

Estudio Previo de Terrenos

Itinerario Burgos - Valladolid
Tramo: Buniel - Palencia



**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.

serie monografías

Estudio Previo de Terrenos

Itinerario Burgos - Valladolid
Tramo: Buniel - Palencia



Ministerio de Obras Públicas, Transportes
y Medio Ambiente

Secretaría General para las Infraestructuras del Transporte Terrestre
Dirección General de Carreteras

1994

INDICE

	Pag.
1. INTRODUCCION	5
2. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO	7
2.1. CLIMATOLOGIA.....	7
2.2. TOPOGRAFIA.....	16
2.3. GEOMORFOLOGIA.....	17
2.4. ESTRATIGRAFIA.....	18
2.5. TECTONICA.....	20
2.6. SISMICIDAD.....	21
3. ESTUDIO DE ZONAS	23
3.0. DIVISION DEL TRAMO EN ZONAS DE ESTUDIO.....	23
3.1. ZONA 1: SECTOR CENTRO-NORTE.....	23
3.1.1. Geomorfología.....	23
3.1.2. Tectónica.....	29
3.1.3. Columna estratigráfica.....	31
3.1.4. Grupos litológicos.....	31
3.1.5. Grupos geotécnicos.....	40
3.1.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona.....	41
3.2. ZONA 2: ZONA SECTOR SUR.....	42
3.2.1. Geomorfología.....	42
3.2.2. Tectónica.....	45
3.2.3. Columna estratigráfica.....	47
3.2.4. Grupos litológicos.....	48
3.2.5. Grupos geotécnicos.....	71
3.2.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona.....	74

4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO	75
4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRAFICOS.....	75
4.2. RESUMEN DE PROBLEMAS LITOLÓGICOS.....	75
4.3. RESUMEN DE PROBLEMAS HIDROLÓGICOS.....	75
4.4. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOMORFOLÓGICOS.....	75
4.5. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTÉCNICOS.....	76
4.6. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS.....	77
5. INFORMACION SOBRE YACIMIENTOS	81
5.1. ALCANCE DEL ESTUDIO.....	81
5.2. YACIMIENTOS ROCOSOS.....	81
5.3. YACIMIENTOS GRANULARES.....	83
5.4. MATERIALES PARA TERRAPLENES Y PEDRAPLENES.....	85
5.5. YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON MAS DETALLE.....	86
6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	87
7. ANEJOS	89
7.1. ANEJO 1: SIMBOLOGIA UTILIZADA EN LAS COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS.....	91
7.2. ANEJO 2: CRITERIOS UTILIZADOS EN LAS DESCRIPCIONES GEOTÉCNICAS.....	93

1. INTRODUCCION

El objeto del Estudio Previo de Terrenos es establecer en lo posible las características litológicas, estructurales y geotécnicas más sobresalientes, de los diferentes terrenos de un área determinada, con vistas a su uso en posteriores estudios relacionados con obras en las carreteras. El presente Estudio Previo, del Itinerario Burgos - Valladolid, corresponde al Tramo: Buniel - Palencia.

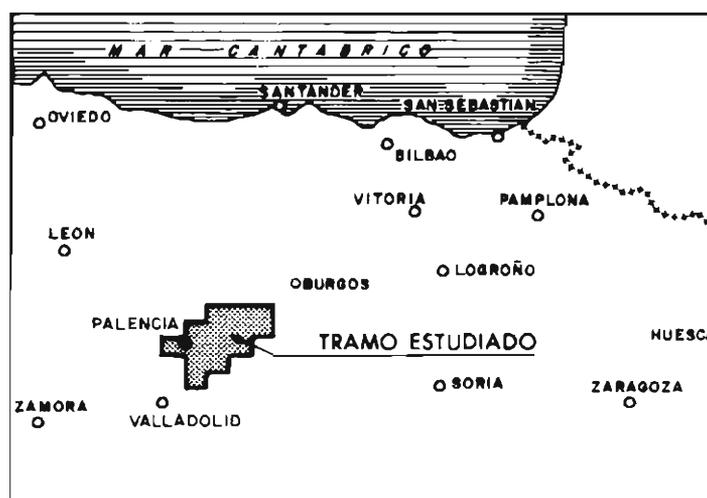


Figura 1.1.- Esquema de situación del Tramo.

El Tramo Buniel - Palencia está ubicado entre las provincias de Palencia y Burgos (véase su situación en la Figura 1), y comprende las siguientes hojas y cuadrantes del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000:

Nº	Hoja	Cuadrantes
236	Astudillo	2
237	Castrojeriz	2 y 3
273	Palencia	2
274	Torquemada	1, 2 3 y 4
275	Santa María del Campo	1, 3 y 4
312	Baltanas	1, 3 y 4

El Estudio Previo de Terrenos consta de dos documentos: Memoria y Planos.

La Memoria está dividida en siete capítulos, cuyo contenido se describe brevemente a continuación.

El primer capítulo constituye la presente introducción al Estudio. En el segundo se realiza una descripción general del Tramo, atendiendo a sus características topográficas, geomorfológicas, estratigráficas, tectónicas y sísmicas.

El tercero de los capítulos se inicia con una división del Tramo en Zonas, según criterios geomorfológicos. Después, para cada una de las Zonas, se establecen sus caracteres geomorfológicos y tectónicos, y su columna estratigráfica, y se describen los grupos o formaciones litológicas existentes. Se termina con un resumen de los problemas geotécnicos detectados más importantes.

Un resumen de los problemas generales topográficos, geomorfológicos y geotécnicos, junto con los corredores de trazado sugeridos, se presenta en el cuarto capítulo.

En el quinto capítulo se hace un estudio resumido de los yacimientos rocosos y granulares más importantes ubicados en el Tramo. Los dos últimos capítulos se dedican a la bibliografía consultada y a los anexos, respectivamente.

En cuanto a los Planos, se incluyen un mapa litológico-estructural a escala 1:50.000, representando la totalidad de la extensión del Tramo, y cuatro esquemas: geológico, geomorfológico, de suelos y formaciones de pequeño espesor, y geotécnico, a escala 1:200.000.

El personal que ha realizado y supervisado el presente Estudio ha sido por parte de la Dirección General de Carreteras, Área de Tecnología de Carreteras, Servicio de Geotecnia:

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

D. Jesús Martín Contreras
Ldo. en Ciencias Geológicas.

y por parte de GEMAT,S.L. :

D. Ricardo Fco. León Buendía.
Ldo. en Ciencias Geológicas.

D. Carlos León Buendía
Ingeniero de Minas.

2. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO

2.1. CLIMATOLOGIA

Los rasgos geográficos del Tramo estudiado son bastante homogéneos y dan lugar a que de un modo general las características climáticas también lo sean. Todo el área se encuentra situada en la parte norte de la cuenca del Duero, en los valles de los ríos Pisuerga, Arlanza, Arlanzón y Carrión. La orientación de estos ríos es hacia el Sur y Suroeste, por lo que los vientos que siguen estas direcciones no encuentran obstáculos en el relieve hasta muchos kilómetros al Sur, en el Sistema Central. Los procedentes del Oeste apenas sobrepasan, desde las costas atlánticas portuguesas, relieves superiores a los 1.000 metros, por lo que llegan con notable humedad, y son los que más precipitaciones aportan, al ser ésta la dirección de donde proceden los frentes nubosos más activos. Por la parte norte, los relieves fuertes de los Montes Cantábricos crean una activa barrera natural a los vientos procedentes de esa dirección.

Las estaciones climatológicas de las que se han obtenido los datos son las siguientes: Baltanás, Pampliega, Torquemada, Venta de Baños y Palencia. La estación más antigua es la de Palencia y abarca el periodo comprendido desde 1930 a 1993. Las estaciones de Baltanás y Venta de Baños, son más modernas y los datos recogidos en ellas son del período de 1960 a 1993. Los datos de la estación de Torquemada están dentro del período comprendido entre 1968 y 1993, y aunque sólo sea de 25 años, se puede dar como representativo. Por último, la estación de Pampliega únicamente recoge datos de los últimos 3 años (desde 1991 a 1993), y de forma no continuada, por esta razón los resultados obtenidos de esta estación, deben ser analizados con muchas reticencias. Únicamente existen datos de precipitación y temperatura de las estaciones de Palencia y Venta de Baños. El resto de las estaciones contienen solamente datos de precipitación.

Las precipitaciones se distribuyen a lo largo del año de un modo bastante regular, siendo excepción los meses de Julio y Agosto, y a veces Septiembre, en que no se llega a 30 litros/m². Los valores mensuales más fuertes se alcanzan a finales de otoño y comienzos del invierno y en la segunda mitad de la primavera, con registros medios de unos 50 litros/m² en las estaciones del Tramo. También se aprecia que hacia las zonas interiores y algo más deprimidas de la cuenca del Duero, las precipitaciones son inferiores.

Entre los meses de Noviembre y Abril no son raras las nevadas. En este sentido se han registrado 7 días de nevada de promedio al año en Pampliega, 6 en Torquemada, 4 en Venta de Baños y Palencia, y 2 en Baltanás. Esto es debido a que las estaciones septentrionales están más expuestas a los vientos del norte, que son los que producen nevadas con mayor frecuencia. Como es sabido, el clima sigue en su evolución unos

períodos cíclicos, determinados principalmente por la actividad solar y la declinación lunar. A su vez los ciclos de actividad solar son varios, con duraciones que van desde 11 a miles de años; por eso es muy difícil definir el clima de un lugar, dado que evoluciona constantemente. En los últimos años los inviernos se han suavizado en casi toda España, y las nevadas y precipitaciones en general no son tan frecuentes como lo fueron en el período de 1930 a 1960.

Las temperaturas tienen un mínimo invernal en Enero, con promedios mensuales de 2°C a 4°C, y un máximo en Julio, cuando se alcanza 18°C a 20°C de temperatura media. La notable altura media del Tramo y su grado de continentalidad climático son las causas de que sea ésta una de las zonas más frías de España, junto a otras de igual altitud, produciéndose heladas muy frecuentes desde Octubre hasta Mayo con un máximo de 16 días en Palencia en el mes de Enero, en el citado período de 1930 a 1993.

El promedio de las temperaturas mínimas de Enero y Febrero ronda los 0°C y el de las máximas los 5°C a 9°C. Durante acusadas invasiones de aire frío se han alcanzado -13.4°C en Palencia, y son bastante frecuentes los años en que se alcanza amenudo -10°C. En verano las temperaturas pueden considerarse bastante suaves. Las máximas tienen promedios de 25°C y 29°C en Julio y Agosto, y las mínimas de 12°C a 14°C. Durante fuertes olas de calor se han alcanzado temperaturas próximas a 40°C en áreas más interiores de la cuenca.

El clima es de tipo atlántico continental, con veranos secos y templados e inviernos fríos y bastante húmedos.

Véanse las Figuras 2, 3, 7, 9 y 11, donde se muestran los cuadros climáticos de los diferentes observatorios estudiados en el Tramo. En las Figuras 4, 5, 6, 8 y 10 se representan la media mensual de la temperatura y la precipitación mensual media, correspondientes a cada observatorio.

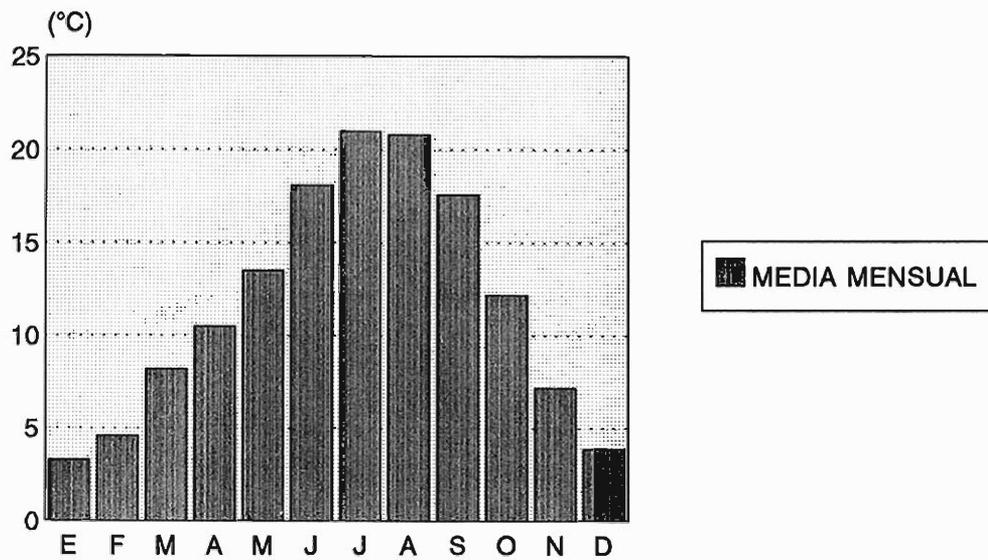
PERIODO 1930-1993	OBSERVATORIO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Temperatura máxima absoluta (°C)	PALENCIA	17,8	23,6	24,6	30,6	34,0	38,4	39,8	39,6	34,8	29,0	23,0	17,2
Temperatura mínima absoluta (°C)	PALENCIA	-13,8	-13,4	-9,0	-3,8	-2,7	-2,2	3,8	4,2	1,0	-6,6	-8,8	-12,0
Oscilación térmica absoluta (°C)	PALENCIA	31,1	37,0	33,6	34,4	36,7	36,2	36,0	35,4	33,8	22,4	31,8	29,2
Temperatura máxima media (°C)	PALENCIA	7,3	9,2	13,5	16,4	19,6	25,0	28,8	28,2	24,2	17,7	11,6	7,1
Temperatura mínima media (°C)	PALENCIA	0,0	0,0	2,9	4,5	7,5	11,2	13,3	13,4	11,0	6,7	2,8	0,6
Temperatura media mensual (°C)	PALENCIA	3,3	4,6	8,2	10,5	13,5	18,1	21,0	20,8	17,6	12,2	7,2	3,9
Horas de sol medias	PALENCIA	96	166	167	229	274	303	374	327	233	184	134	90
Días de helada	PALENCIA	16	13	8	3	1	0	0	0	0	1	7	11
Precipitación máxima en 24 h (mm)	PALENCIA	6,5	4,5	6,2	10,1	12,9	15,3	2,1	4,5	5,6	10,2	8,3	7,6
Días de precipitación	PALENCIA	8	6	11	9	11	7	4	4	6	9	9	9
Precipitación media mensual (mm)	PALENCIA	33,5	26,5	36,8	39,9	47,8	47,9	14,7	16,8	32,3	40,5	37,8	39,7
Precipitación media anual (mm)	PALENCIA	414,2											

Figura 2.- Cuadro climático del observatorio de Palencia. Período comprendido entre 1930 y 1993.

PERIODO 1960-1993	OBSERVATORIO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Temperatura máxima absoluta (°C)	VENTA DE BAÑOS	18,8	22,1	26,5	30,2	32,6	33,8	30,5	27,7	23,0	19,5	17,2	17,3
Temperatura mínima absoluta (°C)	VENTA DE BAÑOS	-3,9	-2,1	3,1	3,0	4,1	5,0	4,2	1,5	-1,3	-2,4	-4,4	-4,8
Oscilación térmica absoluta (°C)	VENTA DE BAÑOS	22,7	24,2	26,2	27,1	28,4	28,7	26,3	26,1	23,1	22,0	21,6	22,1
Temperatura máxima media (°C)	VENTA DE BAÑOS	12,0	15,2	19,2	23,0	25,7	26,2	24,0	20,4	16,6	13,4	11,4	10,9
Temperatura mínima media (°C)	VENTA DE BAÑOS	1,8	3,5	5,7	8,0	10,0	10,3	9,3	7,1	5,2	2,7	1,3	1,0
Temperatura media mensual (°C)	VENTA DE BAÑOS	6,9	9,3	12,5	15,5	17,8	18,3	16,7	13,7	10,9	8,0	6,3	5,9
Horas de sol medias	VENTA DE BAÑOS	103	168	170	225	280	302	377	330	227	170	137	97
Días de helada	VENTA DE BAÑOS	10	7	5	2	0	0	0	5	7	11	12	14
Precipitación máxima en 24 h (mm)	VENTA DE BAÑOS	11,5	9,5	13,0	12,6	14,9	12,0	11,4	12,4	16,7	13,1	15,1	11,7
Días de precipitación	VENTA DE BAÑOS	8	7	8	9	8	5	3	4	7	8	9	6
Precipitación media mensual (mm)	VENTA DE BAÑOS	42,3	31,4	41,2	39,7	40,7	27,1	18,3	22,2	40,8	38,5	52,2	30,7
Precipitación media anual (mm)	VENTA DE BAÑOS	425,7											

Figura 3.- Cuadro climático del observatorio de Venta de Baños. Período comprendido entre 1960 y 1993.

