estructura.**— Esta formación aparece en numerosos puntos por meteorización de cualquiera de las formaciones detríticas o calcáreas. Su potencia no sobrepasa 1 m.

**Geotecnia.**— Son formaciones que cuando tienen cierta importancia originan problemas como pueden ser encharcamientos, en zonas planas, y pequeños deslizamientos y hundimientos, si hay una pendiente adecuada. Es un material fácilmente evitable, debido a su pequeño espesor.

### 3.3.5. Grupos geotécnicos

En esta Zona III el grupo geotécnico más extenso es el denominado M<sub>1</sub>, que predomina sobre los grupos T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub>.

#### M<sub>1</sub> *Formaciones con capacidad de carga media y baja.*

Son materiales arcillosos y arenosos que tienen intercalaciones de conglomerados y areniscas. En su mayor parte son impermeables, aunque si los niveles conglomeráticos tienen cierto espesor, la permeabilidad puede aumentar localmente. En conjunto tienen mal drenaje, son fácilmente erosionables, y dan lugar a encharcamientos. El desarrollo de la erosión es más rápido en los materiales finos, lo que influye en la fragmentación y derrumbamiento de los niveles duros. La alteración superficial es evidente, por lo que en la mayoría de los casos la aplicación de cargas moderadas produce asientos tolerables. Puntualmente, si la carga se aplica sobre un nivel de conglomerado, la capacidad de carga será alta. Cuando tienen mayor desarrollo las arcillas, la capacidad de carga es baja. Son materiales ripables, salvo el caso de algunos tramos, y sirven para su uso como préstamos. Los taludes de alturas medias tienen fuertes inclinaciones, aunque se degradan a largo plazo y necesitan conservación. Se han incluido en este grupo geotécnico los grupos litológicos 321a, 321b, 321d, 321e y 321g.

#### T<sub>1</sub> *Formaciones no cohesivas con problemas de asientos diferenciales.*

En este grupo se incluyen materiales granulares poco coherentes y heterogéneos, y que pueden ocasionar asientos diferenciales. Suelen ser permeables y ripables. En esta Zona III lo componen los grupos litológicos de conglomerados y arcillas de tipo «raña» (350), los materiales de las terrazas del río Arlanza (T1), los depósitos coluviales finos (C3) y los recubrimientos (V).

#### T<sub>2</sub> *Formaciones no cohesivas con capacidad de carga media o alta.*

Ya descrito en la Zona II, corresponde a los grupos aluviales A1, A3 y A5, y la característica más destacable es su ripabilidad, su débil espesor facilita la solución de los pequeños problemas que pueden originarse como encharcamientos, y pequeños asientos.

#### X<sub>2</sub> *Formaciones calcáreas sin problemas geotécnicos o con inestabilidad muy localizada por caídas de bloques.*

Corresponden a este grupo geotécnico, en esta Zona, los grupos litológicos 321c, calizas cavernosas, y 321f, calizas arenosas grises. Son materiales de alta capacidad de carga que no originarán problemas geotécnicos importantes. En los bordes de los afloramientos se pueden producir desprendimientos de bloques. Son permeables y no ripables. Hay que tener en cuenta la posibilidad de que existan oquedades.

### 3.3.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona

Los problemas geotécnicos que presenta esta Zona III o Cuenca del Duero son los propios de los materiales detríticos finos con niveles de conglomerados discordantes y en disposición horizontal.

Son materiales muy poco permeables, por lo que localmente pueden dar problemas por encharcamientos a causa de un drenaje deficiente. La erosionabilidad es grande y se pueden originar abarrancamientos como respuesta a la erosión lineal progresiva. La capacidad de carga es muy variable y en general tiene valores medios, aunque puntualmente puede aumentar o disminuir. Los taludes suelen tener inclinaciones fuertes en el caso de alturas medias, pues los niveles conglomeráticos intercalados en los tramos arcillosos les dan estabilidad, aunque se produzcan caídas de bloques por descalce y fracturación. En general son taludes que necesitan conservación.



## 4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO

Los problemas relacionados con la topografía, geomorfología y geotecnia que se han observado en el Tramo de estudio se resumen en los siguientes apartados:

### 4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRAFICOS

Los problemas derivados de la topografía que presenta el Tramo estriban en la presencia de una zona montañosa que corresponde a un sector de la Sierra de la Demanda y a otras zonas montañosas de menor entidad, y que limitan el Tramo por todo el NE. Esta zona se conoce comarcalmente como «zona de pinares» y forma una banda de dirección NO-SE. Hacia el Sur y limitado por estos relieves hay un amplio valle por donde está trazada la carretera de Soria a Burgos y, a continuación, otra alineación montañosa dispuesta en la misma dirección, formada por las Sierras de Mambblas, San Carlos, Cabrejas y Llana, y que ofrece algunos pasos a su través. Esta alineación montañosa en forma de mesa tiene una ladera septentrional de alta pendiente, con diferencia de cotas de hasta 300 y 500m; por su ladera meridional pasa a zonas de relieve acusado, pero discontinuo, que están alineadas en la misma dirección y que suponen problemas topográficos importantes.

Así pues, hay una franja montañosa en el límite septentrional del Tramo de Estudio, un amplio valle central, y nuevamente otra franja montañosa, que ocupa el centro del Tramo de NO a SE, más ancha y con diversos pasos a través de los valles de algunos ríos, como el Arlanza y sus afluentes, o los subsidiarios del río Lobos. El borde occidental del Tramo corresponde a una zona llana, pero de pequeña extensión. Claramente se observa que la zona de mayor facilidad constructiva es el amplio valle central.

### 4.2. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOMORFOLOGICOS

La mayoría de los problemas topográficos están relacionados con los geomorfológicos. La zona montañosa de la Sierra de la Demanda se corresponde con los afloramientos de las formaciones paleozoicas, y las elevaciones en forma de mesa topográfica, en la mitad meridional del Tramo, se corresponden con los sinclinales colgados que tienen sus núcleos en las formaciones del Cretácico Superior.

También es importante la barrera topográfica que origina la Falla de San Leonardo de Yagüe, con sus formaciones del Jurásico dispuestas en dirección NO-SE. Las zonas deprimidas corresponden a las formaciones detríticas jurási-

cas y cretácicas de las Facies Purbeck, Weald y Utrillas, mucho más erosionables que los conjuntos calcáreos. También destacan morfológicamente los depósitos aluviales del río Arlanza que forman terrazas y amplias llanuras de inundación en algunos sectores.

En la Zona III, las formaciones arcillosas y conglomeráticas del Mioceno dan lugar a planicies que tienen algunas lomas.

#### 4.3. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTÉCNICOS

Los principales problemas que se han observado en los grupos geotécnicos establecidos son de diversas consideraciones.

En el grupo  $D_1$ , de formaciones detríticas erosionables, (grupos litológicos 223b, 223c, 231a, 231b y 231c), no se esperan grandes problemas, tan sólo de manera local algún desprendimiento o caída de bloques cuando los tramos más resistentes descansan sobre los más erosionables, formando resaltes morfológicos. Con menor importancia se pueden producir encharcamientos, deslizamientos y abarrancamientos.

En los grupos  $X_1$  y  $X_2$  no deben de ocurrir problemas importantes, ya que éstos están ligados a la disposición estructural de los materiales, y, por lo tanto, es fácil evitar puntualmente cualquier deslizamiento que se pudiera producir. El grupo  $X_1$  lo constituyen los grupos litológicos 111a y 211, y el grupo  $X_2$  lo forman los grupos 221a, 221b, 222a, 222b, 223a, 223d, 232c, 232d, 232e, 311b, 311d, 311f, 313a, 321c y 321f.

En el grupo  $X_3$  que incluye las formaciones inestables según la inclinación de los estratos o superficies de esquistosidad, habrá que tener en cuenta las direcciones desfavorables en las que se pueden originar deslizamientos, e igualmente habrá que prestar atención a las zonas de mayor recubrimiento, ya que en el contacto con la roca sana puede haber circulación de agua. Corresponde a los materiales paleozoicos 111b, 113, 121 y 152.

En el grupo  $K_1$  se pueden originar asientos y pequeños desprendimientos, ya que se trata de formaciones fundamentalmente margosas, con capas alternantes de bancos calcáreos de pequeño espesor, que son erosionables e impermeables. Se incluyen en este grupo geotécnico los grupos litológicos 221c, 232a, 232b, 311a, 311c y 311e.

El grupo  $M_1$ , por su disposición, no creará grandes problemas, y los pequeños que se produzcan, como puede ser abarrancamientos, encharcamientos y fácil alteración superficial, no serán de gran magnitud, y serán fácilmente solucionables. Los pequeños asientos que se puedan originar en tramos arcillosos serán de escasa importancia. Se incluyen en este grupo geotécnico los grupos litológicos 312a, 321a, 321b, 321d, 321e y 321g.

El grupo  $M_2$  puede dar mayores problemas a causa de sus propiedades plásticas, baja capacidad portante, agresividad, y nula permeabilidad. Corres-



ESQUEMA DEL TRAMO CON LA SITUACION DE CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS.

ponde al grupo 213, constituido por las arcillas del Keuper. Habrá que tener cuidado si a través de este grupo se proyecta un trazado, aunque debido a su situación en los bordes de la Sierra de la Demanda y su poca extensión, no debe de presentar grandes dificultades.

El grupo T<sub>1</sub> cuando aflora en la parte alta de pequeñas elevaciones, no parece que vaya a originar problema alguno, así como cuando flanquea el río Arlanza. Sin embargo, cuando son coluviales adosados a los relieves, la inestabilidad es grande y requiere un cuidado especial. Este grupo está constituido por los depósitos pliocuaternarios (350), terrazas del río Arlanza (T1), depósitos coluviales (C1, C2 y C3).

El grupo T<sub>2</sub>, en el que se incluyen los depósitos cuaternarios ligados a los ríos, puede dar lugar a problemas propios de las formaciones aluviales, como son pequeños asentamientos, encharcamientos y abarrancamientos. No se debe olvidar la presencia cercana del nivel freático, y su fácil inundación en determinadas épocas.

#### **4.4. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS**

El Tramo estudiado tiene una comunicación natural a lo largo de una banda central de dirección NO-SE, que es precisamente por donde está trazada la carretera que une Soria con Burgos, los dos centros urbanos más importantes.

A partir de este corredor se pueden delimitar otros que faciliten su comunicación con otros sectores. Desde Soria, situada en el borde Este del Tramo, hay otro corredor que se sale del Tramo al Sur de Sierra Llana, y que comunica Soria con Aranda de Duero, pasando por Burgo de Osma, en dirección E-O. Estos dos corredores se pueden unir por pequeños trazados perpendiculares a ambos y paralelos entre sí, para servir a pequeños núcleos rurales y comunicar estas dos vías importantes entre sí, pero siempre con dificultades topográficas o aprovechando algunos estrechos valles de arroyos, que habría que ampliar si no se quiere obtener un trazado sinuoso.

El corredor principal puede tomar otra dirección desde su parte central, en las proximidades de Hacinas, hacia Lerma, en la carretera N-I, pasando por Santo Domingo de Silos, y siguiendo la ruta trazada por una carretera que, en algunos puntos a lo largo del valle del arroyo Mataviejas, queda muy encajada en éste (desde las proximidades de Carazo hasta Santo Domingo de Silos). Otra comunicación del corredor principal con la carretera N-I se puede hacer desde Hortigüela, a través del valle del río Arlanza, que también está muy encajado, hasta Covarrubias, cortando las calizas cretácicas. Este trazado acortaría la distancia por carretera entre algunos pueblos.

Entre el corredor principal y la Sierra de la Demanda hay otro corredor a lo largo del valle del río Lara, que converge con él en el extremo del Tramo y en Barbadillo del Mercado, y que ha sido aprovechado para llevar el trazado del ferrocarril. Estos dos últimos corredores tienen fáciles uniones entre sí, y servirían a la comunicación entre los diversos pequeños núcleos rurales.

La zona de la Sierra de la Demanda es la que presenta mayores problemas de comunicación, ya que tan sólo el valle del arroyo Seco no presenta grandes problemas de trazado.

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

## 5. INFORMACION SOBRE YACIMIENTOS

### 5.1. ALCANCE DEL ESTUDIO

El estudio de yacimientos de materiales no entra en el objetivo de los Estudios Previos de Terrenos, ya que requiere otra metodología y una mayor amplitud en la toma e interpretación de datos.

No obstante, al realizar el trabajo se ha recogido información sobre los distintos yacimientos existentes de mayor interés, y como tal se incluye en este capítulo, pues aunque no es exhaustiva ni se ha hecho sistemáticamente, tiene cierto valor orientativo y puede ser útil en otros trabajos.

Los datos e información que se exponen en los apartados siguientes se refieren a yacimientos de materiales que se usan en obras de carreteras, como canteras para áridos, graveras y materiales para préstamos.

### 5.2. YACIMIENTOS ROCOSOS

Los materiales que ofrecen posibilidades para su explotación en yacimientos rocosos pertenecen a los diversos grupos litológicos de naturaleza calcárea. La mayoría están abandonados y se han abierto en calizas, aunque hay algunos en dolomías.

Estos yacimientos se han explotado para la obtención de áridos con vista a usos locales de mejoramiento de carreteras. Se han abierto canteras en los grupos calizos 221b, 222a y 232d. Se ha intentado realizar explotaciones en otros grupos, pero éstas han resultado de menor importancia.

De algunas muestras de calizas hay análisis químicos en la bibliografía consultada. Para algunas canteras incluidas en el Tramo, los resultados son los siguientes:

Cantera	C-8	C-1
% SiO <sub>2</sub>	0,78	0,75
% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,08	0,02
% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,25	0,08
% CaO	54,91	55,34
% MgO	0,34	0,14
% K <sub>2</sub> O	0,08	0,03
% Na <sub>2</sub> O	0,09	0,05
% p.p.c.	43,74	43,59

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



Foto 32.- Cantera activa (C-1) de calizas (232d), en San Juan de los Ausines.