TEMPERATURAS



PRECIPITACIONES

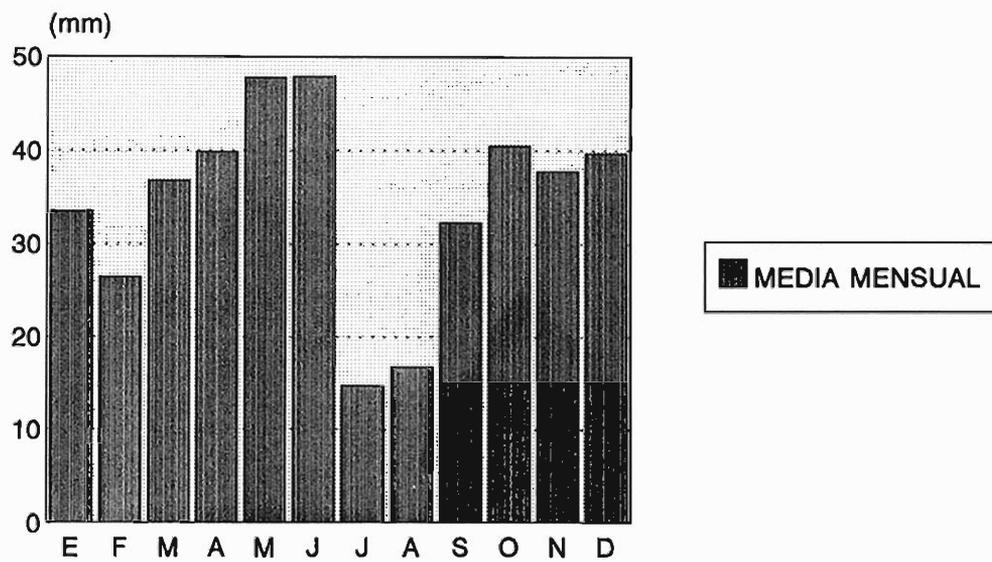
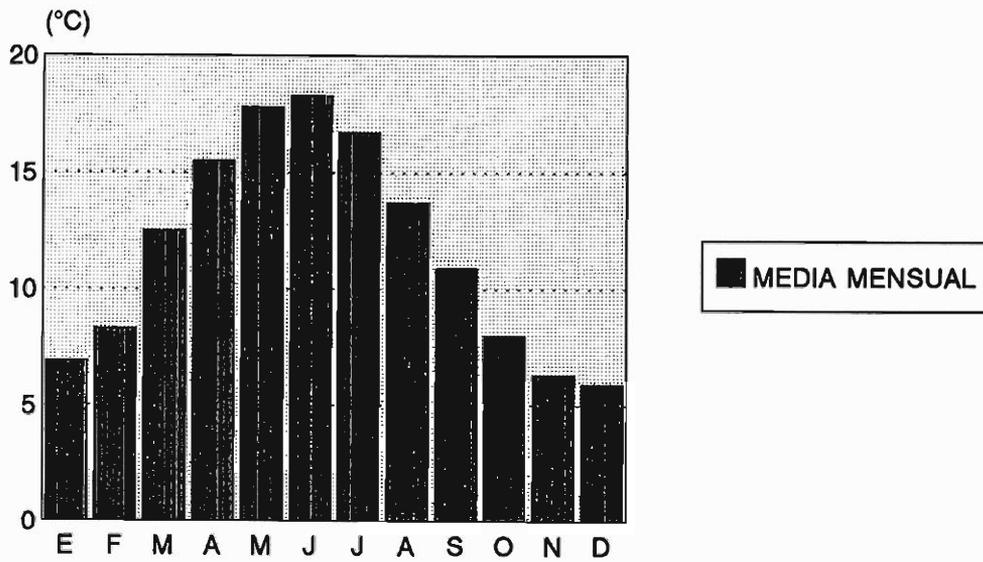


Figura 4.- Diagramas de temperaturas y precipitaciones de orservatorio de Palencia.

TEMPERATURAS



PRECIPITACIONES

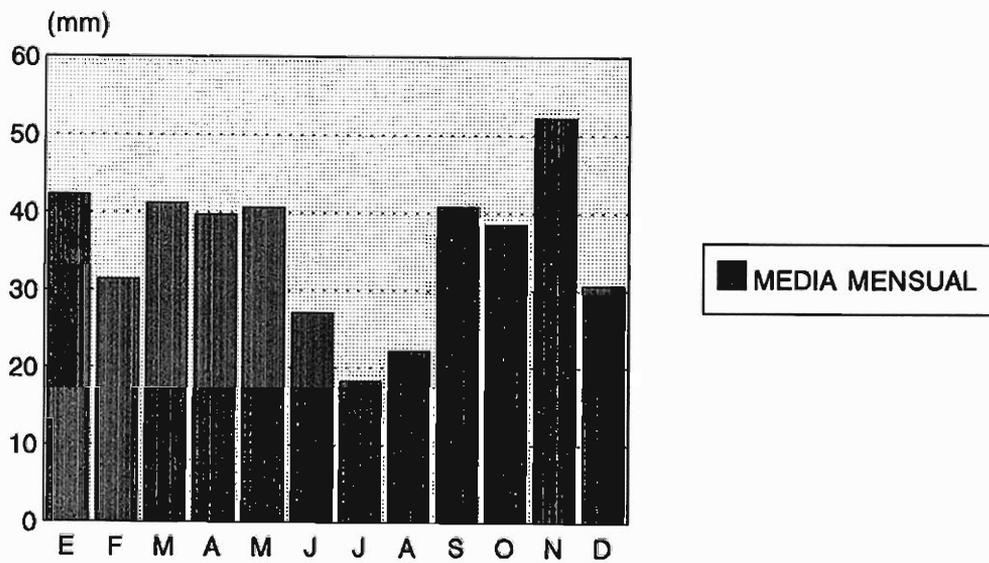


Figura 5.- Diagramas de temperaturas y precipitaciones del observatorio de Venta de Baños.

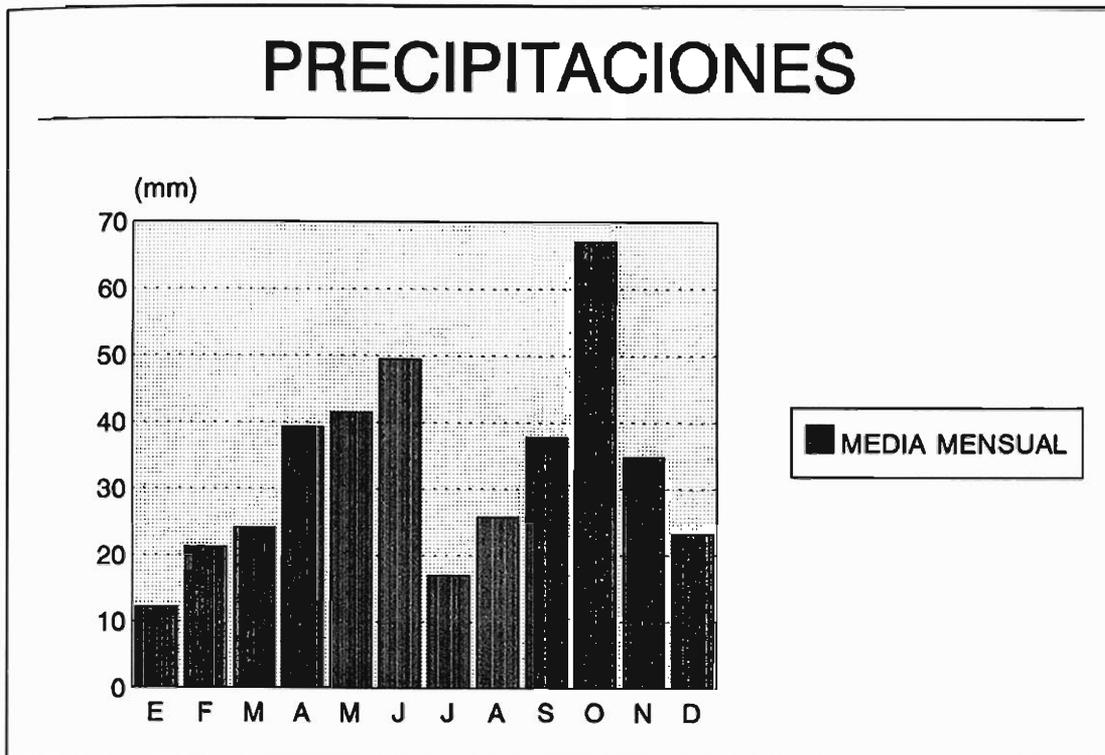


Figura 6.- Diagrama de precipitaciones del observatorio de Pampliega.

PERIODO 1991-1993	OBSERVATORIO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Precipitación máxima en 24 h (mm)	PAMPLIEGA	6,1	7,6	6,2	11,6	9,9	13,5	10,0	16,3	14,3	20,2	12,4	7,0
Precipitación media mensual (mm)	PAMPLIEGA	12,1	21,2	24,1	39,3	41,5	49,5	17,0	25,8	37,7	67,1	34,7	23,2
Precipitación media anual (mm)	PAMPLIEGA	393,2											
Días de precipitación	PAMPLIEGA	4	4	7	9	11	5	1	4	9	15	7	6
Días de nieve	PAMPLIEGA	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2

Figura 7.- Cuadro climático del observatorio de Pampliega. Período comprendido entre 1991 y 1993.

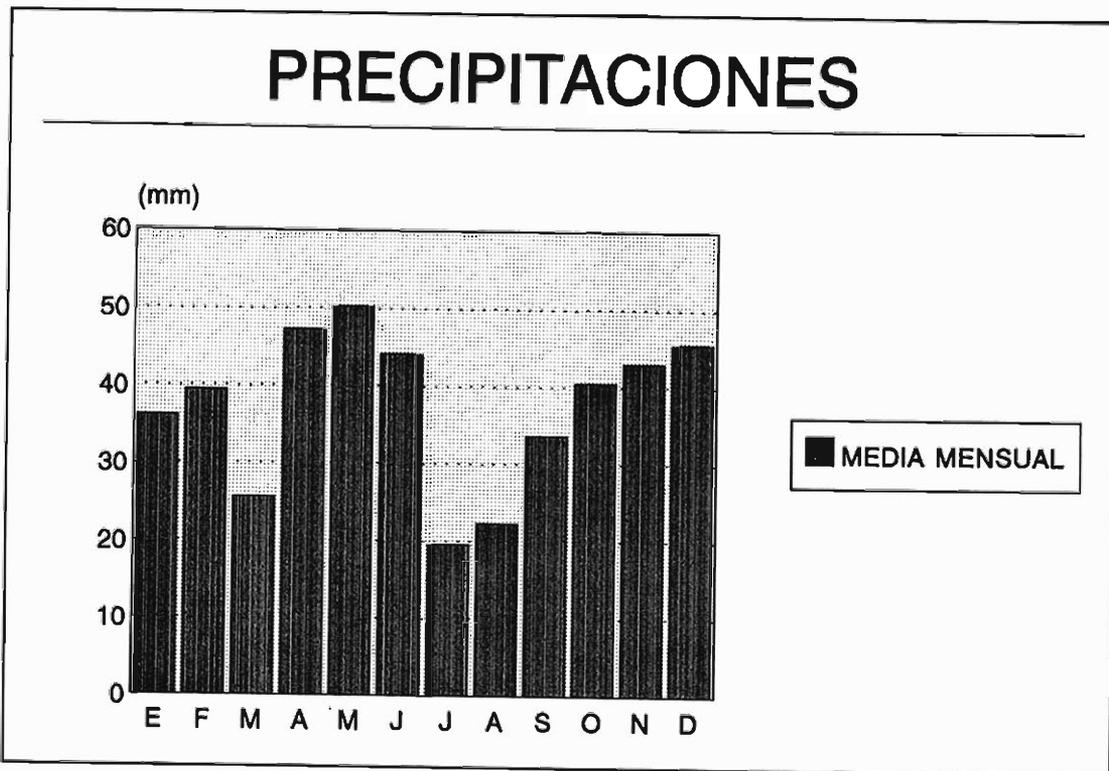


Figura 8.- Diagrama de precipitaciones del observatorio de Torquemada.

PERIODO 1968-1993	OBSERVATORIO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Precipitación máxima en 24 h (mm)	TORQUEMADA	7,9	8,5	7,1	7,6	13,0	14,0	4,6	10,1	12,7	10,1	10,4	13,0
Precipitación media mensual (mm)	TORQUEMADA	36,1	39,4	25,6	47,2	50,2	44,1	19,6	22,3	33,7	40,5	43,0	45,5
Precipitación media anual (mm)	TORQUEMADA	447,9											
Días de precipitación	TORQUEMADA	8	9	7	10	11	8	5	4	5	9	8	9
Días de nieve	TORQUEMADA	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1

Figura 9.- Cuadro climático del observatorio de Torquemada. Período comprendido entre 1968 y 1993.

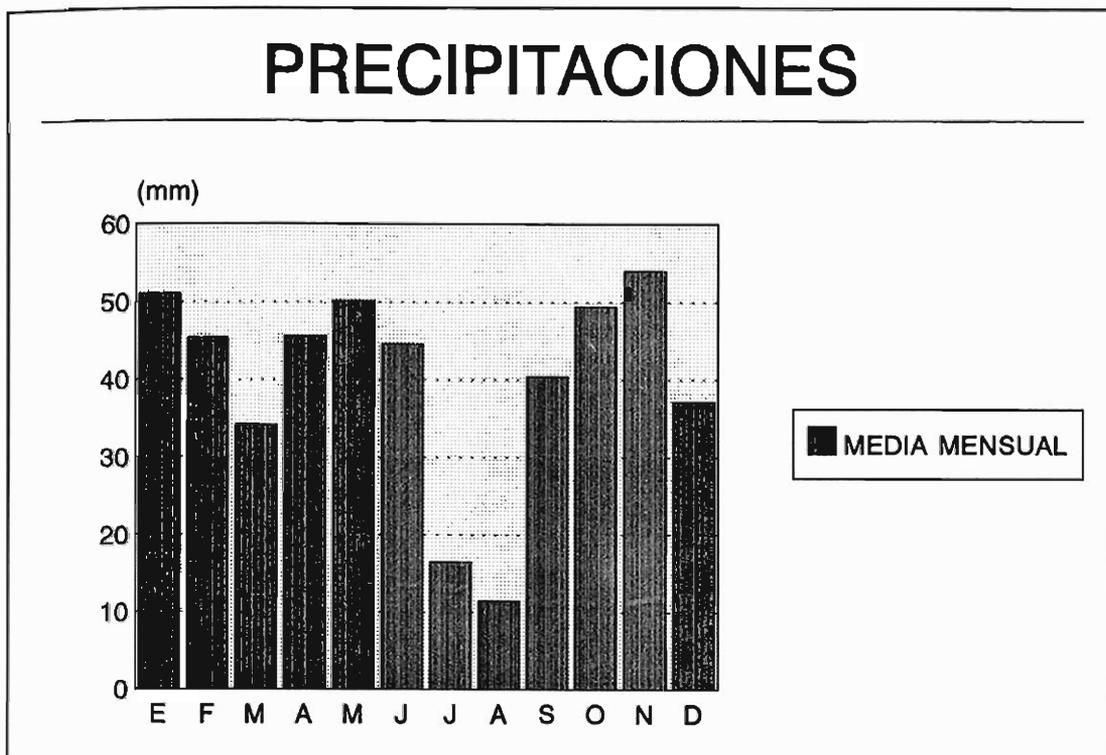


Figura 10.- Diagrama de precipitaciones del Baltanás.

PERIODO 1960-1993	OBSERVATORIO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Precipitación máxima en 24 h (mm)	BALTANAS	15,0	14,2	11,6	13,2	17,1	20,3	9,5	7,1	20,1	18,0	19,1	13,9
Precipitación media mensual (mm)	BALTANAS	51,1	45,4	34,2	45,6	50,1	44,6	16,5	11,5	40,4	49,4	54,0	37,2
Precipitación media anual (mm)	BALTANAS	480,4											
Días de precipitación	BALTANAS	5	6	4	6	7	4	2	1	4	5	4	5
Días de nieve	BALTANAS	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Figura 11.- Cuadro climático del observatorio de Baltanás. Período comprendido entre 1960 y 1993.

2.2. TOPOGRAFIA

El Tramo del Estudio ocupa una amplia franja de terreno que abarca desde las poblaciones de Pampliega (237-2) y Astudillo (236-2) hasta las localidades de Palencia (273-2) y Baños de Cerrato (312-4).

El Tramo se encuentra dividido en dos zonas topográficamente bien diferenciadas. (Véase Foto 1).

La primera zona se sitúa sobre los materiales de edad terciaria del Tramo. Se caracteriza por poseer relieves subhorizontales sobre las superficies de los páramos, y vertientes morfológicamente algo variables.

En los páramos se localizan las cotas más altas del Tramo, como por ejemplo Quintanilla (957 m), Cuesta Rosa (913 m), Ballestas (904 m) y Pico del Pan (903 m). Todas estas cotas están situadas en el área norte del Tramo (Hojas de Castrojeriz y Astudillo).

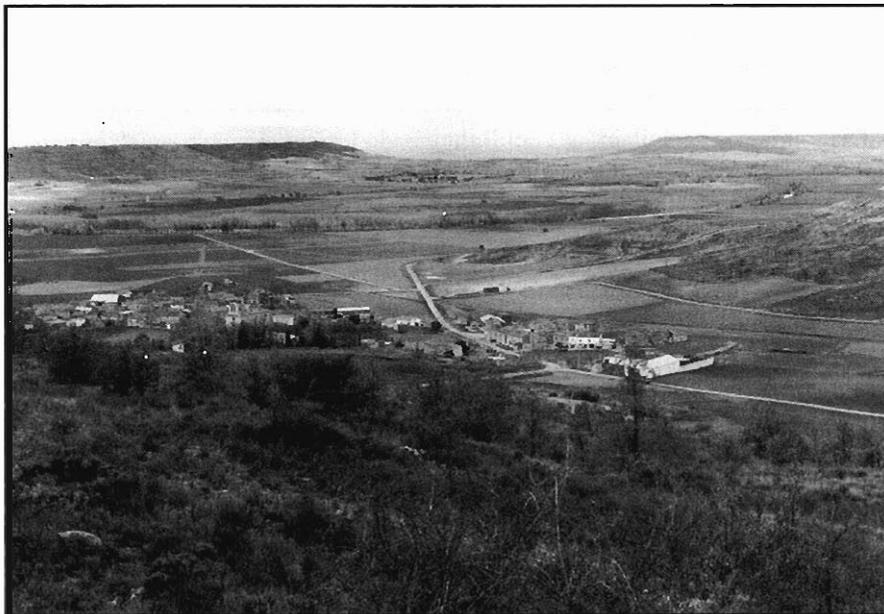


Foto 1.- Panorámica obtenida desde el P.K. 7 de la carretera que une las poblaciones de Valbuena de Pisuerga y Quintana del Puente, en la que se observa la morfología típica del Tramo.

La superficie del páramo inferior suele estar comprendida entre los 860 m y los 920 m de cota. La del páramo alto, localizado únicamente al noroeste del Tramo (proximidades de Quintanilla de Somuño), se levanta 50 m aproximadamente sobre el nivel del páramo inferior.

Las vertientes de los páramos tienen una topografía bastante irregular,

oscilando de suave (en la mayor parte del Tramo) a moderadamente abrupta en áreas muy localizadas de sobreexcavación fluvial. Las cotas en estas áreas están comprendidas entre las más bajas, localizadas en los interfluvios del Tramo, y las más altas, de los páramos.

La segunda zona está constituida por las áreas de amplios valles en artesa de los ríos Pisuerga, Arlanza, Arlanzón y Carrión.

Las áreas de los grandes valles en artesa poseen una topografía subhorizontal y sus cotas máximas y mínimas oscilan en todo el Tramo entre 750 m y 800 m.

2.3. GEOMORFOLOGIA

Los rasgos geomorfológicos que caracterizan al área del Estudio vienen definidos esencialmente por dos aspectos: el primero está representado por la naturaleza y estructura de los materiales terciarios, y el segundo por los factores introducidos por los agentes de la geodinámica externa. En lo que respecta al primero, es la disposición horizontal o subhorizontal de los sedimentos y el hecho de que en lo alto de la serie estratigráfica se sitúen los niveles duros calcáreos, culminando unas series eminentemente margo-arcillosas y detríticas, blandas y deleznales, generalmente, lo que va a dar lugar en el proceso de encajamiento de la red fluvial a la formación de una serie de mesas que dan lugar a las llanuras casi perfectas de los páramos. Estas plataformas que definen los horizontes más altos del Tramo se han generado en el proceso de desmantelamiento de los depósitos terciarios, que se inicia en la fase iberomanchega II con la biselación de las superficies estructurales calcáreas, pontienses, y la deposición de las rañas. En fases sucesivas, y ocurridas de forma interrumpida, como atestiguan los sistemas de terrazas fluviales existentes, se profundiza el encajamiento y ampliación de los valles y campiñas. Estas fases progresan ampliamente en los períodos interglaciales del Cuaternario, al servir el lecho de los ríos de nivel de base, local, para una poderosa erosión lateral, que ha hecho retroceder las laderas de manera paralela a sí mismas, eliminando parte de los interfluvios. La reducción de los páramos puede llevar a la configuración de cerros en forma de artesa invertida y a los de forma cónica, como el cerro del Cristo del Otero, en Palencia. Así, sobre las arcillas miocenas se han formado glacia o rampas de erosión, que enlazan con las respectivas terrazas. En este proceso de erosión y retroceso de las vertientes, los fenómenos de rotura gravitacional de las laderas han adquirido una enorme importancia, y podría atestigüarse por las formas que presentan los bordes de los parameras calcáreas que fue un fenómeno generalizado, del cual en la actualidad quedan aún ejemplos muy importantes por sus dimensiones, tanto de carácter fósil, como activos.

Del resultado de todos los procesos geomorfológicos acaecidos en el área, se han separado los siguientes elementos morfológicos: Páramos calcá-

reos, páramos de raña, vertientes terciarias, glaciares, áreas endorreicas, campiñas y superficies de terraza. Todos ellos se analizarán en la descripción geomorfológica de las Zonas.

2.4. ESTRATIGRAFIA

La edad de los materiales del Tramo del Estudio está comprendida entre el Terciario y el Cuaternario. (Vease la Figura 12).

Dentro de los materiales neógenos del Terciario hay que distinguir dos episodios sedimentarios importantes: un episodio mioceno, y otro segundo que abarcaría desde el Plioceno al Pleistoceno (Plio-cuaternario).

Los materiales miocenos más antiguos son los del Vindoboniense Inferior, correspondientes al Mioceno Medio. El Vindoboniense Inferior está representado por dos grupos litológicos, que constituyen un cambio lateral de facies. Estos dos grupos son el (321h), de arcillas, arenas y limos, y el (321i), de margas blancas y grises. Los materiales más antiguos son las margas blancas y grises, aunque en algunos puntos pueden existir cambios laterales de facies hacia el grupo litológico 321h.

El Vindoboniense Superior está constituido por una serie de 50 a 60 metros de potencia que presenta importantes cambios laterales de facies. En la mayor parte del Tramo el Vindoboniense Superior aflora como una sucesión de margas blancas y grises, que contiene intercalaciones de calizas y paquetes de yesos masivos (grupo litológico 321d). Los cambios laterales que se han observado en este piso son de calizas margosas y margas (grupo litológico 321e), de arcillas, arenas, niveles de calizas margosas y limos de tonalidades rojizas, con intercalaciones de margas yesíferas (grupo litológico 321f), y de arcillas, limos, arenas, areniscas y conglomerados (grupos litológicos (321g) y (321g1)).

El Mioceno Superior culmina con la superficie estructural del Ponticense, en donde se han diferenciado tres niveles. El páramo inferior (grupo litológico 321c), un paquete de arcillas que separa los dos niveles de páramo (grupo litológico 321b), y el páramo superior (grupo litológico 321a).

Sobre los niveles pontienses del Mioceno Superior se deposita un fan-glomerado arcilloso con cantos cuarcíticos (raña), de edad plio-cuaternaria (Plioceno - Pleistoceno), a caballo entre el Terciario y el Cuaternario.

El Cuaternario está dividido en dos pisos: el Pleistoceno y el Holoceno. Dentro del Pleistoceno se han datado los diferentes niveles de terrazas laterales (grupo litológico T), y glaciares (grupo litológico g). El Holoceno está representado por coluviales, coluvio-aluviales, glaciares-aluviales, depósitos lacustres, terraza baja de inundación y aluviales (grupos litológicos c, ca, ga, l, A1 y a, respectivamente).

COLUMNA LITOLOGICA	GRUPO LITO.	GRUPO GEOT.	DESCRIPCION	EDAD
	A	G-1	Aluvial > 3m	CUATERNARIO
	a	G-1	Aluvial < 3m	CUATERNARIO
	ga	G-4	Glacis aluvial	CUATERNARIO
	l	G-2	Depósitos lacustres	CUATERNARIO
	ca	G-4	Coluvio - aluvial	CUATERNARIO
	c	G-4	Coluvial	CUATERNARIO
	Cl	G-4	Coluvial de fuerte pendiente	CUATERNARIO
	D, d	G-4	Cono de deyección	CUATERNARIO
	A1	G-2	Terraza baja	CUATERNARIO
	g	G-4	Glacis	CUATERNARIO
	T	G-3	Terraza	CUATERNARIO
	350	G-3	Raña : conglomerado	PLIO-CUATERNARIO
	321a	G-5	Calizas del páramo superior	TERCIARIO
	321b	G-6	Arcillas y limos	TERCIARIO
	321c	G-5	Calizas del páramo inferior	TERCIARIO
	321d	G-6	Margas, margo-calizas, calizas y yesos	TERCIARIO
	321e	G-8	Calizas margosas y margas	TERCIARIO
	321f	G-6	Arcillas, limos, arenas, margas yesíferas y niveles de calizas margosas	TERCIARIO
	321g	G-7	Arcillas y limos rojizos con lentejones de arenas conglomeráticas	TERCIARIO
	321gl	G-7	Areniscas compactadas y conglomerados	TERCIARIO
	321h	G-7	Arcillas, arenas y limos.	TERCIARIO
	321i	G-6	Margas blancas y grises.	TERCIARIO
	321il	G-8	Calizas margosas.	TERCIARIO
	321j	G-9	Grandes masas deslizadas	TERCIARIO

Figura 12.- Columna general del Tramo.

2.5. TECTONICA

El Tramo Buniel - Palencia se encuentra afectado por una tectónica suave. A grandes rasgos, se han diferenciado cuatro episodios tectónicos, desde el Mioceno a la actualidad, que se exponen a continuación.

El primer episodio, datado a finales de Mioceno Inferior, consta de las fases castellana y neocastellana. Estas fases traen consigo la individualización de la cuenca del Duero y la cuenca del Tajo, y el comienzo del ciclo sedimentario que dará lugar a los materiales y formaciones que se encuentran en el área de este Tramo.

Algunos autores (R.M^a. Mediavilla y D.J. Dabrio.- 1986 y 1988) han detectado dentro de los materiales de los grupos (321h) y (321d), cómo las lineaciones NE-SW y NW-SE, de herencia hercínica, controlan la distribución del tipo y potencia de sus facies. Esto implica la existencia durante la deposición de estos materiales de una actividad tectónica (incluso se han detectado paleosismos), que fue determinante para la actual distribución de sus facies.

En los materiales carbonatados del páramo, se ha detectado un pequeño episodio tectónico. Este episodio se pone de manifiesto en los materiales de los grupos litológicos (321a) y (321b), debido a que el contacto con el grupo litológico (321c) es discordante y a que el tipo y la potencia de las facies (sobre todo del grupo litológico (321b) están controlados por lineaciones de dirección N-S aproximadamente. Esto indica que el juego de las fracturas Norte - Sur, de herencia hercínica, tuvo una importancia trascendental a lo largo de la deposición de estos materiales.

El segundo episodio tectónico, fase rodánica o iberomanchega, rompe y deforma la superficie final del páramo, originando amplios pliegues en las calizas. Ocasionalmente genera pequeños pliegues de arrastre a modo de estructuras menores.

El tercer episodio tectónico, Fase iberomanchega II, da origen a una superficie de erosión acumulación y bisela los depósitos pontienses en el Plioceno Superior.

Por último, la asimetría de las terrazas de los grandes cursos fluviales y la posible existencia de fallas cuaternarias hacen pensar en un cuarto episodio tectónico que abarcaría desde el Plioceno Medio a el Holoceno.

Por otro lado, los grandes cursos fluviales del Tramo (Arlanza, Arlanzón, Pisuerga y Carrión) siguen, a grandes rasgos, trazados rectilíneos con direcciones E-W, N30°E, N-S, N120°E que podrían reflejar estructuras del substrato de edad indeterminada.

2.6 SISMICIDAD

Según la Norma Sismorresistente P.D.S.-1 (1974), el Tramo Buniel - Palencia se encuentra enteramente situado en la zona primera (de sismicidad baja) por debajo del grado V. (Ver Figura 13).

El apartado 3.5 de dicha Norma dice que no es necesaria la consideración de las acciones sísmicas en las obras y servicios localizados en la zona sísmica primera, excepto para el caso de estructuras o instalaciones especiales.