Foto 33.- Cantera abandonada (C-13) en calizas (232d), en las proximidades de Arganza.

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

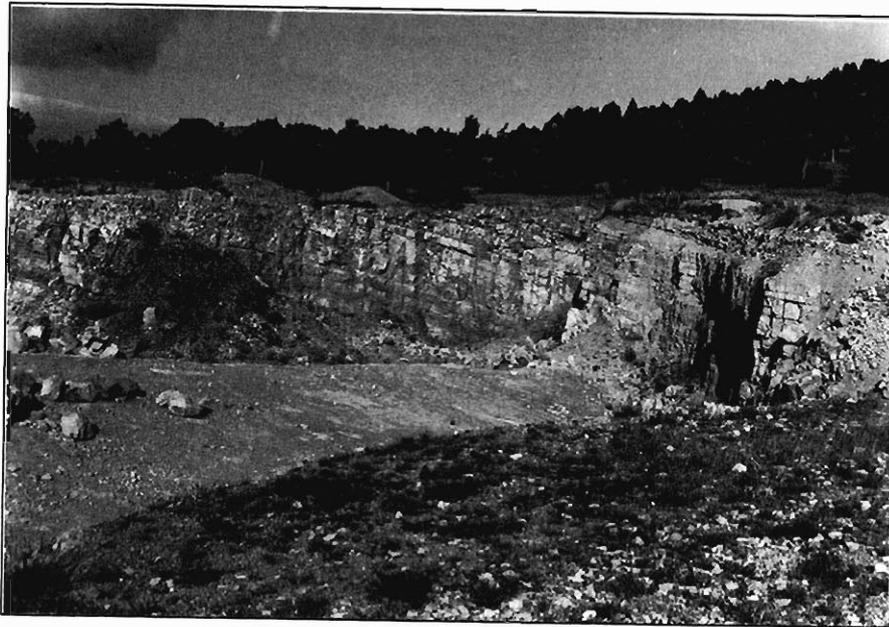


Foto 34.- Cantera abandonada (C-7) en el P.K. 8 de la carretera de Santo Domingo de Silos a Espinosa de Cervera.

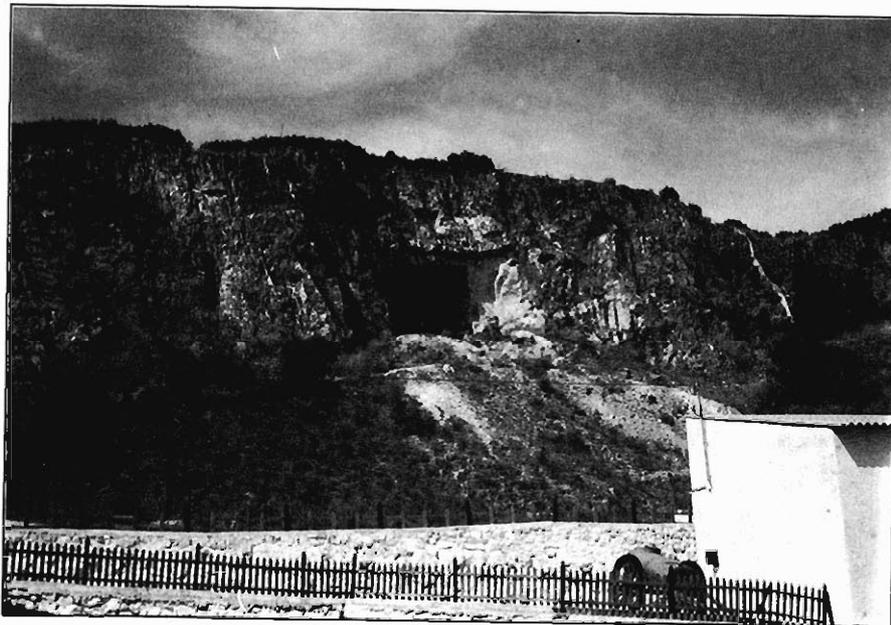


Foto 35.- Cantera abandonada (C-4) hoy usada como polvorín militar en calizas (232d), en Hontoria de la Cantera.

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

Estos porcentajes indican que las calizas analizadas son muy puras: 98,5% de carbonatos, en el caso de la cantera C-1, y 97,74%, en el caso de la C-8.

Otros ensayos efectuados en las calizas son:

Cantera	C-8	C-6	C-1	C-11	C-10
Peso específico aparente (gr/cc)	2.698	2.600	2.378	2.685	2.688
Peso específico real (gr/cc)	2.761	2.751	2.662	2.752	2.761
Coefficiente de absorción (%)	0,855	2,141	4,496	0,906	0,990
Desgaste de Los Angeles (%)	27,80	23,70	35,10	27,00	33,50
Adhesividad media al betún (en % de superficie cubierta)	99,60	99,80	99,40	99,50	99,40
Estabilidad media frente al SO <sub>4</sub> y Mg (%)	—	—	—	—	1,736

Actualmente sólo está abierta la cantera C-1, en Los Ausines, con un gran frente activo y otros laterales abandonados. La producción de esta cantera se reparte de la siguiente manera: el 45% se usa para roca ornamental y construcción, y el resto se distribuye para la industria del vidrio y para aditivos. El análisis petrológico indica que es una caliza cristalina parcialmente dolomitizada.

Otro grupo de canteras que fueron importantes en otro tiempo es el situado en las proximidades del pueblo de Hontoria de la Cantera, donde hay una a cielo abierto y cuatro en galerías que actualmente se destinan a polvorín militar. Estas galerías suelen tener cuatro metros de altura y el fondo varía entre 50 y 110 m. Se obtenían bloques de 2 m<sup>3</sup> que se cuarteaban y tallaban a pie de cantera, y parece que se usaron en la construcción de la catedral de Burgos.

Para la construcción y ornamentación también se han explotado areniscas (grupo 231a), y aún se hace, pero intermitentemente, en las proximidades de Castrillo de la Reina. Para el Monasterio de Santo Domingo de Silos parece que se usaron calizas del grupo (311b).

### 5.3. YACIMIENTOS GRANULARES

Los yacimientos granulares son frecuentes en el Tramo estudiado y corresponden a dos tipos distintos de materiales, gravas y arenas de tipo aluvial, que se han explotado en puntos específicos de cauces aluviales donde la concentración de gravas ha permitido su beneficio y, más frecuentemente, en la formación detrítica (231a), en puntos donde hay predominio de areniscas poco cementadas sobre los niveles de conglomerados. También se han explotado, en gran número de yacimientos, las arenas caoliníferas de Facies Utrillas (grupo 231b), en ambas laderas de las Sierras de Cabrejas y Llanas, y en diversos puntos repartidos por todo el Tramo. Las explotaciones próximas a Picofrentes suministran arena para el consumo en Soria, donde se utilizan principalmente en la construcción como árido natural, ya que son pobres en caolín.

Actualmente están en actividad las explotaciones situadas en las cercanías de Fuentetoba (G-1), Villaciervos (G-2) y Cuevas de S. Clemente (G-19, G-20,

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



Foto 36.- Explotación (G-1) de arenas (231b), en Fuentetoba.



Foto 37.- Explotación (G-1) de arenas (231b), en Fuentetoba.

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

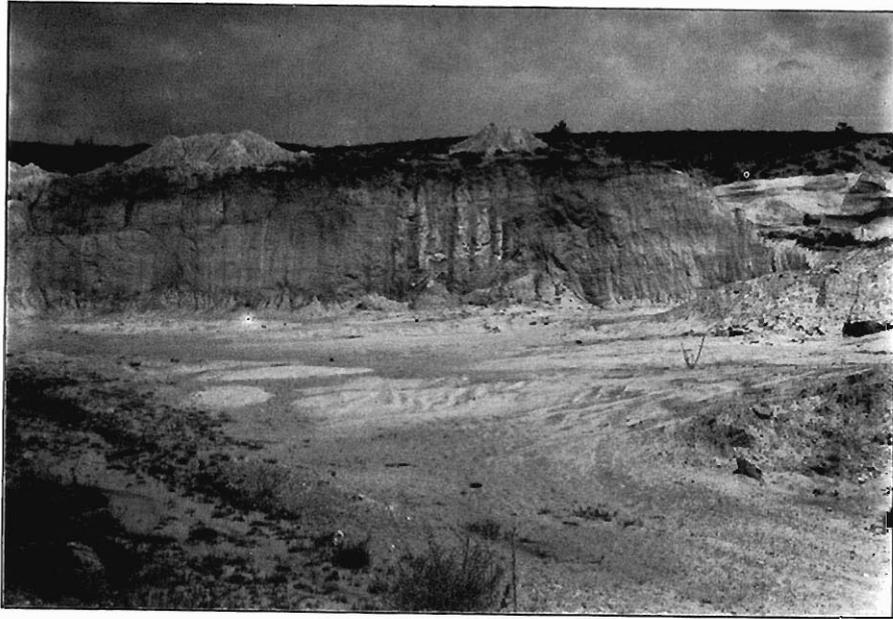


Foto 38.- Explotación (G-2) de arenas (231b), en Villaciervos.



Foto 39.- Explotación (G-2) de arenas (231b), en Villaciervos.

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



Foto 40.- Explotación abandonada (G-3) de arenas caoliníferas (231b), en Ocenilla.



Foto 41.- Explotación abandonada (G-4) de arenas (231b), de Abéjar.

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

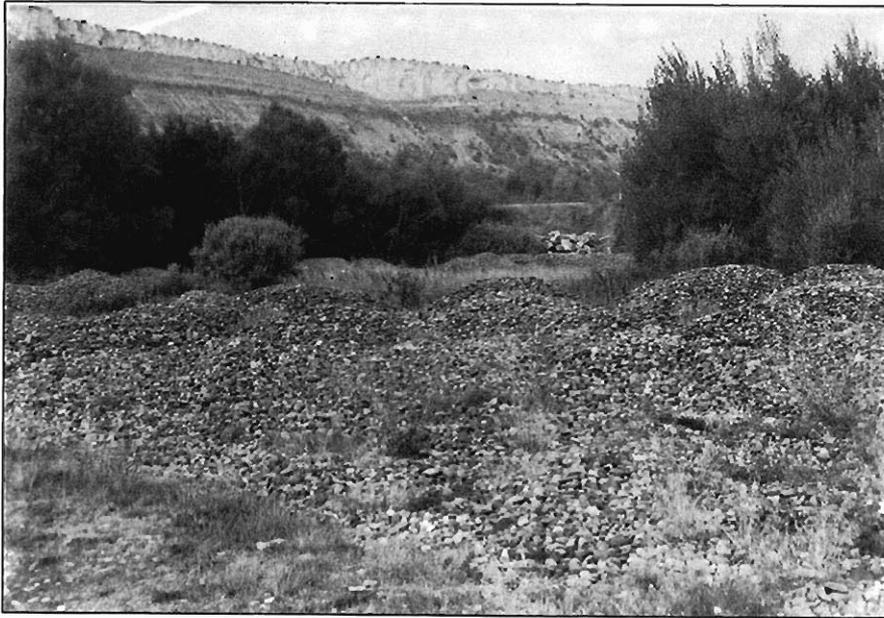


Foto 42.- Explotación (G-14) de gravas (T1) en el arroyo Pedroso, en el P.K. 444 de la carretera de Burgos a Soria.

G-21 y G-22). En realidad, la mayoría son explotaciones realizadas en las proximidades de cada pueblo para abastecer las necesidades locales. También está activa la gravera G-14.

Algunos coluviales también se han explotado, con poco volumen y escasa importancia.

En la bibliografía consultada se recogen datos de los análisis químicos y mineralógicos realizados en algunas muestras. Suelen tener un porcentaje de  $\text{SiO}_2$  entre el 87,04% y el 90,92%, y sobre el porcentaje de las distintas fracciones granulométricas, los datos son muy variables: en las arenas caoliníferas de Navas del Pinar hay un 10% de fracción gruesa tamaño grava, con tamaño máximo de 10 mm, la fracción tamaño arena representa el 58%, y la fracción fina, el 32%. Mineralógicamente estas arenas tienen 59% de cuarzo, 26% de minerales de la arcilla (los cuales se reparten en 14% de caolinita, 11% de montmorillonita-illita y 1% de micas), 11% de feldespatos y 4% de dolomita. En la explotación de Carazo, más pobre en caolín, la fracción gruesa de tamaño grava representa el 12%, la fracción arena el 76%, y la fracción fina, el 12%.

La utilización de estos materiales no siempre va dirigida a la construcción como árido natural. Parte de la explotación de Fuentetoba se usa como aditivo para la fabricación de jabones especiales, y en la explotación de Navas del Pinar se extraía un 80% de arena que se utilizaba para la fabricación de vidrio, como abrasivo, y como arena de moldeo, y un 20% de caolín.

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



Foto 43.- Explotación activa (G-19) de arenas y gravas (231b), próximas al P.K. 456,5 de la carretera N-234.



Foto 44.- Explotación activa (G-22) de arenas y gravas (231b), en las proximidades del P.K. 459 de la carretera N-234.

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

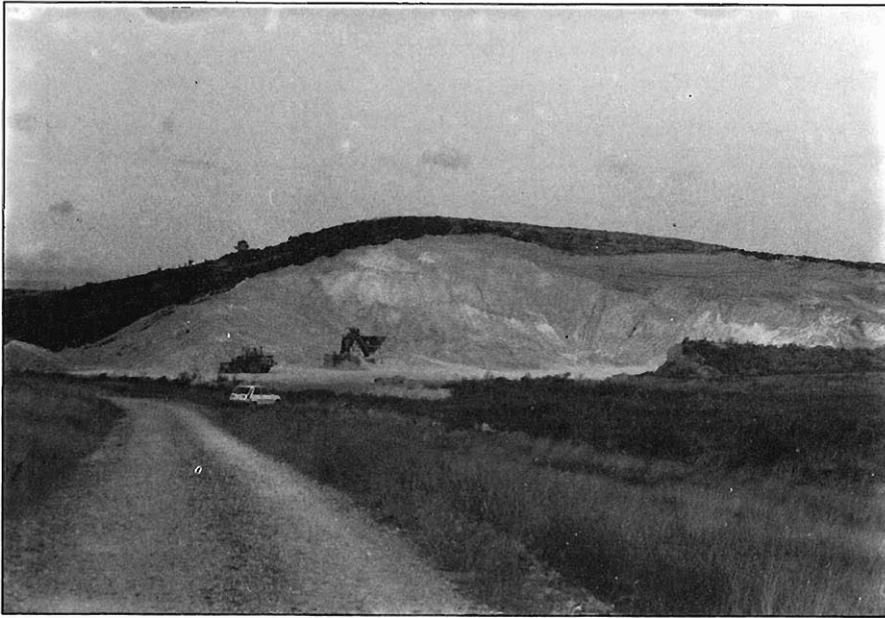


Foto 45.- Explotación (G-20) de arenas y gravas (231b), en el P.K. 458,5 de la carretera N-234.

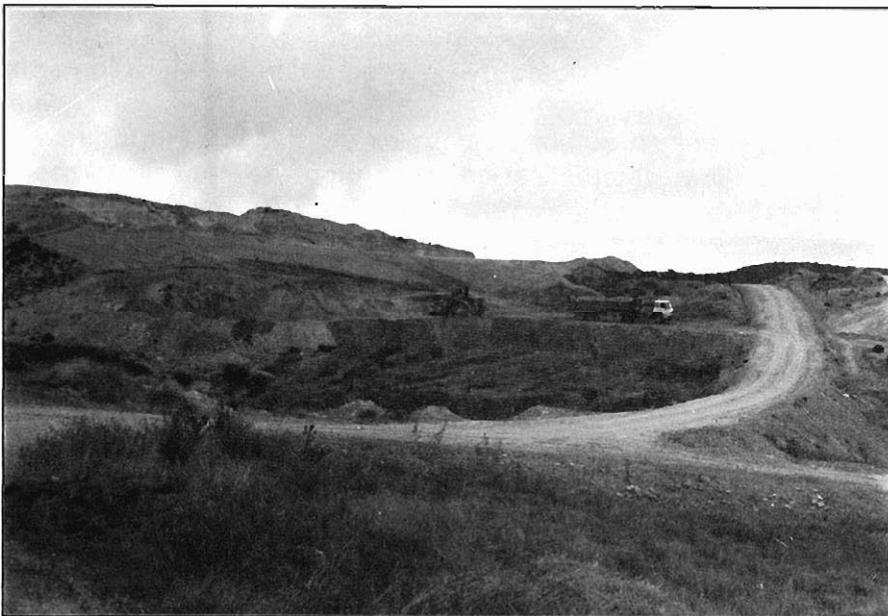


Foto 46.- Explotación (G-21) de arenas y gravas (231b), en Cuevas de San Clemente.

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

Los análisis químicos de algunas arenas son:

Cantera	Fuentetoba	Navas	Carazo
% SiO <sub>2</sub>	87,04	90,92	87,85
% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,02	6,00	6,06
% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,40	0,17	0,94
% TiO <sub>2</sub>	0,03	—	0,07
% K <sub>2</sub> O	2,31	1,86	2,88
% Na <sub>2</sub> O	0,30	0,12	0,15
% CaO	—	0,04	0,09
% MgO	—	0,02	0,06
% p.p.c.	1,90	0,87	1,90

#### 5.4. MATERIALES PARA TERRAPLENES Y PEDRAPLENES

Los terraplenes consisten en la extensión y compactación de materiales procedentes de las excavaciones o de préstamos. Estos materiales se clasifican, según el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes, en suelos tolerables, adecuados, seleccionados e inadecuados.

En los núcleos y cimientos de los terraplenes se deberán utilizar suelos tolerables, adecuados o seleccionados, pero en coronación tan sólo los dos últimos o el primero estabilizado con cal o cemento.

Así pues, para terraplenes se pueden usar la mayor parte de los grupos litológicos de las Facies Purbeck, Weald y Utrillas, así como las formaciones detríticas del Paleoceno y Mioceno. También son interesantes, por sus características para usar en terraplenes, los depósitos cuaternarios coluviales y aluviales si no tienen muchos finos. Igualmente se pueden usar los conglomerados del Plioceno.

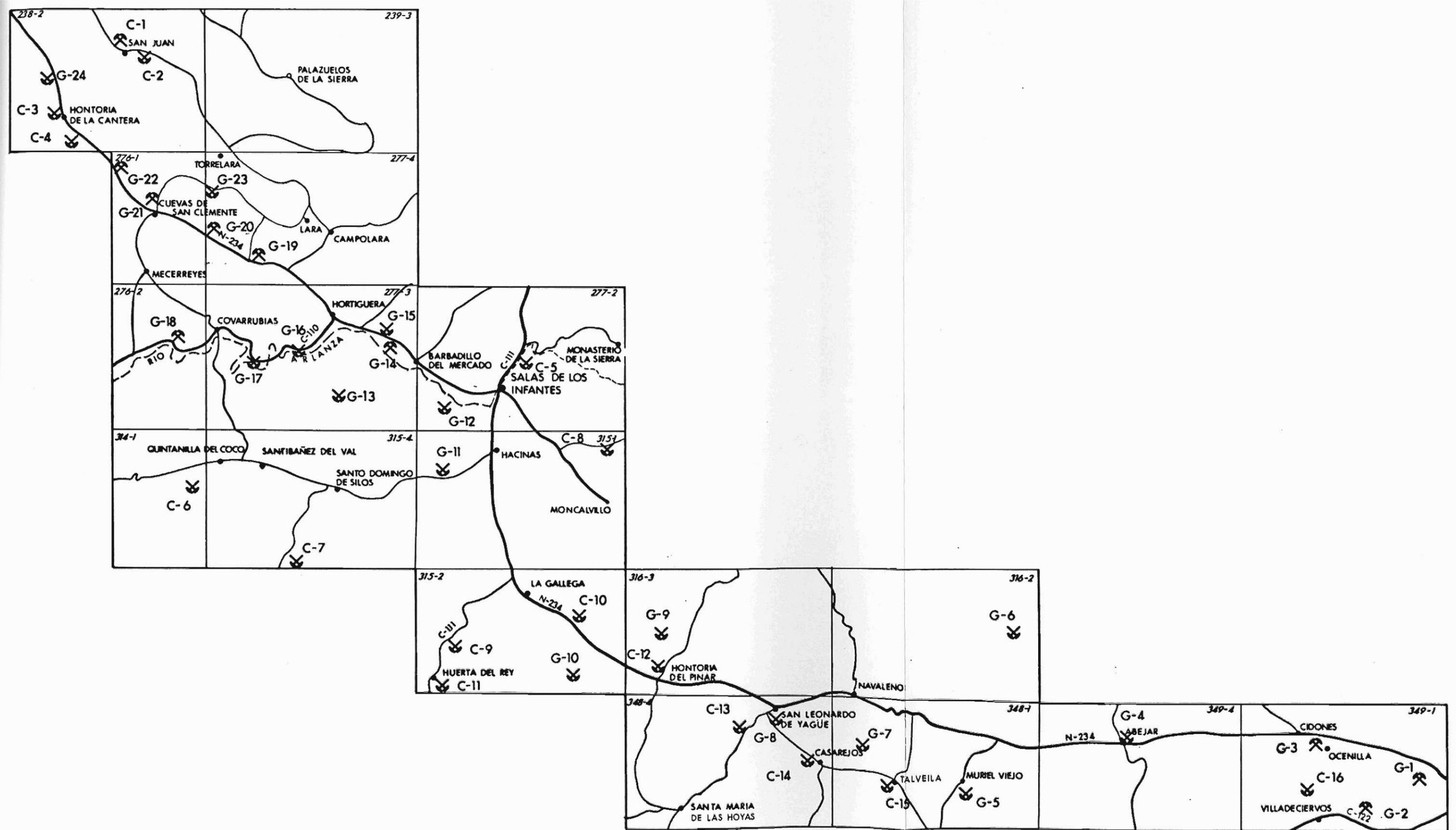
Los pedraplenes consisten en la extensión y compactación de materiales pétreos idóneos, procedentes de excavaciones de roca y excepcionalmente de préstamos. Se consideran rocas adecuadas dentro del Tramo estudiado, las calizas y dolomías, tanto mesozoicas como miocenas, las areniscas del Trías y los conglomerados terciarios siempre que sean sanos, compactos y resistentes.

#### 5.5. YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON MAS DETALLE

Según las necesidades que se presenten en cada Zona, sería conveniente estudiar con mayor detalle algunos yacimientos. Ya se ha visto que las calizas jurásicas y del Cretácico Superior son buenas para la obtención de áridos de trituración, por lo que, si se requiere su explotación, habrá que estudiar los afloramientos con menos problemas topográficos que estén más cercanos a la obra.

Como préstamo, localmente habrá que considerar los conglomerados con niveles de finos, del Mioceno y Plioceno.

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



ESQUEMA DEL TRAMO CON SITUACION DE LOS YACIMIENTOS ROCOSOS (C) Y GRANULARES (G)

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

**CUADRO RESUMEN DE YACIMIENTOS ROCOSOS**

Denominación	Estado	Situación (Hoja-Cuadrante)	Grupo litológico	Material	Accesos y observaciones
C-1	activo	238-2	232d	caliza dolomitizada	Junto a la carretera (S. Juan de los Ausines).
C-2	inactivo	238-2	232d	caliza dolomitizada	Junto a la carretera, pasada la vía férrea (S. Juan de los Ausines).
C-3	inactivo	238-2	232d	caliza	Proximidades a Hontoria de la Cantera.
C-4	inactivo	238-2	232d	caliza	En la zona militar en el camino que sale del Km. 471 de la carretera N-234. Son 4 explotaciones para roca ornamental.
C-5	inactivo	277-2	222a	caliza	Km. 4 de la carretera C-113 (Castrovido).
C-6	inactivo	314-1	232d	caliza	Carretera local a Tejada.
C-7	inactivo	315-4	232d	caliza	Carretera local de Sto. Domingo de Silos a Espinosa de Cervera.
C-8	activo	315-1	231a	arenisca	Km. 8,5 de la carretera desde Castrillo de la Reina a Palacios de la Sierra. 80% refractarios.
C-9	inactivo	315-2	223b	caliza	Km. 45,5 de la carretera C-111.
C-10	inactivo	315-2	222a	caliza	Km. 418 de la carretera N-234 (desvío a Rabanera del Pinar).
C-11	inactivo	315-2	232d	caliza	Proximidades a Huerta del Rey.
C-12	inactivo	316-3	221b	caliza	Carretera local de Hontoria del Pinar a Aldea del Pinar.
C-13	inactivo	348-4	232d	caliza	Km. 3 de la carretera local de S. Leonardo a Sta. María de la Hoya.
C-14	inactivo	348-4	222a	caliza	Próximo a Casarejos, junto a carretera.
C-15	inactivo	348-1	221b	caliza	Proximidades a Talveila.
C-16	inactivo	349-1	232a	caliza	Cerca de Villarcieiros, en mal acceso.

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

**CUADRO RESUMEN DE YACIMIENTOS GRANULARES**

Denominación	Estado	Situación (Hoja-Cuadrante)	Grupo litológico	Material	Accesos y observaciones
G-1	activo	349-1	231b	arenas y gravas	Proximidades de Fuentetoba. 2 explotaciones, una de ellas abandonada.
G-2	activo	349-1	231b	arenas caoliníferas y gravas	Varias explotaciones en los alrededores de Villaciervos, próximas a la carretera.
G-3	inactivo	349-1	231b	arenas caoliníferas	Proximidades de Oceanilla, varias explotaciones.
G-4	inactivo	349-4	231b	arenas y gravas	Proximidades de Abejar. Junto a carretera.
G-5	inactivo	348-1	A1/231b	arenas y gravas	Entre Cubilla y Muriel, mal acceso.
G-6	inactivo	316-2	A1	gravas	Varias extracciones en el aluvial del río Ebrillos.
G-7	inactivo	348-1	223a	arenas	Dos explotaciones de la banda arenosa junto a la carretera de Taveila a Casarejos.
G-8	inactivo	348-4	C	gravas y arenas	Coluvial en el borde de la carretera de San Leonardo a Arenas del Pinar.
G-9	inactivo	316-3	223b	arena	Proximidades de Aldea del Pinar.
G-10	inactivo	315-2	231c	arena y grava caolinífera	Explotación de caolín próxima a Navas del Pinar.
G-11	inactivo	315-1	231b	arena caolinífera	Proximidades de Villanueva de Carazo y Carazo. 2 explotaciones.
G-12	inactivo	277-2	231a	arena y grava	Proximidades a Revilla.
G-13	inactivo	277-3	231b	arena y grava	Carretera a Contreras.
G-14	activo	277-3	A1	grava	Río Pedroso, cerca de Barbadillo del Mercado.
G-15	inactivo	277-3	231b	arena y arcilla	Entre Cascajares y Barbadillo, junto a la carretera.
G-16	inactivo	277-3	C2 y A1	gravas	Junto a la carretera de Hortiguéla a Covarrubias.
G-17	inactivo	277-3	A1	gravas y arenas	En el río Arlanza, Km 21 de la carretera C-110.
G-18	inactivo	276-2	T1	gravas	Proximidades del Km. 30,5 de la carretera de Covarrubias a Lerma.
G-19	activo	277-4	231b	arenas y gravas	Km. 456,5 de la carretera N-234.
G-20	activo	277-4	231b	arenas y gravas	Km. 458,5-459,1 de la carretera N-234.
G-21	activo	276-1	231b	arenas y gravas	Cuevas de San Clemente.
G-22	activo	276-1	231b	arenas y gravas	Km. 466 y 468 de la carretera N-234.
G-23	inactivo	238-2	231b	arenas	Proximidades Quintanalara, diversas explotaciones.
G-24	inactivo	238-2	321b	arenas y gravas	Km. 474,5 de la carretera N-234.