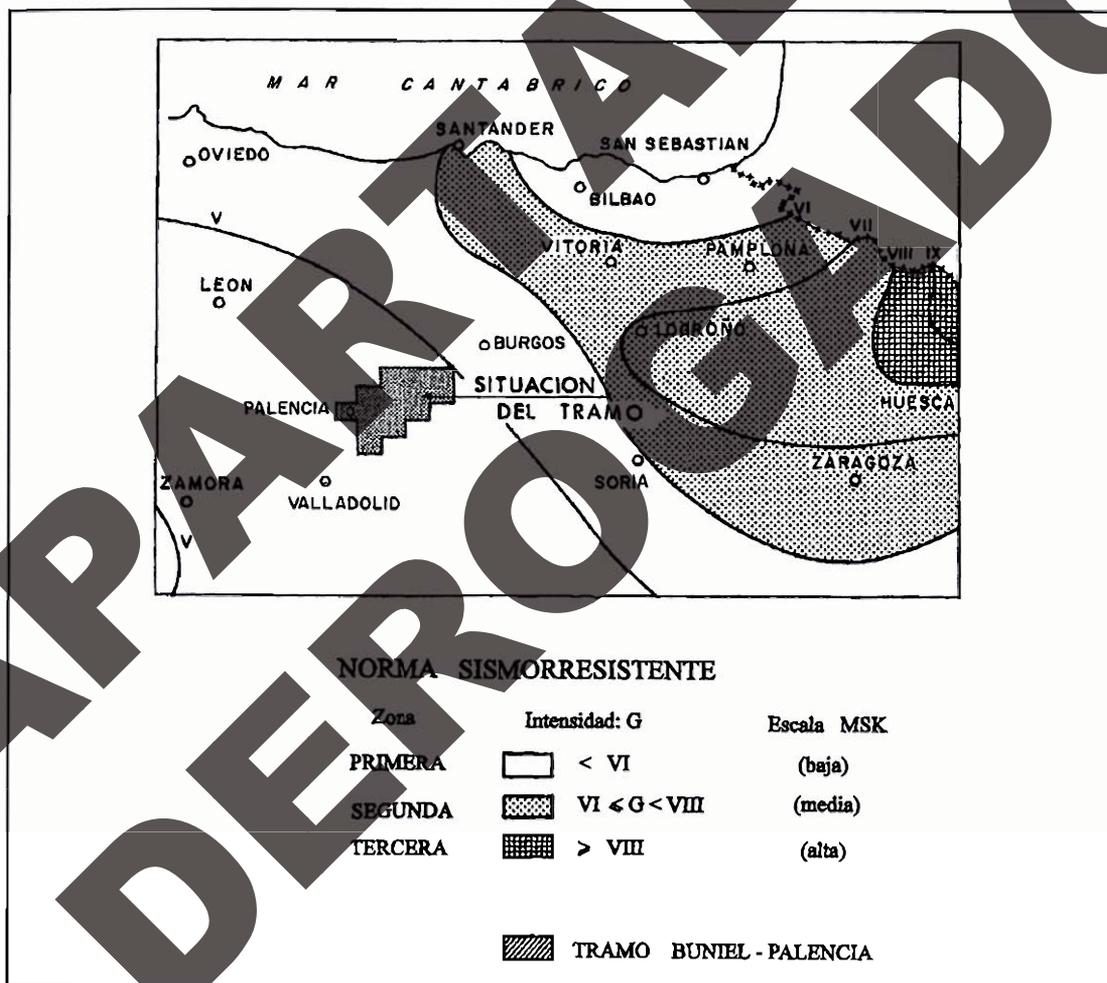


Figura 13.- Situación del Tramo del Estudio en el mapa sismorresistente.

3 ESTUDIO DE ZONAS

3.0 DIVISION DEL TRAMO EN ZONAS DE ESTUDIO

Para caracterizar y encuadrar la constitución geológica del Tramo se ha establecido una división en dos Zonas en base al tipo de materiales aflorantes y a su geomorfología. La distribución geográfica de estas dos Zonas se muestra en la Figura 14, y sus características diferenciadoras se describen a continuación.

Zona 1: Vegas de los ríos principales. La Zona 1 corresponde a las vegas de los ríos. Se trata de áreas subhorizontales constituidas en su mayor parte por gravas, arenas, limos y arcillas.

Zona 2: Relieves terciarios. La Zona 2 está ubicada en los depósitos terciarios y plio-cuaternarios. Se trata de las áreas moderadamente inclinadas constituidas en su mayor parte por materiales calizos, margosos, arcillosos, yesíferos y conglomeráticos dispuestos subhorizontalmente. Corresponde con las áreas topográficamente más elevadas del Tramo del Estudio. (Véase Foto 2).

3.1 ZONA1: VEGAS DE LOS RIOS PRINCIPALES.

3.1.1 Geomorfología

La Zona 1 corresponde a las vegas de los ríos. Se trata de áreas subhorizontales, a veces suavemente alomadas por la presencia de glacis y depósitos de ladera. (Véanse Figuras 15 y 16).

Los materiales que predominan en esta Zona son eminentemente detríticos y están constituidos principalmente por gravas, arenas, limos y arcillas.

Dentro de ella se han distinguido los siguientes elementos geomorfológicos: superficies de glacis, superficies de terraza, áreas endorreicas y derrumbios de ladera.

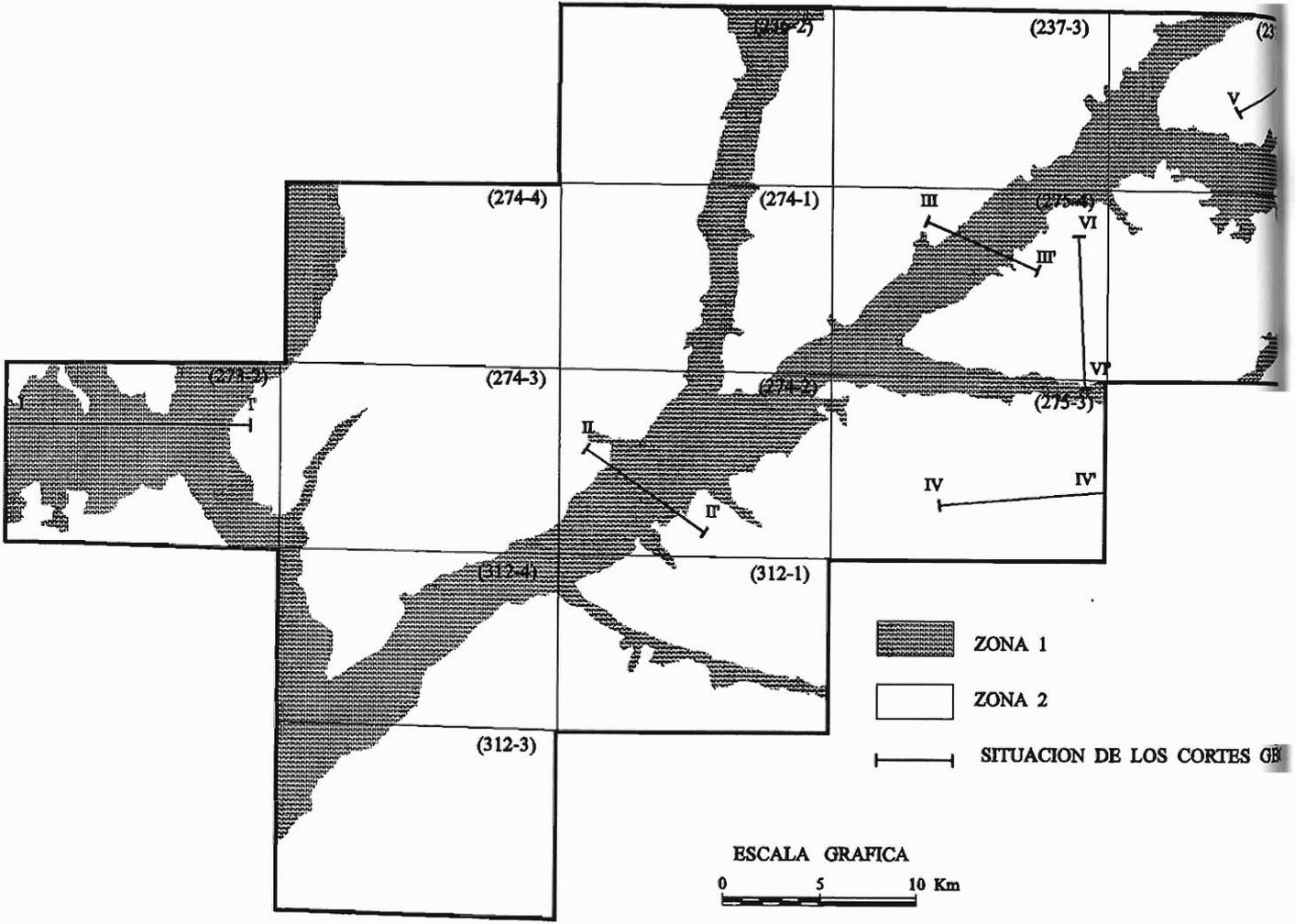


Figura 14.- Esquema de distribución de Zonas y Cortes geológicos.

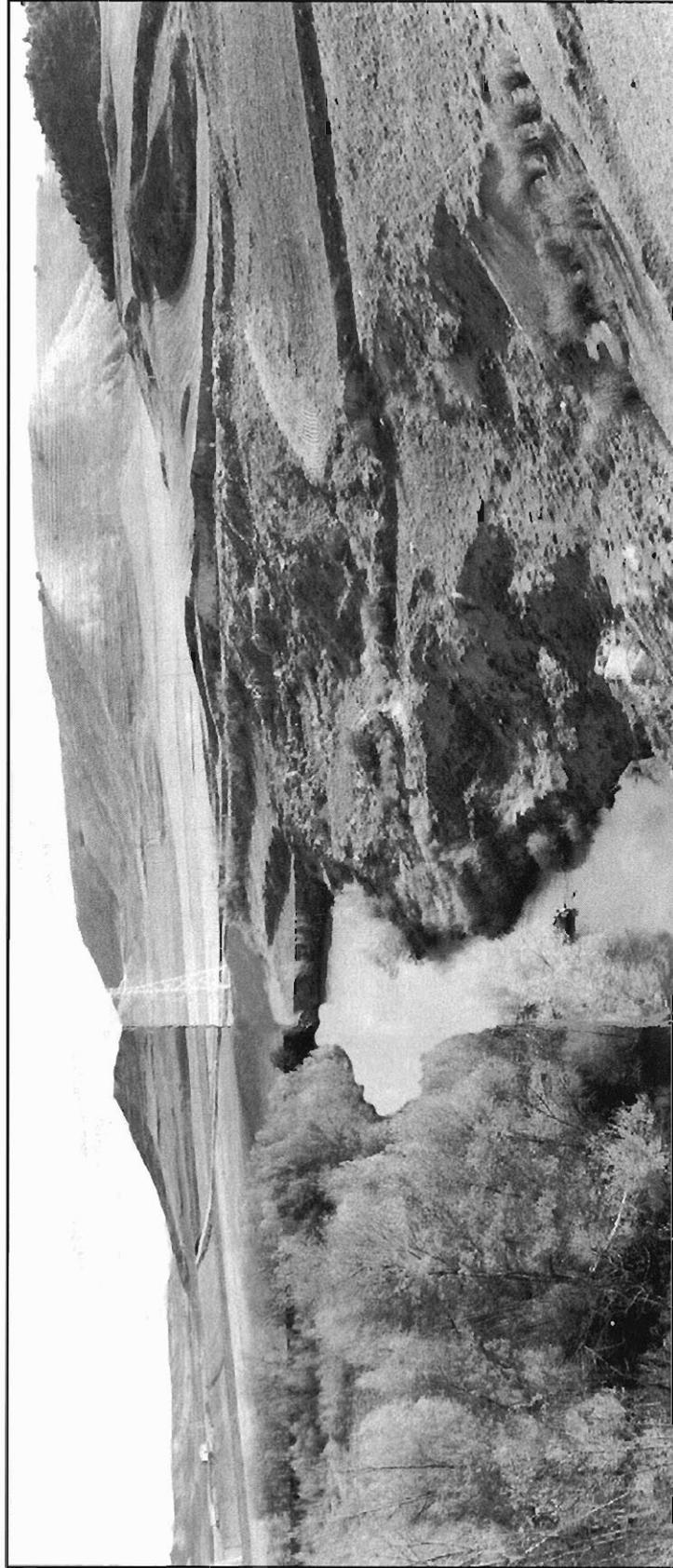
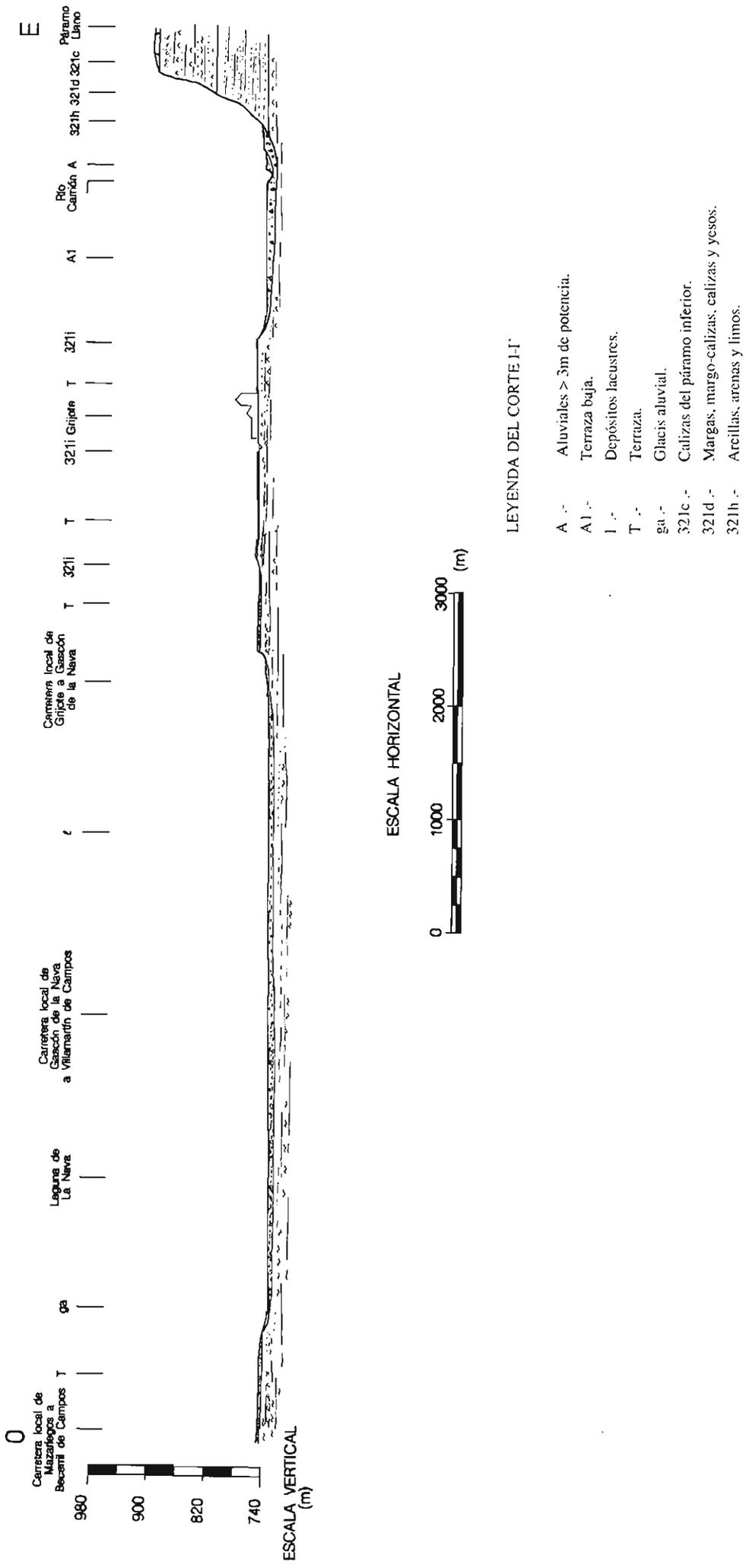


Foto 2.- Fotografía obtenida en las cercanías de Reinoso de Cerrato. En primer plano se observa el río Pisuerga, con un deslizamiento en el lado concavo del meandro, y el relieve suave de la cega del río, característico de la Zona 1. Al fondo, se observan las vertientes terciarias con otro importante deslizamiento, y la superficie del páramo, constitutivas de la Zona 2.