## 6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

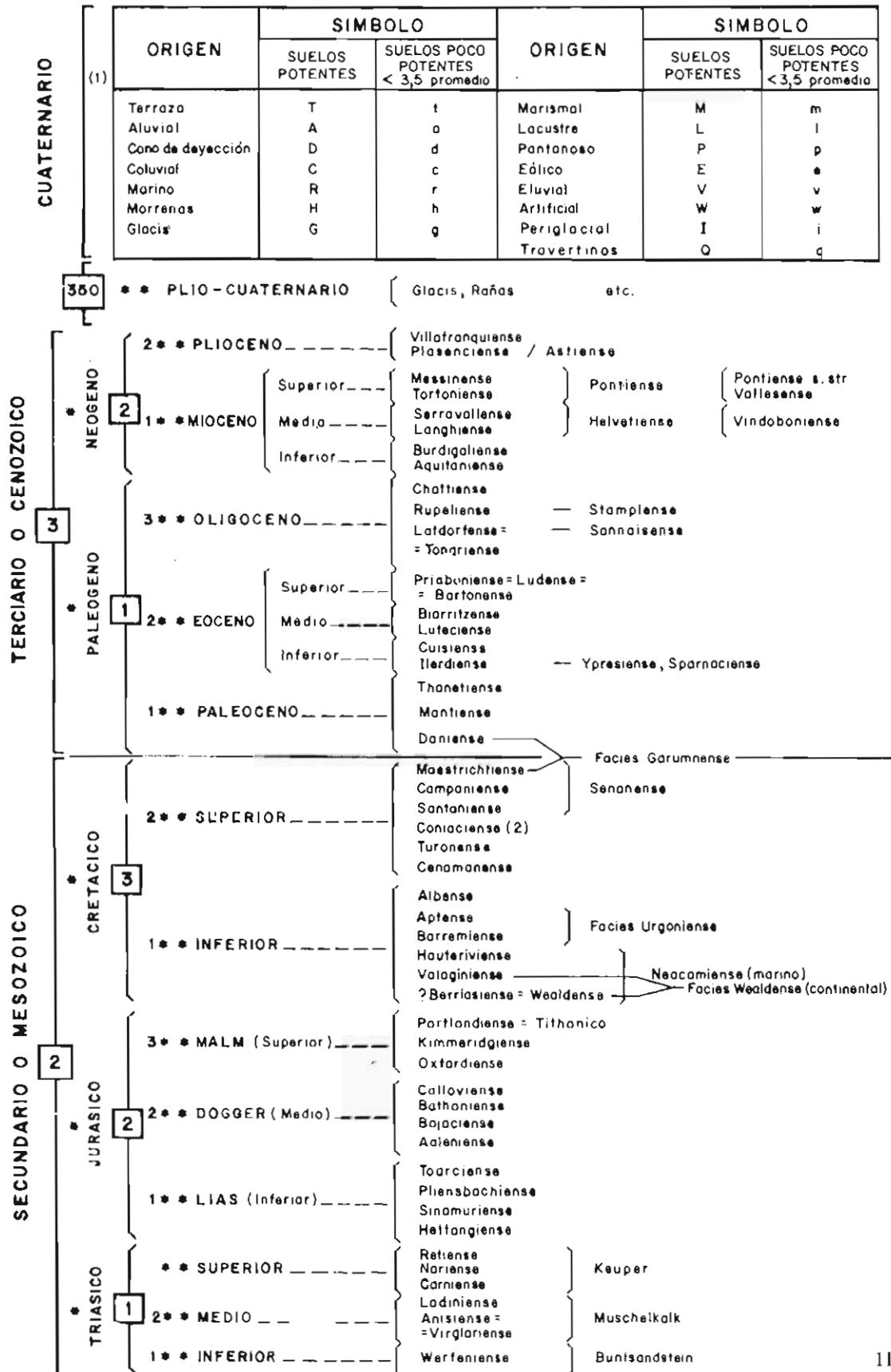
- AMIOT, M. y otros (1982).— Evolution de la marge cantabrique et de son arrière-pays ibérique au Crétacé. Cuad. Geol. Ibérica, vol. 8, pp. 37-63.
- BELTRAN CABRERA, F.S., RIOS MITCHELL, J.M. y RIOS ARAGUES, L.M. (1980).— Mapa Geológico de España 1:50.000, 2ª serie (MAGNA). Hoja nº 349, Cabrejas del Pinar (Soria).
- BEUTHER, A. (1965).— Geologische untersuchungen in Wealden und Utrillas Schichten in Westteil der Sierra de los Cameros. Beith. Geol. JB. 44, pp. 103-122.
- BEUTHER, A. y otros (1966).— Der Jura und Wealden im nordost Spanien (Sierra de los Cameros). Beith. Geol. JB. 44.
- CAPOTE, R. y GONZALEZ LODEIRO, F. (1983).— La estructura hercínica en los afloramientos paleozoicos de la Cordillera Ibérica. Libro Jubilar J.M. Ríos, tomo I, tema II, cap. II, 5.1.2.5. Sierra de la Demanda.
- COLCHEN, M. (1974).— Géologie de la Sierra de la Demanda. Burgos-Logroño (Espagne). Memoria I.G.M.E., nº 85, 2 vol.
- FLOQUET, M. (1978).— La sédimentation de plate-forme au Crétacé Supérieur dans la Vieille Castille (Espagne), évolution verticale, variation horizontale, implications paléogéographiques. Bull. S.G.F., t. XX, nº 5, pp. 779-783.
- FLOQUET, M. (1979).— Itinéraire géologique et aspects paléontologiques-sédimentologiques du Crétacé moyen dans la région de Santo Domingo de Silos (provincia de Burgos). Cuad. Geol. Ibérica, vol. 5, pp. 227-240.
- FLOQUET, M. (1979).— La série carbonatée coniacien supérieur à santonien dans la région de Soria (Chaînes Ibériques septentrionales). Analyse et interprétation. Geol. Ibérica, vol. 5, pp. 365-383.
- FLOQUET, M., ALONSO, A. y MELENDEZ, A. (1982).— El Cretácico Superior de Cameros-Castilla. El Cretácico de España. Univ. Complutense, Madrid, pp. 387-453.
- FONT TULLOT, I. (1983).— Climatología de España y Portugal. Instituto Nacional de Meteorología, Madrid.
- GIL SERRANO, G. y ZUBIETA FREIRE, J.M. (1978).— Mapa Geológico de España 1:50.000, 2ª serie (MAGNA). Hoja nº 277, Salas de los Infantes (Burgos).
- GIL SERRANO, G., ZUBIETA FREIRE, J.M. y BOQUERA, J. (1978).— Mapa Geológico de España 1:50.000, 2ª serie (MAGNA). Hoja nº 239 (Pradoluengo), Burgos.
- I.G.M.E. (1970-1971).— Mapa Geológico de España 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Hojas nº 20 (Burgos), 30 (Aranda de Duero) y 31 (Soria).
- I.G.M.E. (1975).— Mapa Geotécnico General 1:200.000. Hojas nº 20 (Burgos), 30 (Aranda de Duero) y 31 (Soria).
- I.G.M.E. (1976).— Mapa de rocas industriales 1:200.000. Hojas nº 20 (Burgos), 30 (Aranda de Duero) y 31 (Soria).
- MORILLO VELARDE, M.J. y MELENDEZ HEVIA, F.C. (1972).— La falla de San Leonardo: interpretación paleogeológica (Cordillera Ibérica, Soria-Burgos). Est. Geol., vol. 28, pp. 65-67.
- MINGARRO, F. y LOPEZ AZCONA, M.C. (1982).— El Cretácico del claustro románico de Santo Domingo de Silos. Cuad. Geol. Ibérica, vol. 8, pp. 889-897.
- POL C. y CARBALLEIRA, J. (1979).— Las facies conglomeráticas terciarias de la región de Covarrubias (Burgos). I Reunión sobre la geología de la Cuenca del Duero. Temas Geológicos Mineros IV, parte 2ª, I.G.M.E., pp. 509-525.
- QUINTERO AMADOR, I. y MANSILLA IZQUIERDO, H. (1981).— Mapa Geológico de España 1:50.000, 2ª serie (MAGNA). Hoja nº 348, San Leonardo de Yagüe (Soria).

- QUINTERO AMADOR, I. y MANSILLA IZQUIERDO, H. (1982).— Mapa Geológico de España 1:50.000. 2ª serie (MAGNA). Hoja nº 315, Santo Domingo de Silos (Burgos).
- QUINTERO AMADOR, I. y MANSILLA IZQUIERDO, H. (1984).— Mapa Geológico de España 1:50.000. 2ª serie (MAGNA). Hoja nº 316, Quintanar de la Sierra (Soria).
- SALOMON, J. (1982).— Les formations continentales du Jurasique supérieur - Crétacé inférieur en Espagne du Nord (Chaînes cantabrique et ibérique). Mém. Univ. Dijon, nº 6, pp. 221.
- SALOMON, J. (1982).— Les formations continentales du bassin de Soria (NW Chaînes ibériques) au Jurasique supérieur - Crétacé inférieur. Relations entre tectonique et sédimentation. Cuadernos Geol. Ibérica, vol. 8, pp. 167-185.
- SALOMON, J. (1982).— El Cretácico inferior de Cameros-Castilla. El Cretácico de España. Univ. Complutense. Madrid, pp. 345-387.
- SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M. (1953).— Mapa Geológico de España 1:50.000. 1ª serie. Hoja nº 276, Lerma (Burgos).
- SEQUEIROS, L. y MELENDEZ, G. (1987).— El Calloviense de los Ibérides (dominio Ibérico, España). Síntesis bioestratigráfica. Est. Geol. vol. 43, pp.95-105.
- TISCHER, G. y BEUTHER, A. (1957).— Die Wealden-Ablagerung der Sierra de los Cameros (Iberischien Ketten, Spanien). Beith. Geol. Jb. 44.
- TISCHER, G. (1966).— El delta wealdico de las montañas ibéricas occidentales y sus enlaces tectónicos. Notas y Com. I.G.M.E., nº 81, pp. 53-78.
- THORNES, J.B. (1975).— Lithological control of «hillslope» erosion in the Soria area. Duero Alto, Spain. Bol. Geol. y Min., T. LXXXV-I, pp. 11-19.
- VALLADARES, I. (1975).— Sedimentología del Jurásico y Cretácico al Sur de la Sierra de la Demanda. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca.
- WIEDMANN, J. (1975).— El Cretácico superior del Picofrentes (Soria). Cadenas Celtibéricas (España). Bol. Geol. Min., T. LXXXVI-III, pp. 252-261.
- WIEDMANN, J. (1979).— Itinéraire géologique à travers le Crétacé moyen des chaînes vasco-gotiques et celtibériques (Espagne du Nord). Cuad. Geol. Ibérica, vol. 5, pp. 127-214.

## 7. ANEJOS

7.1. ANEJO 1: SIMBOLOGIA UTILIZADA EN LAS COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS

COLUMNA ESTRATIGRAFICA





## 7.2. ANEJO 2: CRITERIOS UTILIZADOS EN LAS DESCRIPCIONES GEOTECNICAS

### INTRODUCCION

Con objeto de precisar, en lo posible, los conceptos más importantes utilizados en las descripciones geotécnicas de los materiales del Tramo, a continuación se exponen los criterios utilizados en lo que se refiere a parámetros del terreno tales como ripabilidad, estabilidad de taludes, capacidad portante y niveles freáticos, entre otros.

Al no disponer de ensayos, se ha buscado apoyo en los resultados correspondientes a otros materiales geotécnicamente equivalentes a los aquí estudiados, y se ha hecho una evaluación comparativa entre ambos. Para ello se han tenido en cuenta los datos de campo (datos sobre taludes naturales y desmontes, comportamiento geotécnico de los mismos, escorrentía de las aguas superficiales, permeabilidad de las formaciones, observaciones sobre el estado de los firmes de las carreteras existentes en la zona, alterabilidad y erosionabilidad de los materiales, etc.). Con estos datos, recogidos sobre el terreno, se ha pretendido dar un orden de magnitud de los valores y parámetros de estos conceptos geotécnicos, que servirán de base a futuros estudios.

### RIPABILIDAD

En lo que a ripabilidad de los materiales del Tramo se refiere, se han considerado los tres niveles o grados que a continuación se indican:

- a) Se considera ripable todo material (roca natural o suelo) que pueda ser directamente excavado con un ripper de potencia media, sin previa preparación del terreno mediante explosivos u otros medios. Cuando no se indica espesor ripable alguno, se considera que toda la masa es ripable, al menos en el espesor afectado por posibles desmontes en las variantes o modificaciones de un trazado.
- b) Se consideran de ripabilidad media a aquellos materiales que no son ripables utilizando maquinaria de potencia media, pero que sí lo serían empleando maquinaria de mayor potencia. Estos materiales son los llamados «terrenos de transición», que se encuentran en la mayor parte de las formaciones rocosas, y que son semirripables en su zona de alteración o ripables mediante una ligera preparación con voladura.
- c) Se consideran no ripables aquellas formaciones que necesitan para realizar su excavación el empleo de explosivos u otros medios violentos que produzcan su rotura.

## CAPACIDAD PORTANTE

En relación con la capacidad portante de los distintos materiales del Tramo, al no poder contar con resultados de ensayos «in situ», se ha adoptado el siguiente criterio:

- a) Capacidad portante alta o elevada es la que corresponde a una formación constituida por materiales compactos y preconsolidados, o bien a formaciones rocosas estables y resistentes, de excelentes características como cimiento de un firme de carretera o de una obra de fábrica.
- b) Capacidad portante media es la de aquellas formaciones constituidas por materiales compactos y preconsolidados, que tienen sus capas superficiales algo alteradas y que, por tanto, determinan un suelo en el que la aplicación de cargas moderadas superficiales (2 ó 3 kg/cm<sup>2</sup>), produce asientos tolerables de las obras de fábrica. En este caso, la estabilidad del material considerado como explanada del firme es suficiente en general, sin que sea necesaria la mejora del suelo.
- c) Capacidad portante baja es la correspondiente a materiales de suelos desagregados en los que la aplicación de cargas moderadas produce asientos inadmisibles para las obras de fábrica con cimentación superficial. La ejecución de firmes en este tipo de materiales requerirá fuertes espesores estructurales, colocación de explanadas mejoradas, retirada de los suelos plásticos si son poco potentes o cimentación de las obras de fábrica en la formación subyacente.

## ESTABILIDAD DE TALUDES

La evaluación de la estabilidad de taludes se ha apoyado, exclusivamente, en las medidas y observaciones de campo realizadas sobre los taludes naturales y desmontes existentes en el Tramo. Esto confiere a los ángulos de estabilidad de los taludes, asignados a los distintos materiales del Tramo, un carácter puramente estimativo y expresa sólo el orden de magnitud de los taludes existentes en la zona y su comportamiento geotécnico. En cuanto a las alturas de los taludes, se ha seguido el criterio o clasificación que a continuación se indica:

- B: Bajos (0 a 5 m de altura)
- M: Medios (5 a 20 m de altura)
- A: Altos (20 a 40 m de altura)

Para indicar la inclinación de los taludes, salvo en los casos en que se especifica su valor, se han utilizado las palabras «subvertical» (ángulo de más de 65°) y «subhorizontal» (ángulo de menos de 10°).

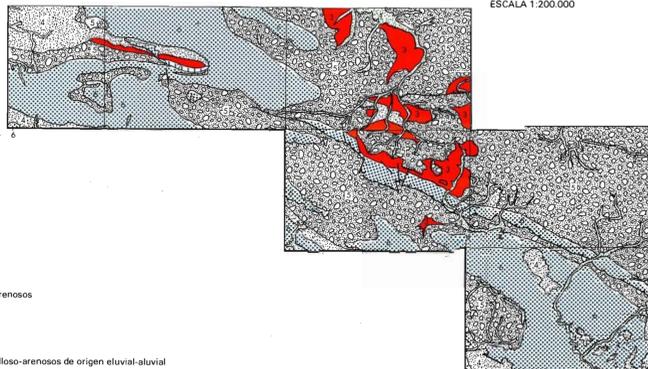
Se han considerado formaciones con problemas de estabilidad de taludes, aquéllas en las que bien sea porque el ángulo de estabilidad natural del material es muy tendido, bien porque la formación está integrada por materiales de

diferente comportamiento geotécnico, pueden producirse derrumbamientos, desprendimientos o deslizamientos de ladera. En general, para cada material y talud, se indica el tipo de problemas que pueden presentarse.

## DRENAJE

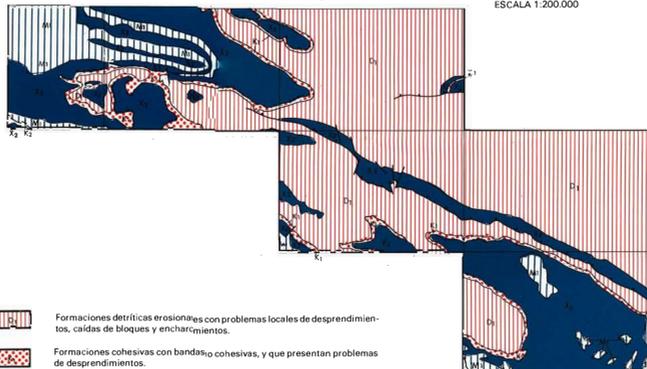
La escorrentía superficial y profunda de las aguas de lluvia, se reseña con suficiente claridad en la descripción de las distintas formaciones litológicas. Conviene resaltar que los datos disponibles para una correcta localización de los niveles freáticos del Tramo y sus periódicas variaciones en relación con las distintas épocas del año, son escasos. Las observaciones realizadas sobre el terreno han permitido dar unas ideas generales sobre el movimiento del agua a través de las formaciones.

**ESQUEMA Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR**  
ESCALA 1:200.000



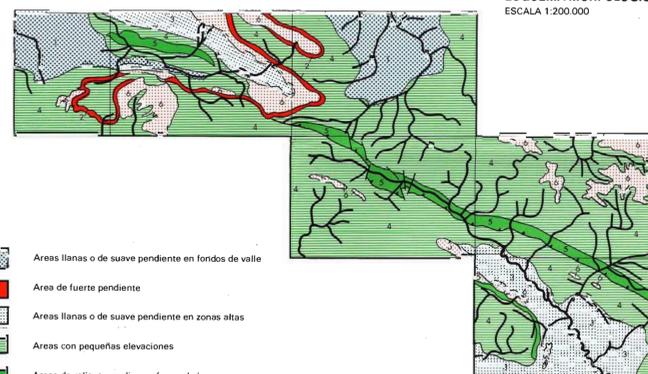
- Aluviales arenosos
- Travertinos
- Suelos arcilloso-arenosos de origen fluvial-aluvial
- Formaciones arcillosas y conglomeráticas con escaso suelo
- Formaciones detriticas con poco desarrollo de suelo
- Formaciones margosas y calcáreas sin apenas suelo

**ESQUEMA GEOTECNICO**  
ESCALA 1:200.000



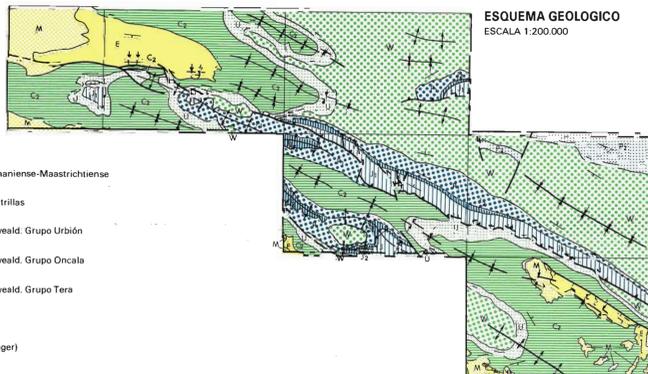
- Formaciones detriticas erosionadas con problemas locales de desprendimientos, caídas de bloques y encharcamientos.
- Formaciones cohesivas con bandado cohesivas, y que presentan problemas de desprendimientos.
- Formaciones con capacidad por agua media y baja.
- Formaciones rocosas calcáreas sin problemas geotécnicos, con inestabilidad muy localizada por caídas de bloques.

**ESQUEMA MORFOLOGICO**  
ESCALA 1:200.000

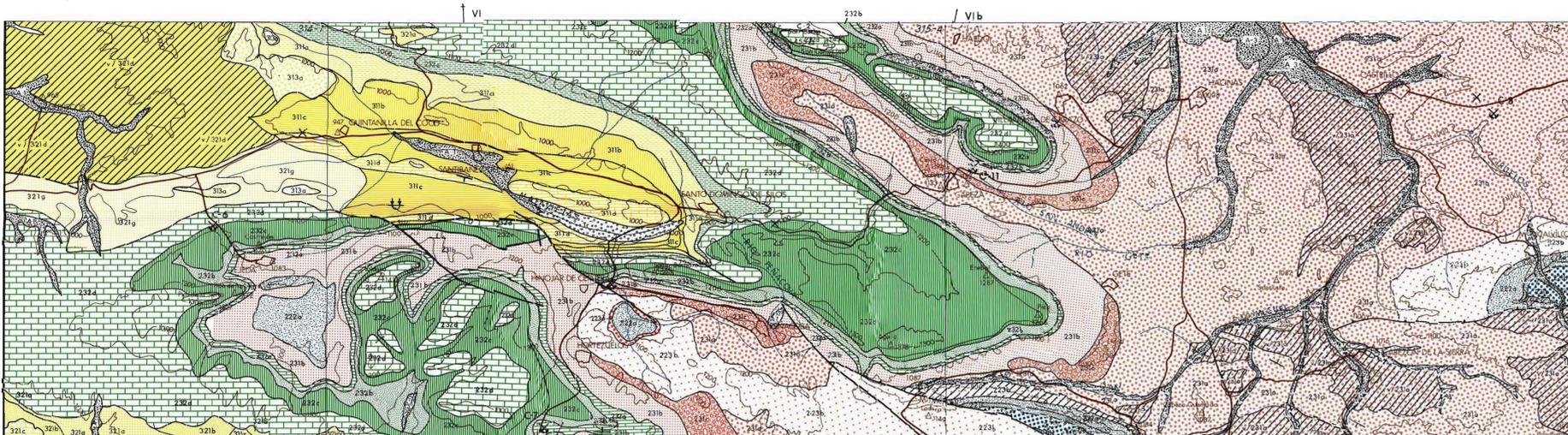


- Areas llanas o de suave pendiente en fondos de valle
- Area de fuerte pendiente
- Areas llanas o de suave pendiente en zonas altas
- Areas con pequeñas elevaciones
- Areas de relieves medios en forma de barrera
- Relieves superiores a 1.200 m
- Cursos Principales de Aguas

**ESQUEMA GEOLOGICO**  
ESCALA 1:200.000



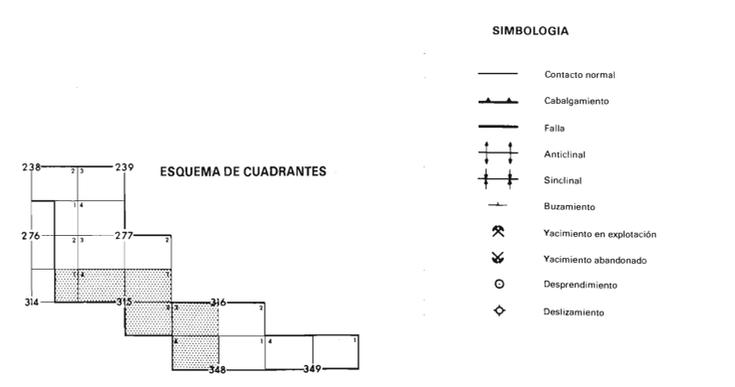
- Mioceno
- Paleogene
- Cretácico Superior Cenomaniense-Maastrichtiense
- Cretácico Inferior, facies Utrillas
- Cretácico Inferior, facies Urdón
- Jurásico, facies purbeck-weald. Grupo Urdón
- Jurásico, facies purbeck-weald. Grupo Tera
- Jurásico Superior-Malm
- Jurásico Inferior (Lias-Dogger)
- Cabalgamiento
- Dirección de sinclinal
- Dirección anticlinal
- Dirección y buzamiento de los materiales