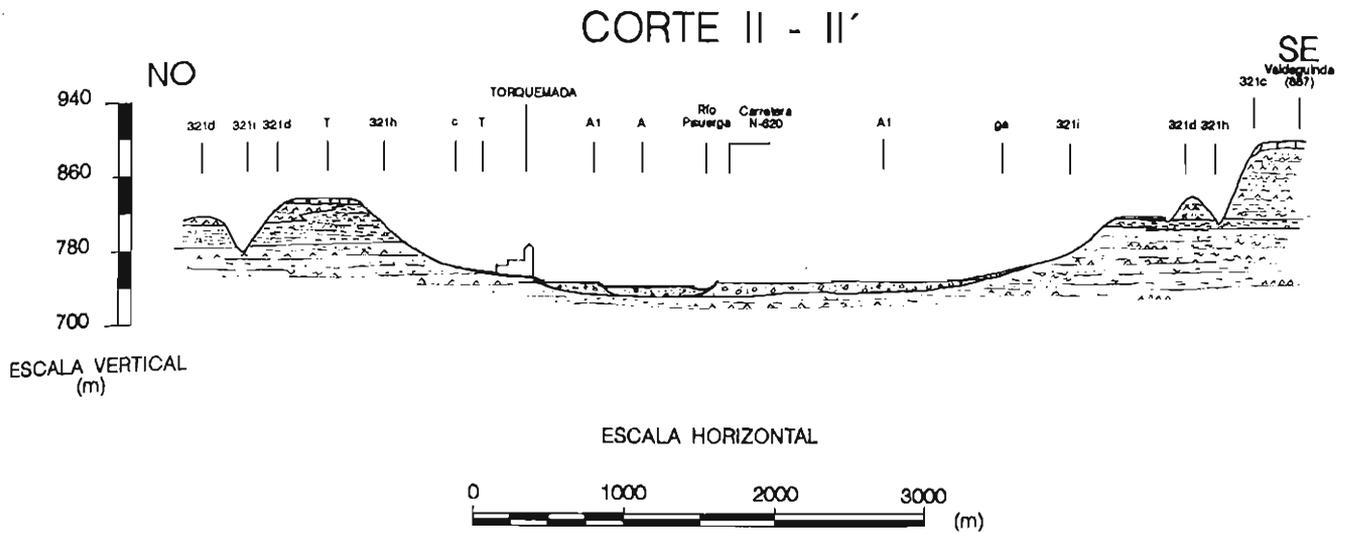
CORTE I - I'



LEYENDA DEL CORTE I-I'

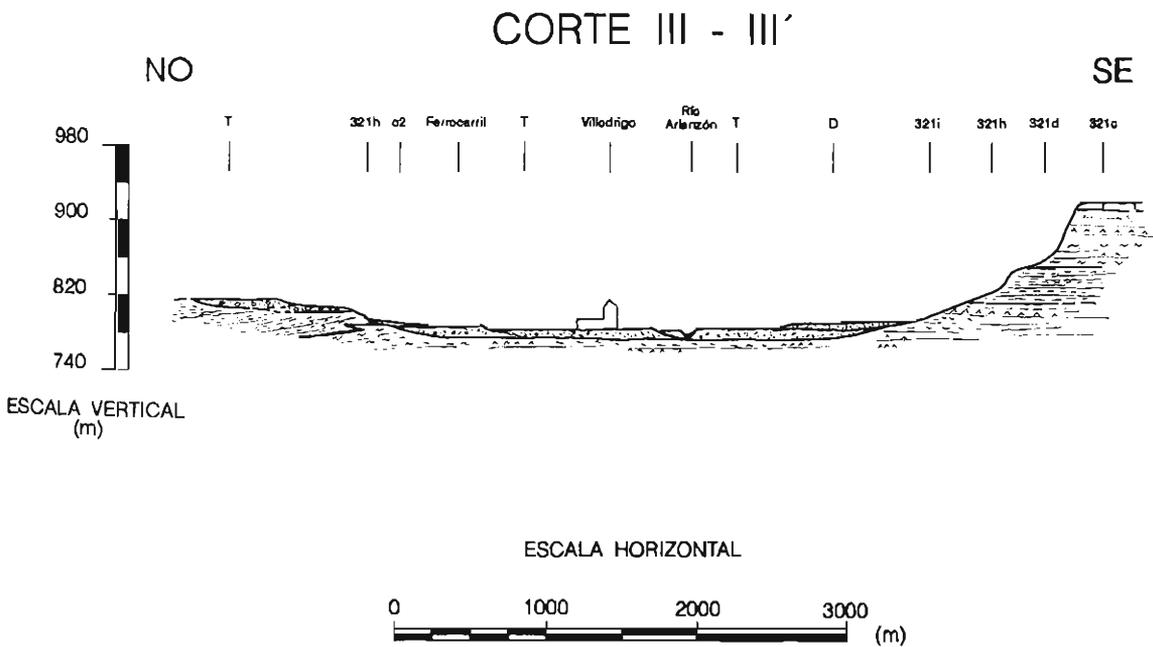
- A .- Aluviales > 3m de potencia.
- A1 .- Terraza baja.
- I .- Depósitos lacustres.
- T .- Terraza.
- ga .- Glacis aluvial.
- 321c .- Calizas del páramo inferior.
- 321d .- Margas, margo-calizas, calizas y yesos.
- 321h .- Arellas, arenas y limos.

Figura 15.- Corte geológico I-I' perteneciente a la Zona 1.



LEYENDA DEL CORTE II-II'

- A .- Aluviales > 3m de potencia
- A1 .- Terraza baja.
- c .- Coluvial.
- T .- Terraza.
- ga .- Glacis aluvial.
- 321c .- Calizas del páramo inferior.
- 321d .- Margas, margo-calizas, calizas y yesos.
- 321h .- Arcillas, arenas y limos.
- 321i .- Margas blancas y grises.



LEYENDA DEL CORTE III-III'

- c .- Coluvial.
- D .- Conos de deyección.
- T .- Terraza.
- 321c .- Calizas del páramo inferior.
- 321d .- Margas, margo-calizas, calizas y yesos.
- 321h .- Arcillas, arenas y limos.
- 321i .- Margas blancas y grises.

Figura 16.- Cortes geológicos II-II' y III-III', pertenecientes a la Zona 1.

Las superficies de glacis detectadas en la Zona 1 se pueden agrupar en 3 grupos fundamentalmente: glacis - terraza, glacis de desnudos y glacis - aluvial.

Los glacis - terraza enlazan insensiblemente con las terrazas de los cursos fluviales. Existen en la Zona dos tipos de glacis - terraza. Por un lado están los glacis que enlazan con las terrazas bajas de los grandes cursos fluviales, y por otro los que enlazan con sus terrazas altas. En detalle cada glacis - terraza está formado por una serie de glacis cortos y relativamente escalonados.

A veces es frecuente encontrar niveles de glacis fuertemente cementados y desenraizados por la incisión de su pendiente original por la nueva red fluvial.

Los glacis de erosión están ubicados en las laderas de los páramos y presentan un recorrido más pequeño que los glacis - terraza. Están íntimamente relacionados con la red de arroyos del área.

Los glacis-aluvial son formaciones de pendientes muy tendidas, que están surcadas por arroyos de fondo plano. Se sitúan en valles muy amplios y de pendientes muy suaves. Como norma general, los suelos de los glacis son de tipo fersialítico y se caracterizan por poseer: a) un horizonte A pobre en materia orgánica y que ha sufrido un lavado de arcillas. b) un horizonte B en el que la parte superior es de acumulación de arcillas, y la inferior está enriquecida en carbonatos. c) Un horizonte C de transición a un pseudogley con estructuras de hidromorfismo.

Por lo que respecta a las terrazas, se han diferenciado dos tipos atendiendo a su morfología: terrazas bajas y terrazas altas. El conjunto de terrazas de la Zona 1 es un sistema asimétrico de terrazas colgadas que denota asimismo una actividad neotectónica patente. A menudo es difícil definir los límites de las terrazas, ya que existe en el área un proceso importante de regularización de las vertientes. Los suelos de las terrazas son rojos, del tipo fersialítico y tienen las siguientes características: a) posee un horizonte A rico materia organica que ha sido fuertemente lavado en finos. b) un horizonte B en el que existe en la parte superior una acumulación de arcillas, y la inferior está enriquecida en carbonatos. c) Un horizonte C de transición a un pseudogley con estructuras de hidromorfismo.

En la Zona 1 se ha detectado un área endorreica. Es la laguna de la Nava que está en las proximidades de la ciudad de Palencia y en la actualidad está desecada y saneada. Se trata de una gran depresión cerrada, limitada al Este, Oeste y Noroeste por el sistema de terrazas del río Carrión, y la Norte y Sur por el páramo y sus cuestas asociadas. Dentro de esta pequeña cuenca interior de la laguna, existen depósitos aterrizados endorreicos, producto del encajamiento de la red fluvial. Dentro de la laguna

endorreica se generan áreas modeladas en glaciares, actualmente colgadas, que enlazan con el nivel de base de la misma. Las zonas endorreicas presentan suelos donde el horizonte de materia orgánica está directamente sobre la roca madre constituida por arcillas de charca. Los horizontes B de acumulación de arcillas de lavado no existen. Únicamente, en suelos más evolucionados se ha detectado un horizonte B, rico en hierro y con una estructura prismática, que se genera por la alteración de la roca madre.

Los derrubios de ladera detectados en la Zona 1 son los coluviales y coluvio - aluviales. Los depósitos coluvio - aluviales se sitúan en el contacto entre la Zona 1 y Zona 2, es decir, al pie de las laderas terciarias donde conectan con los depósitos aluviales y de terraza de los cursos fluviales.

Los coluviales en la Zona 1, se han detectado casi exclusivamente en el contacto entre las superficies de terraza y las vertientes terciarias. Se trata de coluviales poco potentes, pero que enmascaran el afloramiento de la terraza.

3.1.2 Tectónica

Los materiales de la Zona 1 no han sido objeto de una tectónica importante, debido a la edad (cuaternaria). No obstante, existen indicios para pensar en un episodio Neotectónico que abarcaría desde el Plioceno Medio hasta el Holoceno. Los indicios son los siguientes.

El aumento del hidromorfismo en las terrazas superiores de los ríos principales del Tramo, que indicaría una progresiva jerarquización de la red fluvial.

La distribución asimétrica de las terrazas de los ríos principales, que denotan una deriva del cauce debido a basculamientos.

La sutil pero apreciable diferencia entre las pendientes de las vertientes derecha e izquierda de los grandes cauces.

Como se observa en la Foto 3, este tipo de fallas con la generación de coluviales explicaría los fenómenos geomorfológicos descritos anteriormente, y por consiguiente la actividad neotectónica en la Zona 1.

Los grandes cursos fluviales del Tramo (Arlanza, Arlanzón y Pisuegra) siguen los trazados de grandes lineaciones detectadas por fotografías de satélite. A una escala menor, los meandros de estos cursos fluviales poseen trazados rectilíneos de dirección N-S, N30°E, W-E, N120°E, que se repiten sistemáticamente y que podrían reflejar estructuras del substrato de edad indeterminada.

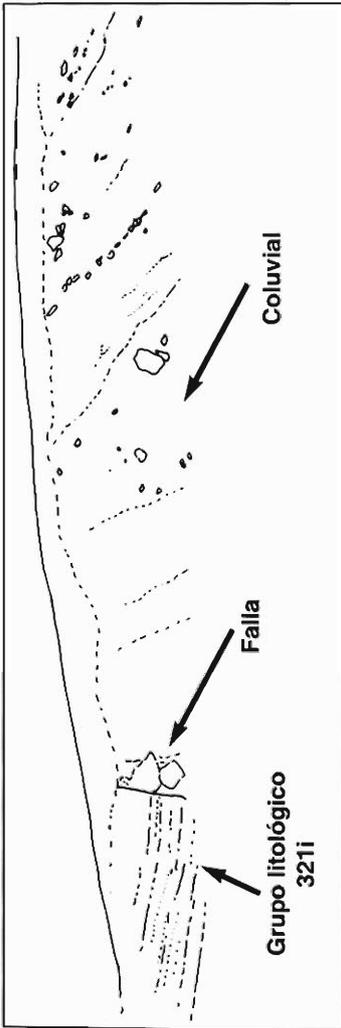


Foto 3.- Vista de un talud artificial situado al norte y las cercanías de la localidad de Torquemada. En primer plano se observa una falla afectando al grupo litológico (321i) y sobre la que se genera un coluvial.

3.1.3 Columna estratigráfica

La columna estratigráfica de la Zona 1 se contempla en la Figura 17.

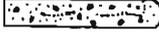
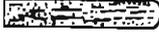
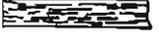
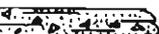
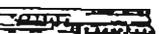
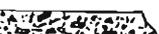
COLUMNA LITOLOGICA	GRUPO LITO.	GRUPO GEOT.	DESCRIPCION	EDAD
	A	G-1	Aluvial > 3m	CUATERNARIO
	a	G-1	Aluvial < 3m	CUATERNARIO
	ga	G-4	Glacis aluvial	CUATERNARIO
	l	G-2	Depósitos lacustres	CUATERNARIO
	ca	G-4	Cohuvio - aluvial	CUATERNARIO
	c	G-4	Cohuvial	CUATERNARIO
	D, d	G-4	Cono de deyección	CUATERNARIO
	A1	G-2	Terraza baja	CUATERNARIO
	g	G-4	Glacis	CUATERNARIO
	T	G-3	Terraza	CUATERNARIO

Figura 17.- Columna estratigráfica de la Zona 1.

3.1.4. Grupos litológicos

En este apartado se describen la litología, estructura y características geotécnicas de las formaciones geológicas que se han individualizado dentro de la Zona 1.

ALUVIALES ACTUALES, A.

Litología.- Depósitos aluviales constituidos por gravas poligénicas, con un alto porcentaje de materiales de naturaleza silícea, metamórfica, frente a los calcáreos, y por arenas, arenas limosas y limos. (Foto 4).

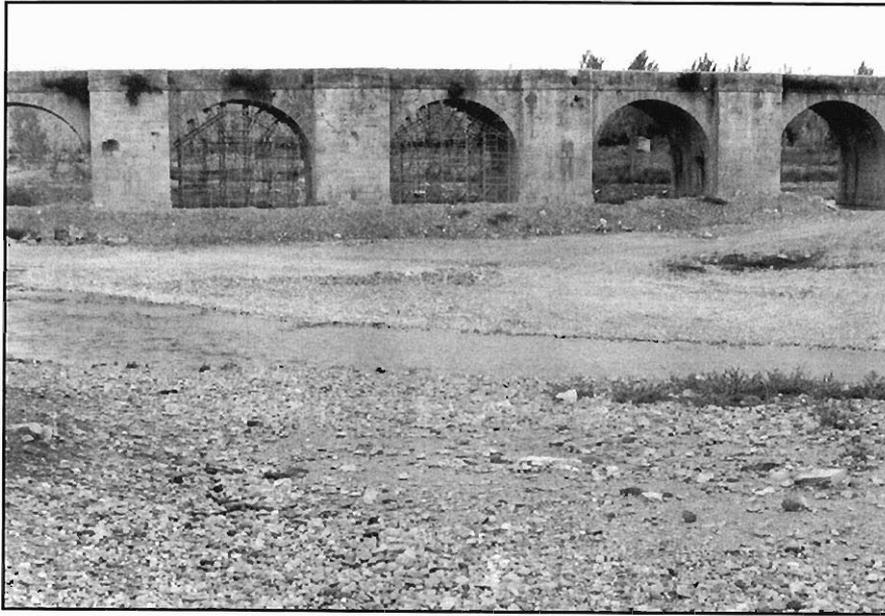


Foto 4.- Aspecto superficial de los aluviones del río Pisuerga en Cordovilla la Real.

Estructura.- Este grupo está ubicado en el cauce de los grandes ríos que atraviesan el Tramo de estudio (Arlanza, Arlazón, Pisuerga y Carrión), dentro de un área que se supone inundable por avenidas de normal recurrencia. Los materiales se disponen en lechos lenticulares, dentro de un cauce con estructura meandriforme y con numerosos canales de estiaje. La potencia de este grupo es muy variable y oscila entre 2 y 4 metros.

Geotecnia.- Las áreas ocupadas por este grupo litológico están sujetas a los efectos de la dinámica fluvial. Sus materiales son considerados adecuados como yacimiento granular y para préstamos.

ALUVIALES ACTUALES DE FONDOS DE ARROYO, a.

Litología.- Depósitos aluviales formados por arcillas y limos, con posible existencia de yeso disperso, y gravas y gravillas dispersas, de naturaleza caliza esencialmente.

Estructura.- Se trata de depósitos poco potentes (oscilan entre 0,5 y 2 m), que recubren los fondos de los arroyos y vaguadas de fondo muy amplio y llano.

Geotecnia.- Son terrenos de baja permeabilidad y mala o muy mala escorrentía superficial. Estos materiales tienen baja capacidad de carga y no es recomendable su utilización como préstamos, por su alto contenido en arcillas.