**LEYENDA**

- FORMACIONES CALCÁREAS Y DOLOMITICAS**
- Dolomita grisácea de aspecto masivo y carnudo en la base. Fácies y verticalizadas. Disposición regular en estructuras de dirección NO-SE. Alta capacidad portante. Buen drenaje y no ripable. Capacidad portante alta. Taludes subverticales estables para alturas medias. (P.a. 100 m. Lias Inferior-Hettangense).
  - Calizas grises y margas bien estratificadas en estratos tabulares, con buzamiento medio. Permeabilidad media y alta. Buen drenaje. No son ripables. Capacidad portante alta. Los taludes de alturas medias son estables. Incluyen con graneros fuertes. (P.a. 115 m. Lias Inferior-Sinemuriense-Plinabazariense).
  - Calizas bien estratificadas de colores pardos, en bancos pesados, con niveles laminares y margos. Buzamientos medios. Permeabilidad media y alta. Capacidad portante alta. Buen drenaje. No son ripables. Capacidad portante alta. Los taludes de alturas medias son estables. Incluyen con graneros fuertes. (P.a. 150 m. Cretácico Superior-Turonense).
  - Calizas arcillosas en bancos pesados y margas. Clara estratificación. Baja permeabilidad y buen drenaje, de manera general. Permeabilidad media y alta. Capacidad portante variable, con problemas de asentamiento en los niveles laminares margosos. Los taludes de alturas medias y fuertes inclinaciones son estables. Son aptos para el cultivo. (P.a. 50 m. Cretácico Superior-Campanense).
  - Calizas arcillosas y nodulosas, de color gris y beige bien estratificadas en bancos gruesos, con algunas intercalaciones margosas. Permeabilidad alta y buen drenaje. No ripable. Capacidad portante alta. Los taludes de alturas medias son estables. (P.a. 150 m. Cretácico Superior-Turonense).
  - Calizas grises con Liasinas, bien estratificadas en bancos de 1 m, y dispuestas con suaves buzamientos. Permeables y con buen drenaje. Alta capacidad portante. No ripables. Los taludes de alturas medias son subverticales. (P.a. 200 m. Cretácico Superior-Santonense-Campanense).
  - Carrizosa y dolomita, estratificadas. Permeabilidad alta y drenaje bueno. Capacidad portante media-alta. No ripable. Los taludes de alturas medias presentan fuertes inclinaciones. (P.a. 180 m. Cretácico Superior-Campanense).
  - Calizas de gasterolitos, dispuestas en bancos bien estratificados y con buzamiento suave. Permeable y con buen drenaje. Capacidad portante elevada. Admite taludes de alturas medias y fuertes inclinaciones. (P.a. 140 m. Paleoceno).
  - Calizas con Planorbis, grises, bien estratificadas. Permeabilidad drenaje bueno. Capacidad portante media-alta. No ripable. Los taludes de alturas medias tienen fuertes inclinaciones. (P.a. 20 m. Paleoceno).
  - Calizas con Planorbis, bien estratificadas sobre la serie de facies Gaurinense. Permeabilidad y drenaje bueno, capacidad portante de media a alta y no ripable. Taludes medios fuertes. (P.a. 20 m. Eoceno).
  - Conglomerados calcáreos. Forman una banda discordante sobre las calizas del Santonense de dirección NO-SE. Son conglomerados gruesos, con grandes bloques calcáreos en la base. La matriz es arenosa y el cemento calcáreo. Permeables y con buen drenaje. No ripables. Elevada capacidad portante. Los taludes de alturas medias son subverticales y se produce alguna caída de bloques. (P.a. 250 m. Oligoceno).
  - Calizas grises, de grano fino, y carrizosa. Disposición horizontal. Permeabilidad alta y buen drenaje. No ripable. Alta capacidad de carga. Admite taludes subverticales. (P.a. 40 m. Postpaleoceno).
- FORMACIONES DETRITICAS**
- Areniscas y calizas arenosas de color ocre, que forman diversos tránsitos, bien estratificadas y con buzamientos medios. Incluye la bari arenosa basal del Dogger. Alta permeabilidad y buen drenaje. No ripables. Capacidad portante de media a alta. Los taludes de alturas medias son estables a 80° (P.a. 100 m. Dogger Superior-Malm).
  - Serie roja de la Facies Purbeck-Weald formada por niveles detriticos, que van desde conglomerados hasta arcillas, incluyendo algunos términos calcáreos. Los niveles de areniscas y calizas están bien estratificados en bancos de espesores medios. Baja permeabilidad. Drenaje bueno. Taludes medios a altos. El material es ripable y no son ripables. La capacidad portante es muy variable según los tránsitos considerados, pudiéndose originar algún pequeño asentamiento. Los taludes de alturas medias tienen estabilidad desigual según la disposición de los estratos. (P.a. 800 m. Malm-Cretácico Inferior-Grupo Tera).
  - Serie roja detritica de la Facies Purbeck-Weald, formada por areniscas y arcillas fundamentalmente, y con niveles de conglomerados cementados en la parte alta de la serie. Clara estratificación uniforme. Permeabilidad de media a baja. Buen drenaje superficial. Alta erosionabilidad de los estratos. Capacidad portante variable, según los tránsitos. Los taludes de alturas medias son estables si la estratificación es favorable, y deben ser atendidos si la estratificación es desfavorable. (P.a. 200 m. Malm-Cretácico Inferior-Grupo Tera).
  - Serie detritica gris clara, formada por conglomerados en la base y, sobre ellos, por diferentes tránsitos de areniscas y conglomerados bien estratificados y dispuestos de manera uniforme. La permeabilidad es alta y el drenaje bueno. Permeabilidad muy baja, con buena erosionabilidad. Incluye las areniscas, más difusas, de las areniscas. Capacidad portante variable. Los taludes de alturas medias son estables a 85°, aunque erosionables. (P.a. 200 m. Cretácico Inferior-Abianense).
  - Conglomerados calcáreos de carnos bien redondeados con matriz arenosa y caolín. Facies Urdón. Tamaño de los carnos regular. Permeabilidad media y drenaje superficial. Permeabilidad media y drenaje superficial. Taludes medios fuertes, con posibles caídas de pequeños bloques. Lateralmente a veces no se diferencia de las areniscas y conglomerados superiores. (P.a. 100 m. Cretácico Inferior-Abianense).
  - Arcillas rojas y conglomerados. Capas de arcillas y conglomerados alternados, siendo una alternancia de bancos de arcilla de 3 a 5 m de espesor y tramos de conglomerados de 1 m de espesor y predominantemente calcáreos. Permeabilidad muy baja, con buen drenaje. Drenaje superficial. Permeabilidad media y drenaje superficial. Taludes medios fuertes, con posibles caídas de pequeños bloques. Lateralmente a veces no se diferencia de las areniscas y conglomerados superiores. (P.a. 150 m. Mioceno).
  - Areniscas y conglomerados alternando con arcillas rojas. Estratos discontinuos horizontales. Permeabilidad baja en general y drenaje en general. Incluye las areniscas, más difusas, de las areniscas. Capacidad portante variable. Los taludes de alturas medias son estables y sufren caídas de bloques medianos. (P.a. 50 m. Mioceno).
  - Arcillas rojas con niveles arenosos. Disposición horizontal. Permeabilidad baja y drenaje malo. Ripable y erosionable. Capacidad de carga baja. Los taludes de alturas medias son frecuentes con 40°. (P.a. 50 m. Mioceno).
  - Conglomerado calcáreo con arcilla roja. Permeabilidad muy baja en general. Drenaje deficiente. Capacidad portante de valor medio. No ripable. Los taludes de alturas medias tienen fuertes inclinaciones. (P.a. 50 m. Mioceno).
- FORMACIONES ARCILLOSAS Y MARGOSAS**
- Margas y margositas de color gris amarillento en alternancia con estratos tabulares. Se disponen en estructuras de dirección NO-SE, con buzamientos medios. Baja permeabilidad, drenaje bueno de manera general. Ripabilidad media y capacidad portante de media a alta. Los taludes de alturas medias son estables con inclinaciones de 80° y dirección de los estratos favorable, y presentan problemas de deslizamientos y tienen dirección subvertical a la estratificación. (P.a. 20 m. Lias Medio-Turonense).
  - Margas amarillas por alteración, con algún nivel de caliza arcillosa. Permeabilidad baja. Mal drenaje superficial. Ripable. Baja capacidad portante. Fácilmente erosionable. Taludes medios. (P.a. 50 m. Cretácico Superior-Turonense).
  - Margas rojas con areniscas. Agudas permeables y mal drenaje. Capacidad portante mediana. Desplazamiento rápido. Los taludes de alturas medias tienen 80°. (P.a. 120 m. Facies Gaurinense, Maastrichtiense-Paleoceno).
  - Margas verdes y rojas con intercalaciones de areniscas. Poco permeable y drenaje irregular. Ripable. Capacidad portante baja. Taludes tendidos. (P.a. 80 m. Paleoceno).
- FORMACIONES CUATERNARIAS NO CONSOLIDADAS**
- Coluvial de derrubios homogéneos y sueltos, originados en zonas de fuertes oscilaciones. Permeabilidad alta. Drenaje bueno. Inestables en pendientes acusadas. Baja capacidad de carga. (P.a. 5 m. Cuaternario).
  - Aluvial heterogéneo suelto. Constituido por arenas, grava y balsa. Permeabilidad alta y drenaje bueno y profundo. Ripable y con problemas locales de asentamiento. Disposición horizontal. (P.a. 10 m. Cuaternario).
  - Aluvial de arena y arcilla en terreno de inundación. Permeabilidad media o baja y drenaje malo. Ripable. Capacidad portante variable. (P.a. 1 a 3 m. Cuaternario).
  - Aluvial de arena y arcilla, en general en fondo de valle. Permeabilidad baja. Drenaje deficiente con problemas de encharcamientos. Ripable. Baja capacidad portante. (P.a. 1 a 2 m. Cuaternario).
  - Depósitos de transitorios. Se disponen en terreno de terraza actual. Permeabilidad alta y buen drenaje. Inestable. Ripable. Baja capacidad portante. (P.a. 5 m. Cuaternario).
  - Revellamiento acilto erosionado sobre formaciones distintas. De origen aluvial.

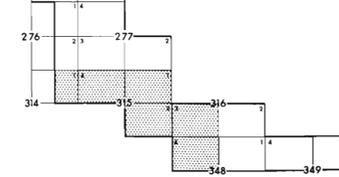
**MAPA LITOLÓGICO-ESTRUCTURAL**  
ESCALA 1:50.000



**SIMBOLOGIA**

- Contacto normal
- Cabalgamiento
- Falla
- Anticlinal
- Sinclinal
- Buzamiento
- Yacimiento en explotación
- Yacimiento abandonado
- Desprendimiento
- Deslizamiento

**ESQUEMA DE CUADRANTES**



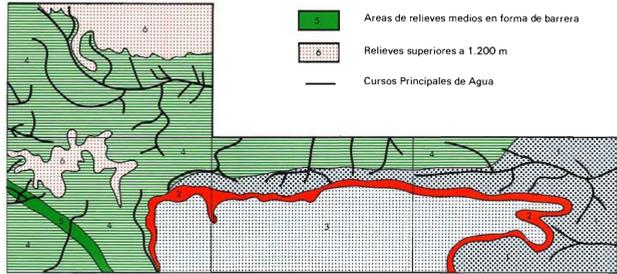
**ESQUEMA GEOTECNICO**  
ESCALA 1:200.000

- Formaciones detríticas erosionables con problemas locales de desprendimientos, caídas de bloques y encharcamientos.
- Formaciones cohesivas con bandas no cohesivas, y que presentan problemas de desprendimientos.
- Formaciones de conglomerados y arcillas, con capacidad de carga media y baja.
- Formaciones rocosas calcáreas sin problemas geotécnicos, con inestabilidad muy localizada por caídas de bloques.



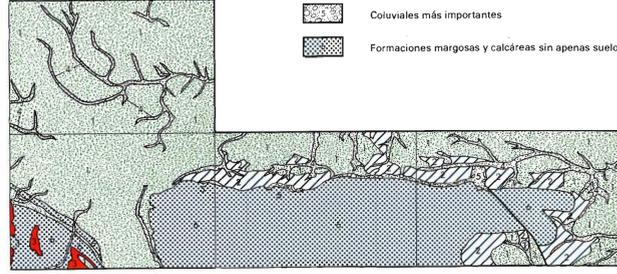
**ESQUEMA MORFOLOGICO**  
ESCALA 1:200.000

- Areas llanas o de suave pendiente en fondos de valle
- Area de fuerte pendiente
- Areas llanas o de suave pendiente en zonas altas
- Areas con pequeñas elevaciones
- Areas de relieves medios en forma de barrera
- Relieves superiores a 1.200 m
- Cursos Principales de Agua



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

- Formaciones detríticas con poco desarrollo de suelo
- Suelos arcillo-arenosos de origen eluvial-coluvial
- Formaciones arcillosas y conglomeráticas con escaso suelo
- Aluviales arenosos
- Coluviales más importantes
- Formaciones margosas y calcáreas sin apenas suelo



**LEYENDA**

**FORMACIONES CALCAREAS Y DOLOMITICAS**

- Dolomitas grises de aspecto masivo y carnudas en la base. Fácies y cristalizadas. Disposición regular en estructuras de dirección NO-SE. Alta permeabilidad, buen drenaje no ripable. Capacidad portante alta. Taludes subverticales estables para alturas medias (P.a.: 100 m. Lias Inferior-Mastigajense).
- Calizas grises y margas bien estratificadas en estratos tabulares, con buzamientos medios. Permeabilidad media y alta. Buen drenaje. No son ripables. Capacidad portante alta. Los taludes de alturas medias son estables, incluso con pendientes fuertes (P.a.: 115 m. Lias Inferior-Santonense-Turonense).
- Calizas bien estratificadas de colores pardos, en bancos pequeños, con niveles margosillos y margosidadres. Buzamientos medios, en estructuras de dirección NO-SE. Permeabilidad baja y drenaje bueno superficialmente. No ripable. Capacidad portante media. Los taludes de alturas medias y con inclinaciones de 40º son estables, estas condiciones varían según que la dirección de los estratos sea favorable o no (P.a.: 70 m. Malm-Cretácico Inferior).
- Calizas grises y margas. Forman la base del Grupo Tera. Son calizas grises con intercalaciones margosas, bien estratificadas, en estructuras de dirección NO-SE. Permeabilidad alta, y drenaje bueno por asoramiento superficial. Ripabilidad media y capacidad portante de media a alta. Los taludes de alturas medias y de fuertes inclinaciones son estables, aunque en algún caso se puede producir deslizamientos (P.a.: 50 m. Dogger-Bajociense).
- Calizas arcillosas en bancos pequeños y margas. Clara estratificación. Baja permeabilidad y buen drenaje, de manera general. Ripabilidad media, y localmente no ripable. Capacidad portante variable, con problemas de asentamiento en niveles inferiores margosos. Los taludes de alturas medias y fuertes inclinaciones son estables con estratificación favorable; en caso de estratificación desfavorable serán más tendidos (P.a.: 50 m. Cretácico Superior-Campanense).
- Calizas arcillosas y margosas, de color gris y beige, bien estratificadas en bancos gruesos, con algunas intercalaciones margosas. Permeabilidad alta y buen drenaje. No ripable. Capacidad portante alta. Taludes estables de fuertes inclinaciones (P.a.: 150 m. Cretácico Superior-Turonense-Coniacense).
- Calizas grises con Lacunas, bien estratificadas en bancos de 1 m, y dipuestas con suaves buzamientos. Permeables y con buen drenaje. Alta capacidad portante. No ripables. Los taludes de alturas medias son subverticales (P.a.: 200 m. Cretácico Superior-Santonense-Campanense).
- Carnudas y dolomitas, estratificadas. Permeabilidad alta y drenaje bueno. Capacidad portante media-alta. No ripable. Los taludes de alturas medias presentan fuertes inclinaciones (P.a.: 180 m. Cretácico Superior-Campanense).
- Calizas de gasterópodos, dispuestas en bancos bien estratificados y con buzamiento suave. Permeable y con buen drenaje. Capacidad portante elevada. Admite taludes de alturas medias y con fuertes inclinaciones (P.a.: 140 m. Paleoceno).
- Calizas con corchos negros, y brechas calcáreas a techo. Bien estratificadas. Permeables y buen drenaje. No ripable. Capacidad portante alta. Los taludes de fuertes inclinaciones son estables (P.a.: 50 m. Paleoceno).

**FORMACIONES DETRITICAS**

- Areniscas y calizas arenosas de color ocre, que forman diversos tramos, bien estratificados y con buzamientos medios. Incluye la base arenosa basal del Dogger. Alta permeabilidad y buen drenaje. No ripables. Capacidad portante de media a alta. Los taludes de alturas medias son estables a 50º (P.a.: 100 m. Dogger Superior-Malm).
- Serie roja de la Facies Purbeck-Weald formada por niveles detríticos, que van desde conglomerados hasta arcillas, incluyendo algunos límites calcáreos. Los niveles de areniscas y calizas están bien estratificados en bancos de espesores medios. Baja permeabilidad. Drenaje bueno, salvo en los tramos arcillosos, y el resto de las materiales son ripables. La capacidad portante es muy variable según los tramos constituyentes, pudiéndose originar algún pequeño asiento. Los taludes de alturas medias tienen estabilidad desigual según el tipo de roca y la disposición de los estratos (P.a.: 600 m. Malm-Cretácico Inferior). Grupo Tera.
- Serie roja detrítica de la Facies Purbeck-Weald, formada por areniscas y arcillas fundamentalmente, y con niveles de conglomerados contenidos en la parte alta de la serie. Clara estratificación uniforme. Permeabilidad de media a baja. Buen drenaje superficial. Alta erosividad de los tramos arcillosos. Ripabilidad variable, y capacidad de carga variable, según las litologías. Los taludes de fuertes inclinaciones son estables si la estratificación es favorable, y deberán ser tendidos si la estratificación es desfavorable (P.a.: 200 m. Malm-Cretácico Inferior). Grupo Oncala.
- Serie detrítica gris clara, formada por conglomerados en la base y, sobre ellos, por diferentes tramos de areniscas y conglomerados. Bien estratificados y dipuestos de manera uniforme. La permeabilidad es alta y el drenaje bueno. La capacidad portante es elevada. No es ripable. Los taludes de alturas medias y con fuertes inclinaciones son estables. Son frecuentes los desprendimientos de pequeños bloques (P.a.: 600 m. Cretácico Inferior). Grupo Urbión.
- Arenas y areniscas blancas con arcillas verosímiles. Facies Urbión. La permeabilidad es media, y el drenaje superficial es relativo. Fácil abarcamiento y encharcamientos en las partes bajas. Baja capacidad portante, en general. Los taludes de alturas medias son estables a 55º, aunque erosionables (P.a.: 200 m. Cretácico Inferior-Albainense).
- Conglomerado homométrico, con tramos de gravas, areniscas y arcillas. Permeables y drenaje aceptable. No ripable, salvo algún tramo. Capacidad portante irregular. Taludes muy variables (P.a.: 80 m. Eoceno).
- Conglomerado calcizo con arcillas rojas. Permeabilidad muy baja en general. Drenaje deficiente. Capacidad portante de valor medio. No ripable. Los taludes de alturas medias tienen fuertes inclinaciones (P.a.: 40 m. Mioceno).

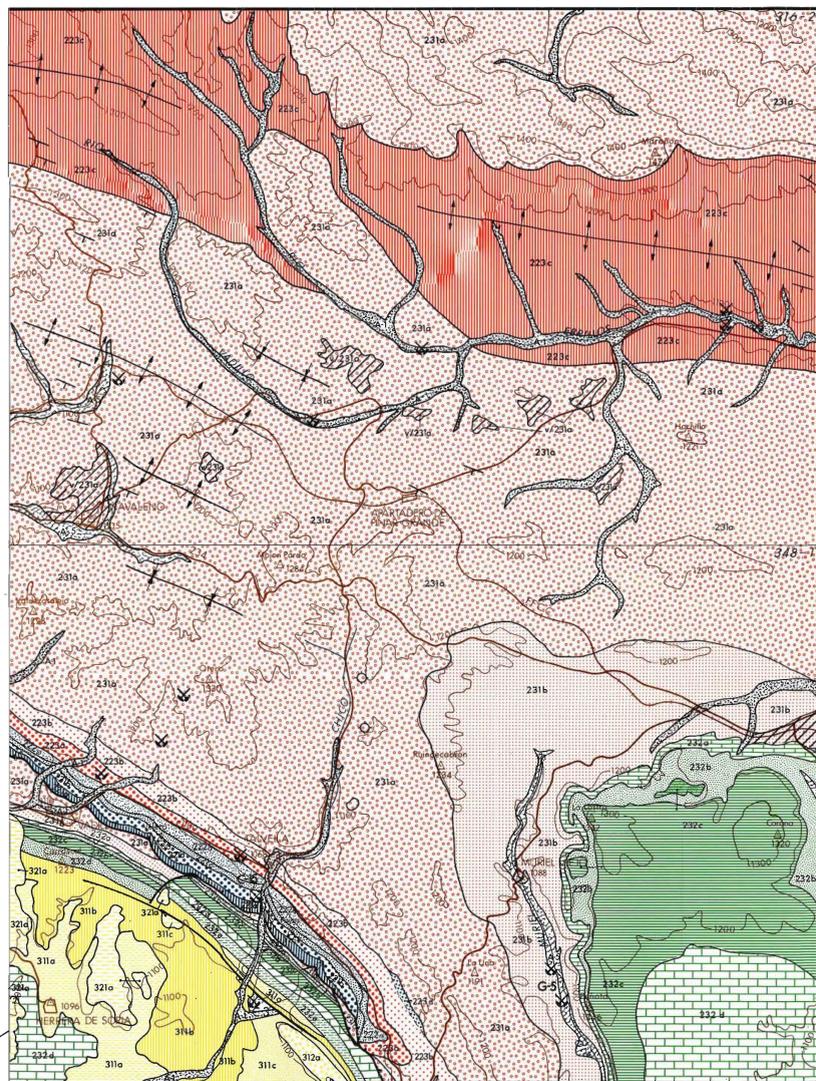
**FORMACIONES ARCILLOSAS Y MARGOSAS**

- Margas y margosidades de color gris amarillento en alternancias muy bien estratificadas en estratos tabulares. Se disponen en estructuras NO-SE, con buzamientos medios. Baja permeabilidad, drenaje bueno de manera general. Ripabilidad media y capacidad portante de media a alta. Los taludes de alturas medias son estables con inclinaciones de 50º y dirección de los estratos favorable, y presentan problemas de deslizamientos si tienen dirección subparalela a la estratificación (P.a.: 55 m. Lias Medio-Turonense).
- Margas amarillas por alteración, con algún nivel de caliza arcillosa. Permeabilidad nula. Mal drenaje superficial. Ripable. Baja capacidad portante. Fácies Turonense. Taludes tendidos (P.a.: 50 m. Cretácico Superior-Turonense).
- Margas rojas con areniscas. Apenas permeables y mal drenaje. Capacidad portante mediana. Desigualmente ripable. Los taludes de alturas medias tienen 50º (P.a.: 120 m. Facies Garamunna. Massinchoense-Paleoceno).
- Margas verdes y rojas con intercalaciones de areniscas. Poco permeable y drenaje irregular. Ripable. Capacidad portante baja. Taludes tendidos (P.a.: 80 m. Paleoceno).

**FORMACIONES CUATERNARIAS NO CONSOLIDADAS**

- Coluvial de grandes bloques y derribos cementados. Permeable y buen drenaje. Irregularmente ripables. Baja capacidad portante. Inestables en pendientes escarpadas (P.a.: 10 m. Cuaternario).
- Coluvial de derribos heterogéneos y sueltos, originados en zonas de fuertes pendientes. Permeabilidad alta. Drenaje bueno. Erosionable. Inestables en pendientes escarpadas. Baja capacidad de carga (P.a.: 10 m. Cuaternario).
- Coluvial de derribos finos y sueltos en zonas de poca pendiente. Permeabilidad baja. Drenaje superficial medio. Ripables y erosionables. Taludes tendidos (15-20º) (P.a.: 10 m. Cuaternario).
- Aluvial heterogéneo y suelto. Constituido por arenas, gravas y bolos. Permeabilidad alta y drenaje bueno en profundidad. Ripables y con problemas locales de asentamiento. Disposición horizontal (P.a.: 5 m. Cuaternario).
- Aluvial de arenas y arcillas, en general en fondos de valles. Permeabilidad baja. Drenaje deficiente con problemas de encharcamientos. Ripable. Baja capacidad portante (P.a.: 1 a 2 m. Cuaternario).
- Aluvial heterogéneo de gravas y bolos predominantes, con matriz arenosa. Alta permeabilidad y buen drenaje. Disposición horizontal con problemas locales de asiento y encharcamientos.
- Reasentamiento arcillo-arenoso sobre formaciones distintas. De origen eluvial.

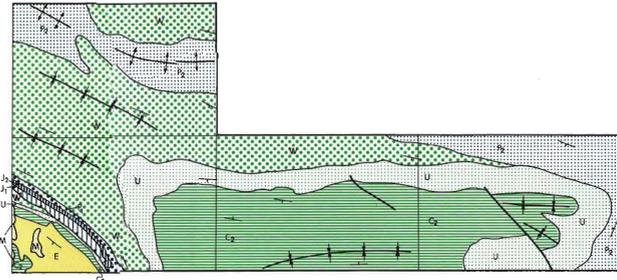
**MAPA LITOLOGICO-ESTRUCTURAL**  
ESCALA 1:50.000



**ESQUEMA GEOLOGICO**  
ESCALA 1:200.000

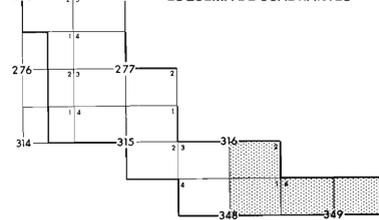
**SIMBOLOGIA**

- Contacto normal
- Cabalgamiento
- Falla
- Anticlinal
- Sinclinal
- Buzamiento
- Yacimiento en explotación
- Yacimiento abandonado
- Desprendimiento
- Deslizamiento



- Mioceno
- Paleoceno
- Cretácico Superior Cenomanense-Maastrichtense
- Cretácico Inferior, facies Urbión
- Cretácico Inferior, facies weald. Grupo Urbión
- Jurásico, facies purbeck-weald. Grupo Oncala
- Jurásico, facies purbeck-weald. Grupo Tera
- Jurásico Superior-Malm
- Jurásico Inferior (Lias-Dogger)
- Dirección de sinclinal
- Dirección anticlinal
- Dirección y buzamiento de los materiales

**ESQUEMA DE CUADRANTES**



**ESQUEMA MORFOLOGICO**  
ESCALA 1:200.000

- Areas llanas o de suave pendiente en fondos de valle
- Area de fuerte pendiente
- Areas llanas o de suave pendiente en zonas altas
- Areas con pequeñas elevaciones
- Areas de relieves medios en forma de barrera
- Relieves superiores a 1.200 m
- Cursos Principales de Agua

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

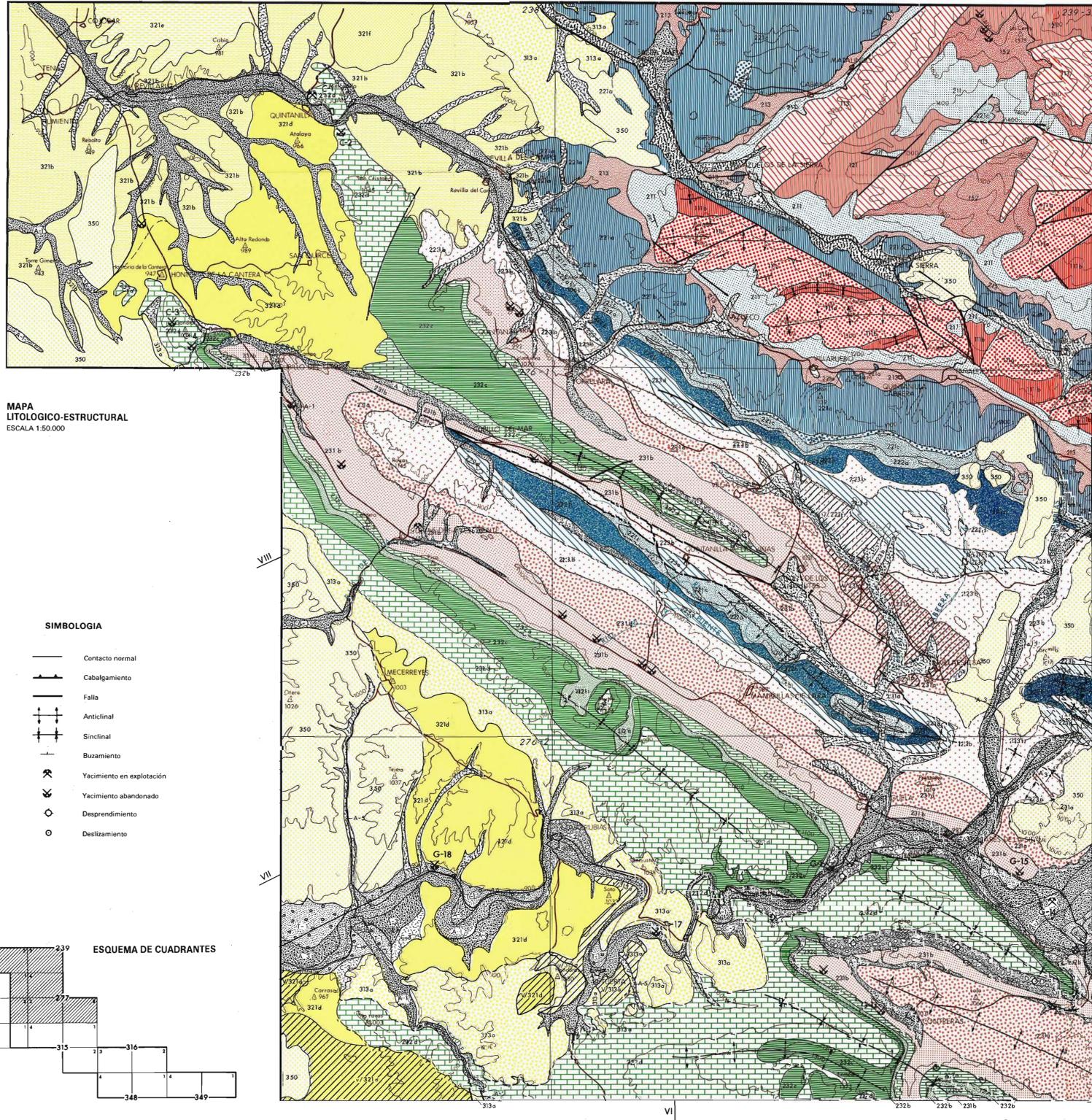
- Aluviales
- Coluviales
- Suelos arcillo-arenosos de origen eluvial-aluvial
- Formaciones detriticas con poco desarrollo de suelo
- Formaciones detriticas con suelo discontinuo
- Formaciones margosas y calcáreas sin desarrollo de suelo
- Formaciones arcillosas-arenosas con desarrollo de suelo discontinuo
- Suelos arcillosos y yesíferos
- Suelos arcillosos-arenosos sobre formaciones paleozoicas, especialmente pizarra

**ESQUEMA GEOLOGICO**  
ESCALA 1:200.000

- Cuaternario
- Plioceno
- Mioceno
- Palaeógeno
- Cretácico Superior
- Cretácico Inferior, facies Utrillas
- Cretácico Superior, facies Utrillas, Gno Urbión
- Jurásico Superior, facies purtk-wald, Grupo Oncala
- Jurásico Superior, facies purtk-wald, Grupo Tera
- Jurásico Inferior (Lias-Dogger)
- Triásico
- Carbonífero
- Ordovícico
- Cámbrico

**ESQUEMA GEOTECNICO**  
ESCALA 1:200.000

- Formaciones detriticas erosionables con problemas locales de desprendimientos, caídas de bloques y encharcamientos.
- Formaciones de pizarras y areniscas, inestables según la inclinación de los estratos.
- Formaciones rocas calcáreas sin problemas geotécnicos, con inestabilidad muy localizada por caídas de bloques.
- Formaciones inestables según la topografía.
- Formaciones de conglomerados y arcillas, con capacidad de carga media y baja.
- Formaciones arcillosas con problemas de agresividad y plasticidad.
- Formaciones no cohesivas con problemas de asentamientos diferenciales.
- Formaciones no cohesivas con capacidad portante media o alta.
- Formaciones cohesivas con bandas no cohesivas, y que presentan problemas de desprendimientos.