CONOS DE DEYECCION, D, d.

Litología.- Depósitos formados por arcillas y limos, con arenas y gravas de naturaleza poligénica. Abundan las gravas angulosas o poco rodadas, de origen calcáreo.

Estructura.- Son depósitos lenticulares de tipo abanico aluvial, que se encuentran a la salida de pequeños arroyos y cuya potencia puede oscilar entre 1 y 6 m.

Geotecnia.- Materiales con moderada o baja permeabilidad y capacidad portante. Los taludes naturales son estables. Los taludes de excavación deberán ser menores de 45°.

COLUVIALES, C, c.

Litología.- Este grupo litológico está constituido por coluviales procedentes de los materiales terciarios. El depósito está conformado por cantos y bloques de calizas dispersos, inmersos en una matriz arcillosa, arenosa y limo-arcillosa, e irregularmente cementada. (Foto 5). El yeso se suele encontrar como material de impregnación en la matriz y como cantos.

Estructura.- Se trata de derrubios de ladera que presentan una estructura masiva generalmente y que tienen potencias que pueden oscilar entre 0,5 y 3 m, (c), y 3 y 5 m, (C).

Geotecnia.- Esta formación conforma laderas con pendientes muy tendidas, y que presentan en general una buena estabilidad natural. La permeabilidad es de media a baja por percolación. La capacidad portante debe considerarse en general baja o muy baja. El grupo es fácilmente ripable.

Los taludes excavados en exclusividad en esta formación normalmente son de dimensiones reducidas o, como mucho, medias. Las pendientes existentes suelen ser inferiores a los 45°, aunque en algunos casos de coluviales formados por un gran porcentaje de cantos y escasa matriz limo-arcillosa, son fuertes. Los problemas observados son normalmente la erosión y los desprendimientos de cantos y bloques.



Foto 5.- Aspecto de un coluvial arenoso y arcilloso en el que destacan los cantos de caliza. (Grupo c). Cercanías de la localidad de Valdeolmillos.

COLUVIO - ALUVIAL, ca.

Litología.- Este grupo está constituido por materiales limo-arenosos, arcillosos y cantos, subangulosos, dispersos de caliza.

Estructura.- Estos materiales suelen estar ubicados en los cursos altos de los arroyos donde los aportes de tipo coluvial se ven retrabajados por una incipiente acción aluvial. La potencia de este grupo se ve comprendida entre 0,3 m y 1,5 m.

Geotecnia.- Estos materiales presentan una permeabilidad y capacidad soporte bajas o muy bajas. Este grupo delimita áreas potenciales de actividad hidrodinámica. Son ripables por medios mecánicos normales.

GLACIS, g.

Litología.- Este grupo litológico está constituido por una brecha de cantos de caliza, subredondeados, heterométricos (con un diámetro que oscila de 10 a 20 cm), e inmersos en una matriz arenosa con cemento calcáreo. (Véase Foto 6).



Foto 6.- Glacis en discordancia sobre materiales margo-yesíferos del grupo (321i). Cercanías de Valbuena de Pisuerga.

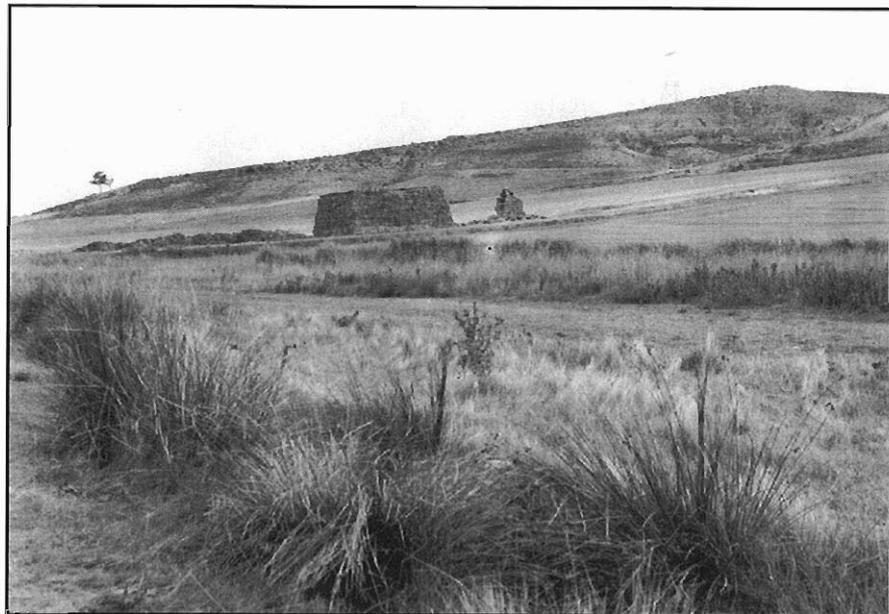


Foto 7.- Morfología típica de glacis en suaves pendientes excavado en el grupo litológico (321h). Fotografía obtenida al Norte de Valbuena de Pisuerga.

Estructura.- Se trata de depósitos poco potentes (1,5 - 2 m) y con una pendiente muy suave. (Véase Foto 7).

Geotecnia.- Su capacidad portante debe estimarse muy moderada en general, y de moderada a baja en los bordes aterrizados. Si existe agua en el contacto glacis-substrato es muy probable que se produzcan asientos diferenciales si no se procede a un drenaje que aisle la estructura vial del agua freática libre. Son materiales ripables por medios mecánicos normales.

Esta formación presenta una permeabilidad que varía de media a alta, y se produce por percolación.

Las pendientes naturales de los glacis son muy tendidas y con tendencia al aterramiento. La estabilidad natural suele ser buena en general, pero en los bordes aterrizados pueden existir derrames, inflexiones y roturas por procesos inestables gravitacionales.

En el glacis, los taludes excavados son en general de pequeñas alturas. Cuando forma parte de taludes con alturas medias o altas, este grupo constituye los metros superiores del mismo, a modo de una montera detrítica-conglomerática. Dicha montera puede resultar peligrosa para la estabilidad del talud cuando los terrenos sobre los que descansa son de naturaleza margo-arcillosa y existe agua en el contacto de ambas formaciones. Las pendientes dadas a estos taludes suelen ser del orden de los 45°, tendiendo algo más los materiales detríticos del glacis, que constituyen la coronación.

El talud aconsejable para esta formación exclusivamente puede ser normalmente superior a los 45°. Sin embargo, cuando forma parte de un talud muy alto, en el cual suele aparecer sobre materiales margo-arcillosos y yesíferos, la pendiente debe ser en general menor que la de éstos o como mucho igual. En estos casos deben estudiarse muy bien las condiciones estructurales y geomorfológicas del terreno, pues cabe la posibilidad de que existan estructuras de rotura de gravedad de la vertiente en estas áreas, y sea entonces necesaria la adopción de medidas especiales de diseño para paliar problemas de inestabilidad.

GLACIS - ALUVIAL, ga.

Litología.- Esta formación está constituida por depósitos someros, fundamentalmente arcillosos y arcillo-limosos, y que contienen cantos poligénicos, dispersos y angulosos. Se trata de glacis de "erosión-sedimentación" que arrancan de las laderas terciarias y ensanblan insensiblemente con los grupos litológicos (I), (a) y (A1).

Estructura.- Se trata de depósitos poco potentes (0,5 y 1 m) y que poseen una pendiente bastante tendida. Sobre ellos circula una arroyada de agua discontinua e intermitente.

Geotecnia.- Esta formación posee una permeabilidad que oscila de alta a moderada, y que se produce por percolación. Su capacidad portante oscila de moderada a baja. Se considera totalmente ripable por medios mecánicos normales.

Las pendientes naturales son muy tendidas, y su estabilidad es buena en términos generales.

Los taludes de excavación en este grupo son de dimensiones muy reducidas, y no van a presentar problemas de relevancia alguna.

DEPOSITOS LACUSTRES, I.

Litología.- Este grupo litológico está constituido por limos y arcillas expansivas (montmorilloníticas), con abundantes sales de disolución de las áreas adyacentes. Los suelos aquí generados son de tipo AC, donde el horizonte C está formado por arcillas de fondo de charca. (Véanse Fotos 8 y 9).

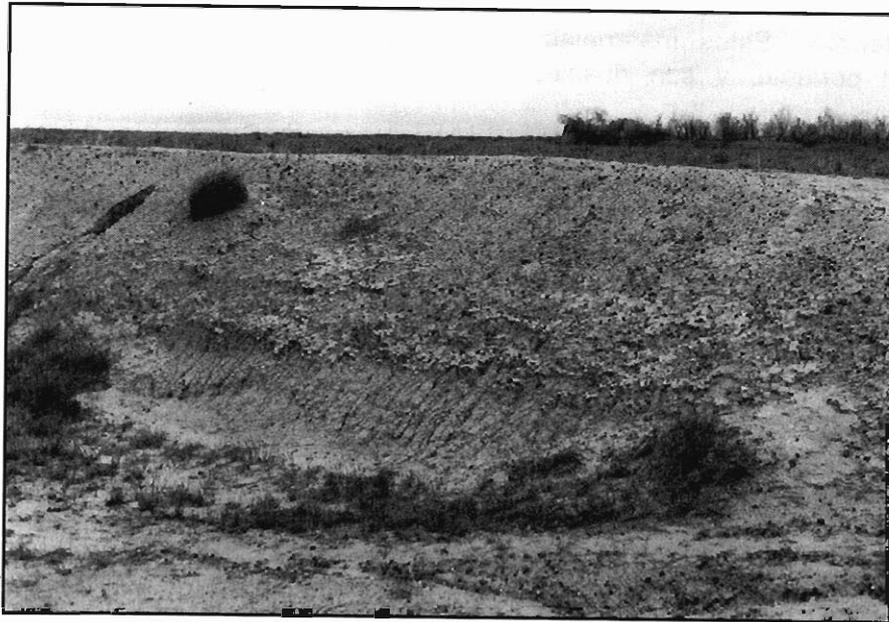


Foto 8.- Pequeña excavación realizada en la Laguna de la Nava, donde se pueden observar los limos, arcillas y margas carbonatadas que la constituyen.

Estructura.- Se trata de depósitos horizontales, depositados en el fondo de la laguna endorreica, que se encuentran actualmente desecada y saneada. Son depósitos poco potentes (no suelen sobrepasar los 2 m).



Foto 9.- Llanura estructural de la Laguna de La Nava (aproximadamente 20 Km²), desecada actualmente, y dedicada a la agricultura.

Geotecnia.- Estos materiales son impermeables, tienen baja o muy baja capacidad portante, y son ripables.

TERRAZA ALUVIAL, A1.

Litología.- Es una terraza constituida por limos más o menos arenosos, con abundante grava silíceas dispersa y lechos de grava y arenas, esencialmente silíceas.

Estructura.- Este grupo representa geomorfológicamente la terraza baja aluvial de los ríos más importantes que cruzan el Tramo. (Véase Foto 10). Los lechos de gravas y arenas presentan una disposición irregular, como corresponde a los materiales depositados en un antiguo cauce meandriforme, y su proporción es en general inferior a la de los limos, que suelen constituir el horizonte superior de la terraza. La potencia de estas terrazas suele oscilar entre 1 y 3 metros.

Geotecnia.- Son materiales permeables por percolación. Existe un horizonte freático a pocos metros (2 a 3 m) de la superficie. Tiene una capacidad de carga moderada y puede dar lugar a asentamientos diferenciales. Son materiales perfectamente ripables.

Forman superficies llanas. Se dan fenómenos de erosión fluvial en el escarpe del río.



Foto 10.- Cauce del río Arlanzón. En segundo plano se observa el grupo litológico A1 que corresponde a la llanura de inundación. Proximidades de la población de Quitana del Puente.

TERRAZAS, T.

Litología.- Estas terrazas están constituidas por gravas y arenas poligénicas, que presentan abundantes limos y caliches de cementación. Existe un dominio importante de los clastos de naturaleza cuarcítica.

Estructura.- Son depósitos que tienen una disposición horizontal y una topografía característica llana. (Véase Foto 11). Poseen en conjunto una estructura tabular, e interiormente es muy frecuente hallar estratificaciones cruzadas en surco. Geográficamente se sitúan en las vegas de los ríos más importantes que cruzan el Tramo del Estudio (Arlanza, Arlanzón, Pisuerga y Carrión). Se estima que la potencia de estos depósitos puede variar entre 2 y 5 metros.

Geotecnia.- Son materiales permeables por percolación. Puede existir un horizonte freático a poca profundidad. Forman superficies llanas. Los escarpes de terraza resultan muy degradados por derrames de los materiales detríticos en los bordes. La capacidad portante es media, y podrán producirse asientos diferenciales, en especial si instala un freático libre y variable, a poca profundidad. En la cimentación de estructuras importantes, las cargas habrá que remitirlas al substrato, que será normalmente de carácter margo-arcilloso o detrítico de naturaleza arcillo-arenosa. Son materiales perfectamente ripables.



Foto 11.- Vista de una gravera que explota las terrazas del río Pisuerga (grupo litológico T) entre Venta de Baños y Magaz.

Los taludes excavados en estos materiales son normalmente pequeños y pronunciados, y no presentan problemas de relevancia.

En taludes de excavación de alturas medias, en los que este grupo pueda quedar colgado sobre materiales margo-arcillosos, se podrán presentar problemas de estabilidad si se instala un horizonte freático en el contacto de ambos grupos.

3.1.5 Grupos geotécnicos

En este apartado se agrupan, según ciertas características geotécnicas comunes, las formaciones geológicas individualizadas en el apartado anterior. A estas agrupaciones se les denomina en este Estudio, "grupos geotécnicos", y son las siguientes:

G1: Aluviones actuales de gravas y arenas.- Son depósitos de gravas y arenas de naturaleza poligénica, en los que domina el carácter silíceo. Los limos son muy abundantes en estos materiales. Se han detectado problemas de dinámica fluvial. Se trata de depósitos adecuados o tolerables para pres-tamos. Este grupo geotécnico G1 lo constituye el grupo litológico A.

G2: Terraza baja aluvial.- Se trata de limos más o menos arenosos, con gravas y arenas silíceas que constituyen lechos importantes y discontinuos. Se han detectado problemas locales de escorrentía superficial. La capacidad portante oscila de media a baja, localmente. En estos materiales, es posible la formación de asientos diferenciales. Materiales adecuados o tolerables como préstamos. Este grupo geotécnico G2 solo lo constituye el grupo litológico A1.

G3: Materiales detríticos constituidos mayoritariamente por gravas y arenas, de naturaleza silícea y, en menor proporción, calcárea.- Formaciones permeables. Sin problemas mencionables en taludes naturales o de excavación. Sólo cuando los materiales detríticos quedan colgados sobre materiales margo-arcillosos y existe un freático (muy posible) en el contacto entre ambas formaciones (detrítica y margo-arcillosa), habrá problemas de estabilidad en los taludes. Circunstancialmente pueden existir roturas de gravedad en los bordes de terraza. La capacidad portante es moderada. Debe preverse la posibilidad de que puedan darse asientos diferenciales, en especial si existen freáticos libres en el contacto de este grupo con un substrato impermeable margo-arcilloso. Materiales adecuados o tolerables para ser utilizados como préstamos. En la Zona 1, este grupo geotécnico G3 solo está constituido por el grupo litológico T.

G4: Coluviales, aluviales y coluvio-aluviales de pequeños arroyos.- Materiales de naturaleza limo-arcillosa con proporciones muy variables de cantos y lentejones de gravas calcáreas y silíceas. La permeabilidad es baja, en general, por percolación. La capacidad portante oscila de baja a muy baja. Los materiales de este grupo geotécnico resultan poco útiles para préstamos, por la proporción de finos y materia orgánica. En la Zona 1, este grupo geotécnico está constituido por los grupos litológicos (ca), (C), (c), (D), (d), (a), (ga), (g) y (l).