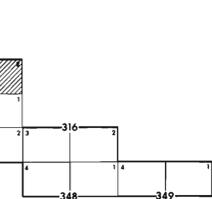


**MAPA LITOLÓGICO-ESTRUCTURAL**  
ESCALA 1:50.000

**SIMBOLOGIA**

- Contacto normal
- Cabalgamiento
- Falla
- Anticlinal
- Sinclinal
- Buzamiento
- Yacimiento en explotación
- Yacimiento abandonado
- Deslizamiento
- Destilamiento

**ESQUEMA DE CUADRANTES**



**LEYENDA**

**FORMACIONES CALCAREAS Y DOLMITICAS**

- Dolomitas grises de aspecto masivo y carnudo en la base. Fácies y recristalizadas. Disposición regular en estratos de dirección NO-SE. Bien permeabilizadas. Buen drenaje y porosas. Capacidad portante alta. Taludes superficiales estables para alturas medias (P.a. 100 m. Lias Inferior-Hastagates).
- Calizas grises y margas bien estratificadas en estratos tabulares, con buzamiento medio. Permeabilidad media a alta. Buen drenaje. No son tablas. Capacidad portante alta. Los taludes de alturas medias son estables, incluso con paramentos fuertes (P.a. 115 m. Lias Inferior-Sinruenas-Planbascos).
- Calizas bien estratificadas de colores pardos, en bancos pequeños, con niveles laminares y microporosidad. Buzamientos medios, en estratos de dirección NO-SE. Permeabilidad alta, y drenaje bueno por escorrentía superficial. Rigibilidad nula y capacidad portante de media a alta. Los taludes de alturas medias y fuertes inclinaciones son estables, aunque en algún caso se puede producir deslizamiento (P.a. 80 m. Dogger-Rajaciones).
- Calizas y margas arenosas de color gris, bien estratificadas en bancos de 0,2 a 0,7 m, y con buzamientos bajos y medios (15 a 20°). Permeabilidad buena. Drenaje aceptable. No rigible. Capacidad de carga de media a elevada. Los taludes de fuertes inclinaciones o subverticales, para alturas medias, son estables si se verifican condiciones favorables, y presentan problemas si es desfavorable (P.a. 80 m. Dogger Superior).
- Calizas grises y margas. Forman la base del Grupo Tera. Son calizas grises con intercalaciones margosas, bien estratificadas en bancos de 0,2 a 0,6 m. Permeabilidad baja y drenaje bueno superficialmente. No rigible. Capacidad portante media. Los taludes de alturas medias y con inclinaciones de 60° son estables en condiciones favorables, según que la dirección de los estratos sea favorable o no (P.a. 70 m. Malm-Cretácico Inferior).
- Calizas arcillosas en bancos pequeños y margas. Clara estratificación. Baja permeabilidad y buen drenaje de manera general. Rigibilidad media y localmente variable. Capacidad portante variable, con problemas de asiento en los niveles inferiores margosos. Los taludes de alturas medias y fuertes inclinaciones son estables con estratificación favorable, en caso de estratificación desfavorable serán más sensibles (P.a. 50 m. Cretácico Superior-Campanense).
- Calizas arcillosas y nodulosas, de color gris beige, bien estratificadas en bancos gruesos, con algunas intercalaciones margosas. Permeabilidad alta y buen drenaje. No rigible. Capacidad portante alta. Taludes estables de fuertes inclinaciones (P.a. 150 m. Cretácico Superior-Turqueses-Canicenses).
- Calizas grises con lacustrinas, bien estratificadas en bancos de 1 m, y disueltas con fuertes lacustrinas. Permeabilidad alta y buen drenaje. Alta capacidad portante. No rigible. Los taludes de alturas medias son subverticales (P.a. 200 m. Cretácico Superior-Campanense-Comperense).
- Conglomerados calcáreos. Forman una banda discordante sobre las calizas del Sinruenas de dirección NO-SE. Son conglomerados grises claros, con granules gruesos calcáreos a medias. La matriz es arenosa o con mucho calcáreo. Permeabilidad con buen drenaje. No rigible. Evidente capacidad portante. Los taludes de alturas medias son subverticales y se produce alguna caída de bloques (P.a. 250 m. Oligoceno).
- Calizas arenosas grises claras, disueltas subhorizontalmente y con niveles margosos. Permeabilidad drenaje bueno, no rigible. Capacidad de carga alta. Asentamiento superficial, calas para alturas medias (P.a. 30 m. Mioceno).

**FORMACIONES DETRITICAS**

- Areniscas rojas. Formación de areniscas rojas bien estratificadas en bancos de 0,30 a 0,70 m, con un nivel de areniscas tabulares y niveles de bloques de areniscas. Buena permeabilidad y drenaje bueno. No rigible y capacidad portante de elevada a media. Los taludes de fuertes inclinaciones para alturas medias son estables de 60°, aunque con problemas locales de caídas de bloques (P.a. 100 m. Burundinos).
- Serie roja de la Facies Purtk-Wald formada por riolitas detriticas, que van desde conglomerados hasta arcillas, incluyendo algunos detritos calcáreos. Los niveles de areniscas y calizas están bien estratificados en bancos de espesores medios. Baja permeabilidad. Drenaje bueno, salvo en los niveles inferiores, en los que se producen problemas de asentamiento. La capacidad portante es muy variable según los niveles, oscilando, desde el nivel superior hasta el nivel inferior, desde una capacidad portante de media a alta hasta una capacidad portante de media a baja. La capacidad portante es muy variable según la disposición de los estratos (P.a. 600 m. Malm-Cretácico Inferior). Grupo Tera.
- Serie detritica gris clara, formada por conglomerados en la base y, sobre ellos, por areniscas, arenas y conglomerados. Bien estratificadas y dispuestas de manera alternada. Drenaje bueno, salvo en los niveles inferiores, en los que se producen problemas de asentamiento. La capacidad portante es muy variable según los niveles, oscilando, desde el nivel superior hasta el nivel inferior, desde una capacidad portante de media a alta hasta una capacidad portante de media a baja. La capacidad portante es muy variable según la disposición de los estratos (P.a. 600 m. Malm-Cretácico Inferior). Grupo Tera.
- Arenas y areniscas blancas con arcillas vesiculosas. Fácies Utrillas. La permeabilidad es media y el drenaje superficial es relativo. Fácil asentamiento y encharcamientos locales. Permeabilidad variable. Baja capacidad portante general. Los taludes de alturas medias son estables a 80°, aunque erosionados (P.a. 200 m. Cretácico Inferior-Albenses).
- Arcillas y conglomerados. Disueltas sobre los conglomerados oligocenos, aparece una alternancia de arenas de arcilla de 2 a 3 m de espesor y arenas de conglomerados de 1 m de espesor y conglomerados calcáreos. Permeabilidad muy baja, con niveles margosos. Drenaje por escorrentía de superficie a medio. Rigible. Capacidad de carga generalmente baja. Los taludes de fuertes inclinaciones y de alturas medias son estables, aunque pueden producirse (P.a. 100 m. Mioceno).
- Conglomerados y arcillas de tonos oscuros y amarillentos. Son conglomerados oligocenos poco coherentes. Permeabilidad en general, y drenaje aceptable. Rigible. Capacidad portante media y alta. Los taludes de fuertes inclinaciones son estables con ángulos de 20° a 40° (P.a. 60 m. Pliocuenense).

**FORMACIONES SILICEAS, DETRITICAS Y PIZARRAS**

- Areniscas rojas y verdes. Estratificadas en bancos muy gruesos, casi masivos. Buzamientos medios a altos inclinaciones. Permeabilidad muy baja y drenaje bueno por escorrentía superficial. No rigible y capacidad portante elevada, aunque con posible caída de bloques en dirección desfavorable. Los taludes de fuertes inclinaciones para alturas medias son estables (P.a. 150 m. Cámbrico Inferior).
- Pizarras grises y azules con algunos tramos de areniscas. Estructuras muy regulares. Permeabilidad baja y drenaje malo. Capacidad portante media y con problemas de asentamiento, por falta de estratificación desfavorable. No rigible, salvo en el nivel superior, donde es bastante. Capacidad portante media y con problemas de asentamiento, por falta de estratificación desfavorable. Los taludes con fuertes inclinaciones, desde tendidas a subverticales para alturas medias (P.a. 200 m. Cámbrico Inferior).
- Areniscas y pizarras alternadas. Es una sucesión de areniscas blancas grises dispuestas en bancos masivos muy finos, areniscas y pizarras alternadas, y pizarras calcáreas grises azules y con areniscas calcáreas. Permeabilidad muy baja, con niveles margosos. Drenaje malo. Capacidad portante media y con problemas de asentamiento, por falta de estratificación desfavorable. No rigible, salvo en el nivel superior, donde es bastante. Capacidad portante media y con problemas de asentamiento, por falta de estratificación desfavorable. Los taludes con fuertes inclinaciones, desde tendidas a subverticales para alturas medias (P.a. 200 m. Cámbrico Inferior).
- Areniscas y pizarras azules. Formación controlada por la tectónica de una sucesión formada por areniscas de base, pizarras grises en el centro y pizarras calcáreas azules en la parte superior. No rigible, salvo en el nivel superior, donde es bastante. Capacidad portante de elevada a media. Los taludes de fuertes inclinaciones, desde tendidas a subverticales para alturas medias (P.a. 200 m. Cámbrico Inferior).
- Areniscas y pizarras azules. Formación controlada por la tectónica de una sucesión formada por areniscas de base, pizarras grises en el centro y pizarras calcáreas azules en la parte superior. No rigible, salvo en el nivel superior, donde es bastante. Capacidad portante de elevada a media. Los taludes de fuertes inclinaciones, desde tendidas a subverticales para alturas medias (P.a. 200 m. Cámbrico Inferior).

**FORMACIONES ARCILLOSAS Y MARGOSAS**

- Margas y margositas de color gris amarillento en alternancias muy bien estratificadas en estratos tabulares. Se disponen en estratos NO-SE, con buzamientos medios. Baja permeabilidad, drenaje bueno de manera general, rigibilidad media y capacidad portante de media a alta. Los taludes de alturas medias son estables con inclinaciones de 60° dirección de los estratos favorable, y presentan problemas de deslizamiento si tienen dirección indiferente a la estratificación (P.a. 12 m. Lias Medio-Turqueses).
- Margas amarillentas por alteración, con algún nivel de calizas arcillosas. Permeabilidad nula. Mal drenaje superficial. Rigible. Baja capacidad portante. Fácilmente erosionable. Taludes tendidos (P.a. 50 m. Cretácico Superior-Turqueses).
- Margas arenosas grises claras. Tienen disolución horizontal sobre el grupo 321b. Permeabilidad baja y drenaje deficiente. Rigible. Capacidad portante media. Asentamiento de fuertes inclinaciones para alturas medias (P.a. 150 m. Mioceno).
- Arcillas rojas y corcas con niveles arenosos. Permeabilidad nula a muy baja. Drenaje malo. Fácilmente erosionable. Rigible. Capacidad de carga baja. Problemas de encharcamientos durante lluvias intensas. Los taludes de alturas medias son estables con inclinaciones de 60° requieren conservación (P.a. 80 m. Mioceno Superior).

**FORMACIONES ARCILLOSAS Y YESIFERAS**

- Arcillas rojas. Son arcillas y margas fundamentalmente rojas, a veces con lentijas de yeso. Impermeables. Mal drenaje superficial, con problemas de encharcamientos. Rigible y baja capacidad portante. Taludes bajos estables a 20° (P.a. 80 m. Keuper).

**FORMACIONES CUATERNARIAS NO CONSOLIDADAS**

- Coluvial de derrubios heterogéneos y suelos, originados en zonas de fuertes pendientes. Permeabilidad alta. Drenaje bueno. Erosionable. Inestables en pendientes escarpadas. Baja capacidad portante (P.a. 10 m. Cuaternario).
- Coluvial de derrubios finos y suelos en zonas de poca pendiente. Permeabilidad baja. Drenaje superficial medio. Rigible y erosionable. Taludes tendidos (15-20°) (P.a. 10 m. Cuaternario).
- Aluvial heterogéneo y suelos. Constituido por arenas, grava y bloques. Permeabilidad alta y drenaje bueno en profundidad. Rigible y con problemas locales de asiento. Disposición horizontal (P.a. 5 m. Cuaternario).
- Aluvial de arenas y arcillas en forma de rambla de inundación. Permeabilidad media y drenaje malo. Rigible. Capacidad portante variable (P.a. 1 a 2 m. Cuaternario).
- Aluvial de arenas y arcillas, en general en fondos de valles. Permeabilidad baja. Drenaje deficiente con problemas de encharcamientos. Rigible. Baja capacidad portante (P.a. 1 a 2 m. Cuaternario).
- Recubrimiento arcillo-arenoso sobre formaciones pizarra. De origen eluvial.