3.1.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona

Debido a la ubicación de la Zona 1, en las vegas de los ríos más importantes del Tramo, no se van a detectar problemas geotécnicos de relevancia, salvo en áreas muy puntuales. Los problemas hidrológicos vendrán por el frecuente carácter agresivo de las aguas de escorrentía y freáticas, y la existencia de freáticos libres y colgados en el contacto entre las terrazas y las formaciones terciarias impermeables, con la influencia correspondiente, negativa, en su estabilidad. Los problemas a tener más en cuenta en esta Zona serán los geomorfológicos, que surjan por el discurrir de las aguas superficiales y las crecidas de los grandes cauces. Se han detectado pequeños movimientos de terreno, en los escarpes de las terrazas, que habrá que tener en cuenta en el diseño de las pendientes de los taludes. Problemas

relativos a la pérdida puntual de la capacidad portante de un determinado grupo litológico, como consecuencia de procesos de lavado de finos, serán problemas muy localizados que habrá que tener en cuenta en el diseño de estructuras.

3.2. ZONA 2: RELIEVES TERCIARIOS

3.2.1. Geomorfología

La Zona 2 del Tramo de estudio está ubicada sobre los materiales de edad terciaria y pliocuaternaria. Se apoya sobre materiales calizos, margosos, arcillosos, yesíferos y conglomeráticos dispuestos subhorizontalmente.

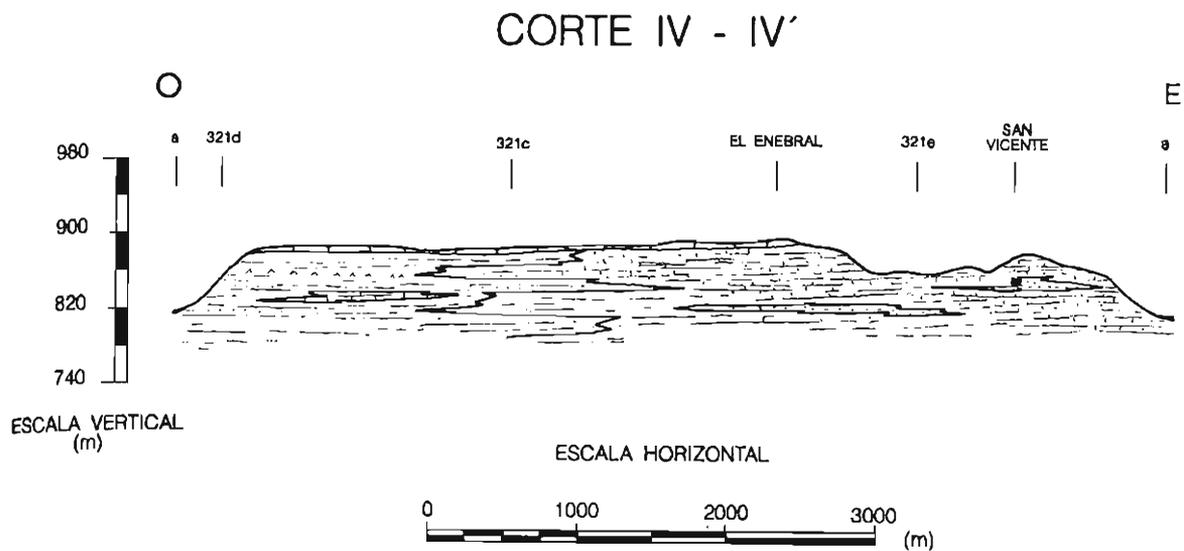
El relieve está formado por laderas concavas, que están culminadas por superficies subhorizontales (con una pendiente del uno por mil hacia el Sureste), que contienen las áreas más elevadas del Tramo. Estas superficies están constituidas, en su mayor parte, por costras carbonatadas (superficies del páramo) y por conglomerados de cantos de cuarcita y matriz arenosa sin cementar (superficies de la raña). (Véanse Figuras 18 y 19).

Las superficies de los páramos están formadas por superficies calcáreas que son el resultado de una fase de arrasamiento erosivo (fase iberomanchea II). Existen relieves residuales de esta fase erosiva, como pequeños cerros - testigos que se elevan unos 10 metros por encima del nivel del páramo inferior o las mesas del páramo alto en el extremo Noreste del Tramo.

Con anterioridad a la formación de la superficie de erosión-sedimentación, existen signos evidentes de karstificación en las calizas pontienses del páramo, como es el caso del potente suelo de arcillas de decalcificación ("terra rosa") existente sobre y dentro de las calizas del páramo.

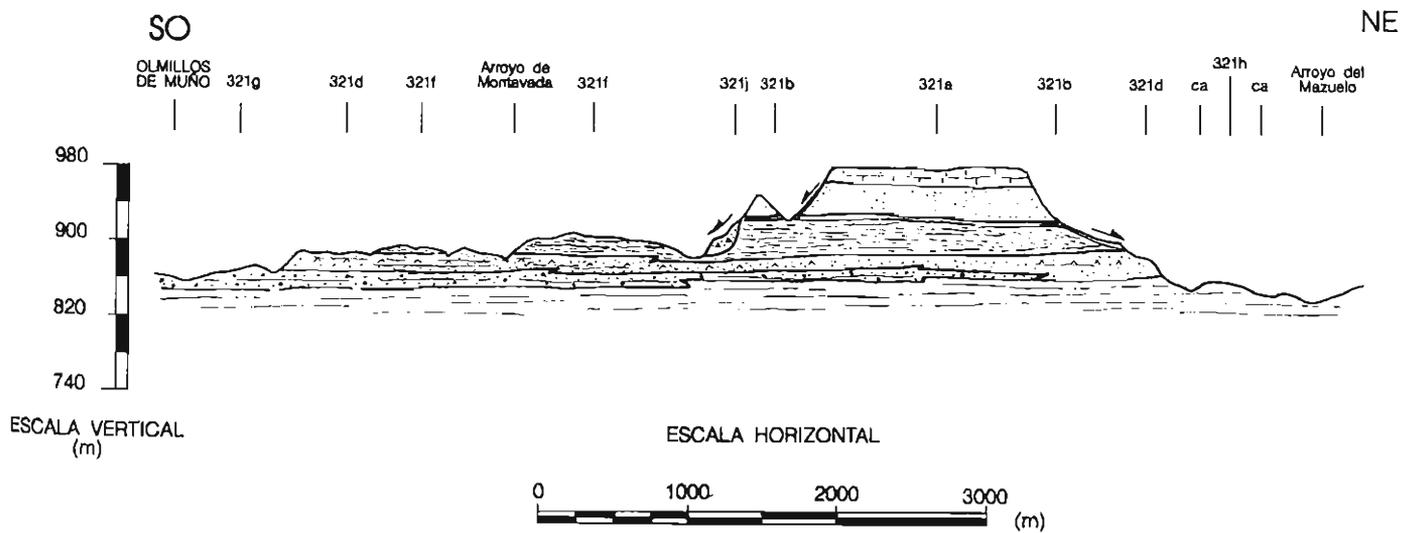
Signos actuales de karstificación son los lapiares, a modo de estructuras menores que generan un sistema de canales perpendiculares a la estratificación, de escala centimétrica o decimétrica, que dan un carácter oqueroso a la superficie del páramo. La estructura de los suelos se caracteriza por tener: a) Un horizonte superior muy rico en materia orgánica seguido de otros dos horizontes donde en el superior ha habido una sustitución de parte de la materia orgánica por materia mineral, y el inferior ha sido lavado de los materiales finos. b) un horizonte intermedio de acumulación de arcillas. c) Y un horizonte C constituido por la "terra rosa".

Dependiendo del grado de erosión del suelo, la estructura anteriormente descrita puede variar de tener todos los horizontes a poseer únicamente los dos últimos, más profundos.



LEYENDA DEL CORTE IV-IV'

- a .- Aluvial.
- 321c .- Páramo inferior.
- 321e .- Calizas margosas y margas.



LEYENDA DEL CORTE V-V'

- ca .- Coluvio - aluvial.
- 321a .- Calizas del páramo superior.
- 321b .- Arcillas y limos.
- 321d .- Margas, margo-calizas, calizas y yesos.
- 321f .- Arcillas, limos, arenas y margas.
- 321g .- Arcillas y limos rojizos, con lentejones de arenas conglomeráticas.
- 321j .- Grandes masas deslizadas.

Figura 18.- Cortes geológicos IV-IV' y V-V', pertenecientes a la Zona 2.

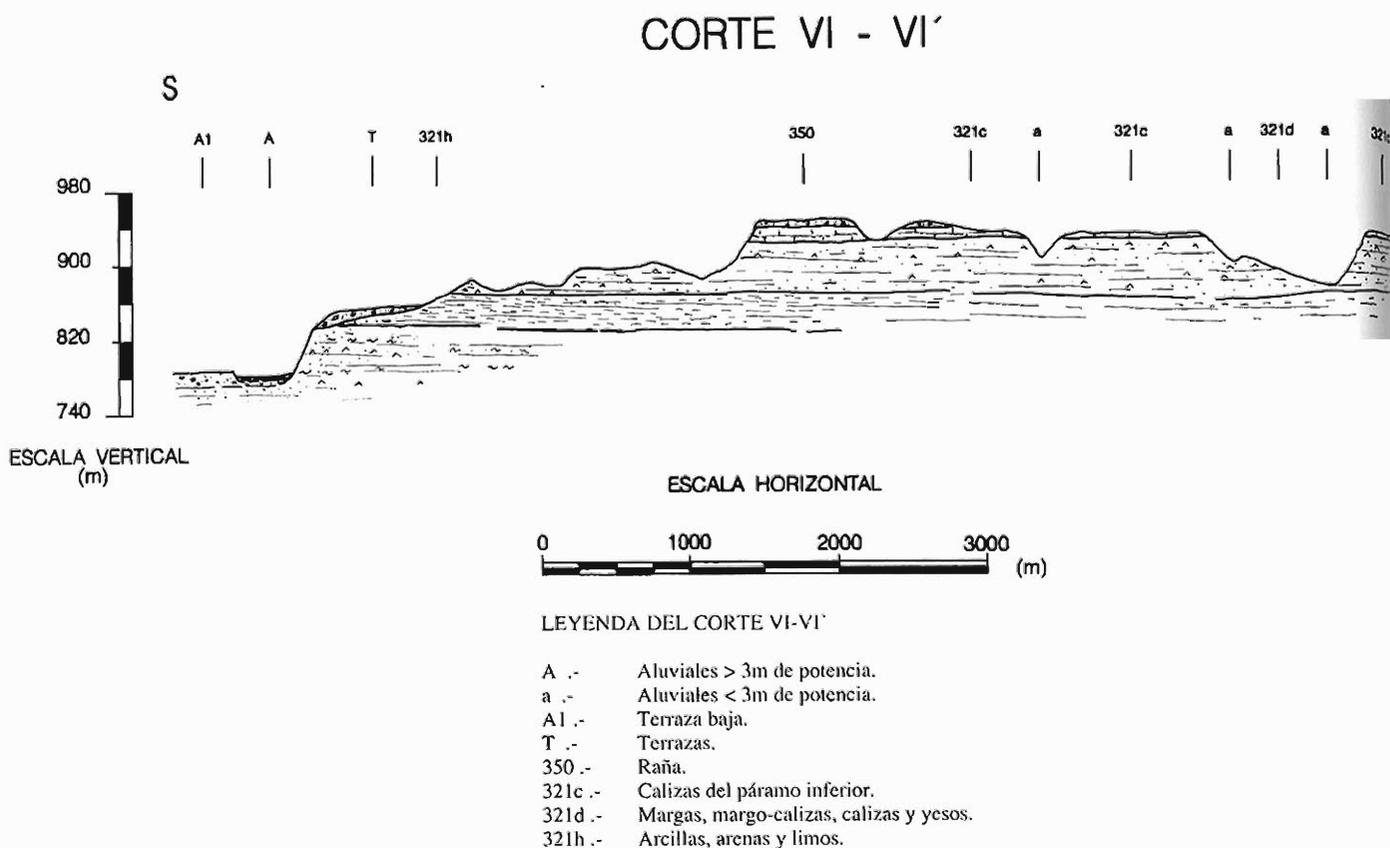


Figura 19.- Corte geológico VI-VI', perteneciente a la Zona 2.

Estructuras mayores resultantes de la karstificación son las dolinas y uvalas, de cientos de metros de diámetro y tan solo 5 metros de profundidad. Están generadas por disolución normal y están rellenas de "terra rosa".

Algunos autores afirman que en algunas áreas de la cuenca del Duero la superficie del páramo superior es una superficie estructural. Afirmer tal postulado en nuestro Tramo del estudio es arriesgado puesto que la superficie aflorante del grupo (321a) es bastante pequeña.

Por último, la "superficie estructural" del páramo superior se pone en contacto con la superficie de arrasamiento del páramo inferior mediante una "cuesta" de muy baja pendiente que constituye localmente un glacis.

En contraposición con la superficie del páramo, la superficie de la raña está constituida por un conglomerado de cantos cuarcíticos inmersos en una matriz principalmente arenosa y sin cementar. El perfil de la superficie de la raña coincide con el de la superficie de arrasamiento de las calizas del páramo. La raña únicamente aparece en el Tramo, en el área situada al

Este (área central de la Hoja de Santa María del Campo) y está relacionada con ambientes deposicionales de las superficies de erosión-sedimentación.

Se han detectado importantes deslizamientos rotacionales de carácter fósil en las laderas del páramo. Estos grandes movimientos conforman el perfil del páramo, presentando la cartografía del escarpe una morfología de "media luna". Es muy frecuente encontrar al pie de estas formas semicirculares, grandes masas alóctonas y fósiles procedentes de ladera arriba. Por otra parte, la rotura gravitacional del escarpe del páramo provoca escalonamiento, inclinación y descenso de muchas áreas del mismo.

La campiña o tierra de campos está constituida por un relieve alomado, esculpido sobre los materiales detríticos del grupo litológico (321h). Suele estar recubierta de suelos fersialíticos, rojos, con las siguientes características: a) Un horizonte A pobre en materia orgánica y que ha sufrido un lavado de arcillas. b) Un horizonte B donde en la parte superior se han acumulado las arcillas lavadas en el horizonte A, y la inferior está enriquecida en carbonatos. c) Un horizonte C constituido por los materiales terciarios.

Por último, las laderas que enlazan las superficies de los páramos con los bordes de los valles en artesa constituyen un elemento morfológico ampliamente extendido. En ellas se desarrollan en la actualidad procesos activos de erosión y acumulación, así como movimientos gravitacionales de amplia superficie. La ausencia de una masa de vegetación importante sobre estos terrenos de naturaleza margosa es causa de la fuerte erosión que se ceba sobre estas laderas. Además la existencia de acuíferos colgados sobre las margas y arcillas impermeables, creados por los niveles calizos de los páramos que se les superponen, o por otros niveles permeables, calizos o detríticos, que se les intercalan a media ladera, ha creado las condiciones idóneas para que a lo largo de los procesos de erosión y configuración de las laderas, se produjeran y se produzcan actualmente grandes movimientos de gravedad, especialmente significativos en aquellas áreas donde la labor de zapa de los ríos en la margen cóncava de los meandros ataca directamente la base de la ladera del páramo.

3.2.2. Tectónica

En la Zona 2 se han detectado los episodios tectónicos que se describen a continuación.

El primer episodio tectónico en la Zona 2 está datado a finales del Mioceno Inferior, y está constituido por las fases castellana y neocastellana. Estas fases traen consigo la individualización de la cuenca sedimentaria encerrada entre las alineaciones montañosas galaico-leonesas, y las cordilleras Cantábrica, Cordillera Ibérica y Central, y que en la actualidad constituye la cuenca del Duero, en la cual se emplaza el Tramo de Estudio.

Durante el Mioceno superior hasta el Pontiense, se ha detectado como las lineaciones NE-SW y NW-SE de herencia hercínica controlan la distribución del tipo y potencia de sus facies. Esto supone que durante la deposición de estos materiales existió una actividad tectónica que fue determinante para la actual distribución de sus facies.

El siguiente episodio tectónico estaría relacionado con un cambio en las condiciones ambientales y sedimentarias, inducido por los esfuerzos geodinámicos que afectaron al área de estudio. Una prueba sedimentológica de este episodio tectónico estriba en la distribución de las facies del grupo litológico (321b) está controlada por lineaciones de dirección N-S, de herencia hercínica. Desde el punto de vista geodinámico, consecuencias de este cambio, son los suaves pliegues encontrados en el páramo (Foto 12) y la discordancia existente entre los materiales de los grupos (321b) y (321c).

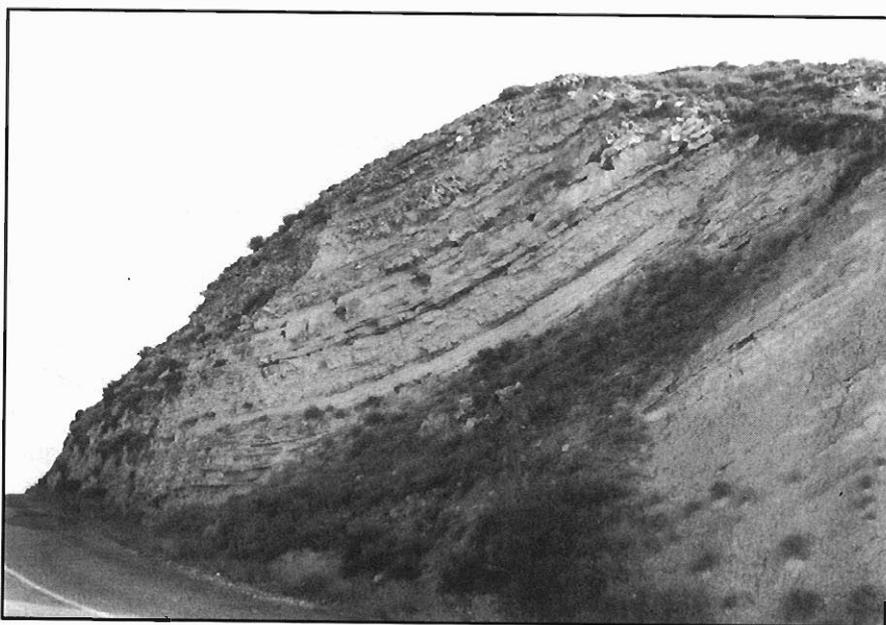


Foto 12.- Suave pliegue observado en un talud construido en las calizas del páramo (grupo litológico 321c), y la serie margo-yesífera inferior (grupo 321d). Carretera de Hornillos de Cerrato a Baltanás.

Un posterior episodio tectónico acaecido en la Zona 2, es la fase rodánica o iberomanchea II que da origen a la superficie de erosión-acumulación de la raña y bisela los depósitos pontienses en el Plioceno Superior.

Por último, se han detectado fracturas tensionales que afectan al páramo y que están relacionadas con grandes movimientos gravitacionales. Debido a las dimensiones de estos movimientos gravitacionales, la existencia de sismos históricos registrados en la cuenca del Duero, y la coincidencia geográfica de

estos deslizamientos con las grandes lineaciones detectadas por foto aérea e imágenes de satélite, se podrían asociar estas fracturas tensionales a un episodio neotectónico.

3.2.3. Columna estratigráfica

La columna estratigráfica de la Zona 2 se contempla en la Figura 20.

COLUMNA LITOLOGICA	GRUPO LITO.	GRUPO GEOT.	DESCRIPCION	EDAD
	a	G-1	Aluvial < 3m	CUATERNARIO
	ca	G-4	Coluvio - aluvial	CUATERNARIO
	c	G-4	Coluvial	CUATERNARIO
	Cl	G-4	Coluvial de fuerte pendiente	CUATERNARIO
	d	G-4	Cono de deyección	CUATERNARIO
	g	G-4	Glacis	CUATERNARIO
	T	G-3	Terraza	CUATERNARIO
	350	G-3	Raña : conglomerado	PLIO-CUATERNARIO
	321a	G-5	Calizas del páramo superior	TERCIARIO
	321b	G-6	Arcillas y limos	TERCIARIO
	321c	G-5	Calizas del páramo inferior	TERCIARIO
	321d	G-6	Margas, margo-calizas, calizas y yesos	TERCIARIO
	321e	G-8	Calizas margosas y margas	TERCIARIO
	321f	G-6	Arcillas, limos, arenas, margas yesíferas y niveles de calizas margosas	TERCIARIO
	321g	G-7	Arcillas y limos rojizos con lentejones de arenas conglomeráticas	TERCIARIO
	321g1	G-7	Areniscas compactadas y conglomerados	TERCIARIO
	321h	G-7	Arcillas, arcas y limos.	TERCIARIO
	321i	G-6	Margas blancas y grises.	TERCIARIO
	321il	G-8	Calizas margosas.	TERCIARIO
	321j	G-9	Grandes masas deslizadas	TERCIARIO

Figura 20.- Columna estratigráfica de la Zona 2.

3.2.4. Grupos litológicos

En este apartado se describen la litología, estructura y características geotécnicas de las formaciones geológicas que se han individualizado dentro de la Zona 2.

ALUVIAL, a.

GLACIS, g.

COLUVIO-ALUVIAL, ca.

COLUVIAL, c.

CONOS DE DEYECCION, d.

TERRAZAS, T.

Estos primeros cuatro grupos, se han descrito en la Zona 1 ya que es donde adquieren una mayor importancia.

COLUVIALES DE FUERTES PENDIENTES, C1.

Litología.- Este grupo litológico está constituido por coluviales formados por cantos y bloques calizos de todas dimensiones y englobados en una matriz arcillosa y margo-yesífera. Han sido creados por procesos inestables (desprendimientos y deslizamientos) que afectan a las laderas constituidas por los grupos litológicos (321c) (caliza de los páramos) y (321d) (margas, margo-calizas, calizas y yesos). (Véanse Fotos 13 y 14). Estos materiales están a su vez involucrados en procesos latentes de reptación y deslizamiento, bien como horizonte inestable sobre las margas yesíferas del grupo (321d), o bien acompañando a deslizamientos más profundos que implican a los materiales de dicha formación terciaria.

Estructura.- Se trata de derrubios de ladera que poseen una estructura masiva y que se encuentran afectados por procesos de reptación y de deslizamientos de ladera. Su potencia oscila de 0,5 a 4 metros (puntualmente puede ser bastante mayor).

Geotecnia.- Estos depósitos coluviales conforman laderas con pendientes altas, y que presentan en general una estabilidad natural, crítica, que se traduce en reptaciones y deslizamientos muy superficiales de ladera. La permeabilidad varía de media a baja, y se produce por percolación. La capacidad portante debe considerarse en general baja y muy baja. El grupo es fácilmente ripable.

Los taludes excavados en esta formación normalmente son de dimensiones reducidas o, como mucho, medias. Las pendientes existentes suelen ser inferiores a los 45°, aunque en algunos casos de coluviales formados por un gran porcentaje de cantos y escasa matriz limo-arcillosa, son fuertes. Los

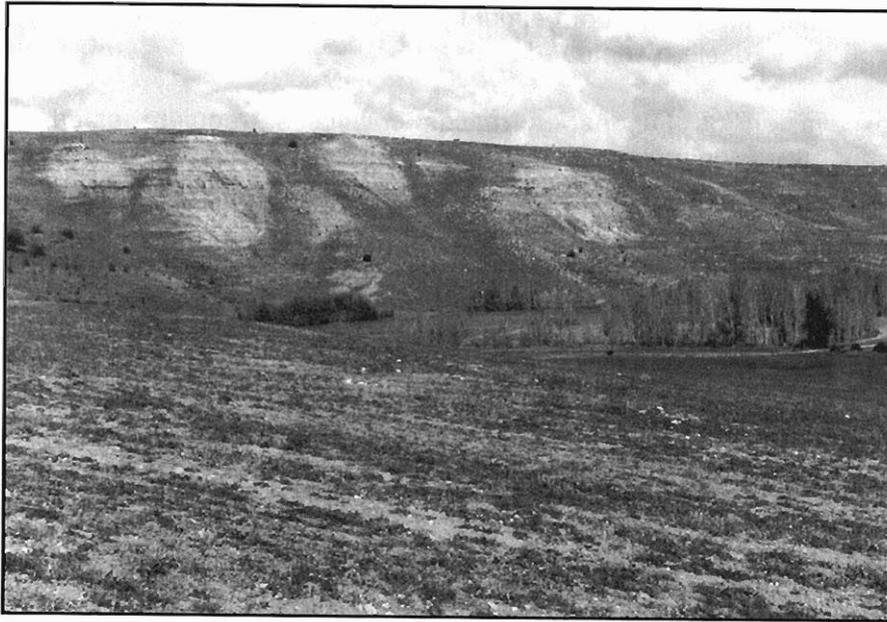


Foto 13.- Vertiente recubierta parcialmente por derrubios de ladera correspondientes al grupo litológico C1. Los materiales que constituyen el substrato de la ladera son los correspondientes a los grupos litológicos (321c), (321d) y (321h). Proximidades de Valbuena de Pisuerga.

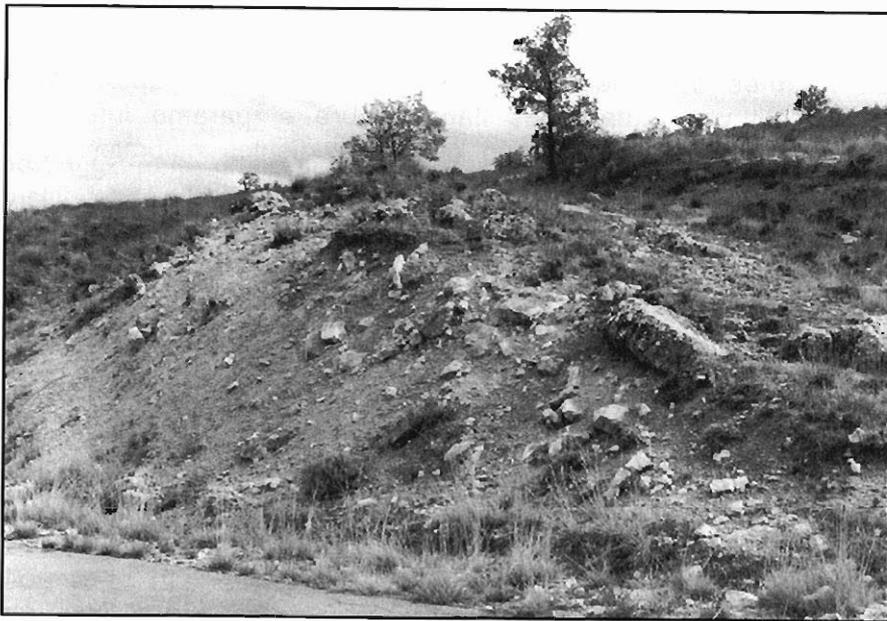


Foto 14.- Zonas altas de las vertientes en las proximidades de Valbuena de Pisuerga. Las calizas del páramo, rotas y desorganizadas por deslizamientos en profundidad de los materiales margo-yesíferos inferiores, inician la formación del manto coluvial C1, creado, e involucrado a su vez, por y en procesos latentes de desprendimientos, reptación y deslizamientos.

problemas observados son normalmente la erosión, desprendimientos de cantos y bloques, y deslizamientos de masas.

La excavación de taludes en masas coluviales, requiere estudios detallados de naturaleza geomorfológica, dada la frecuencia con la que este grupo se presenta asociado a deslizamientos de ladera, que afectan así mismo al substrato. En principio es recomendable no dar pendientes superiores a 45°. Las surgencias de agua al pie de depósitos coluviales debe alertar siempre sobre posible existencia de inestabilidades.

RAÑA, 350.

Litología.- Este grupo litológico está constituido por un conglomerado de cantos cuarcíticos inmersos en una matriz principalmente arenosa y sin cementar.

Estructura.- Esta formación constituye una superficie de erosión-sedimentación que coincide con el perfil de erosión del páramo. Posee una estructura tabular, y tiene escasa continuidad lateral y una representación cartográfica pequeña, ya que solo aflora en el área central de la Hoja de Santa María del Campo. Su potencia oscila entre 0,5 y 2 metros.

Geotecnia.- Se trata de materiales poco permeables por percolación. Son materiales ripables con medios mecánicos normales. Capacidad portante moderada. Constituyen plataformas llanas sobre el páramo inferior y no se han detectado problemas de mención en sus vertientes naturales. Los taludes de excavación recomendados no deberán superar los 45°.

CALIZAS DEL PARAMO SUPERIOR, (321a).

Litología.- Este grupo litológico está constituido por calizas vacuolares, micritas, pelmicritas, palesparitas e intraesparitas, algunas veces con dismicrita, en bancos métricos separados por juntas margosas.

Un componente característico son los ooides y los intraclastos redondeados y subredondeados, que dan a la caliza un aspecto pisolítico.

Estructura.- Los materiales de este grupo litológico se encuentran situados en el extremo NE del Tramo de estudio. Se disponen subhorizontalmente sobre el grupo litológico (321b), componiendo una morfología de mesas que constituyen relieves residuales del episodio erosivo que conformó el nivel de arrasamiento que actualmente se observa sobre el páramo inferior. (Foto 15).

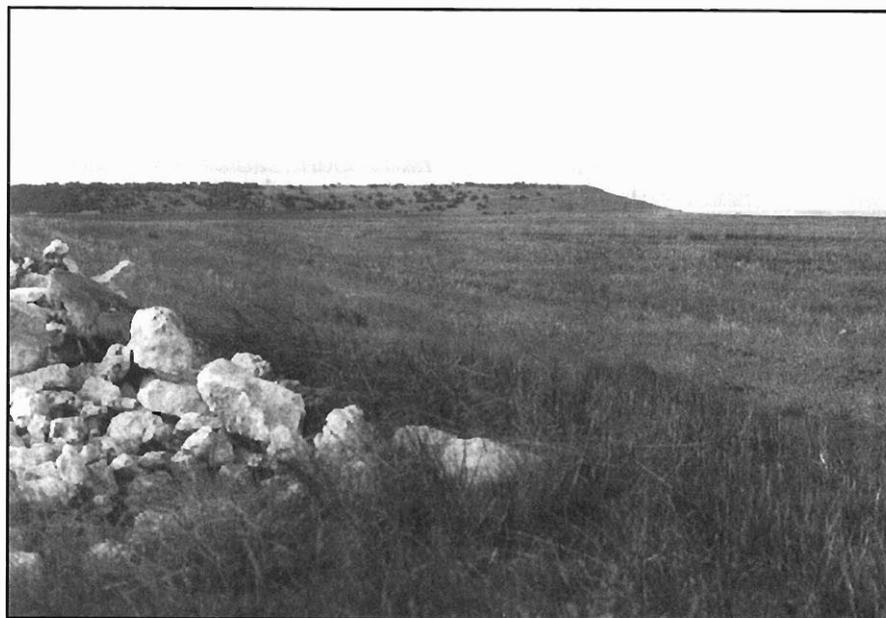


Foto 15.- Superficie del páramo inferior en primer plano. Al fondo se observa la superficie del páramo superior, con las rampas ocupadas por el grupo litológico (321b). Proximidades al cerro de La Muela.

La potencia de este grupo litológico varía entre 1 y 5, metros debido principalmente a los cambios laterales que se producen en sus facies.

Geotecnia.- Este grupo litológico ocupa en el Tramo una reducida extensión, constituyendo una pequeña plataforma o páramo en la cual se sitúa el punto más alto del mismo, y a la que difícilmente podría afectar alguna obra vial. Por otra parte, dado que sus características geotécnicas son en todo semejantes a las del grupo (321c), que constituye amplias superficies en la zona estudiada, se remite a la descripción hecha en dicho grupo.

ARCILLAS Y LIMOS, (321b).

Litología.- Este grupo está formado esencialmente por arcillas negras y rojas, a veces por limos de los mismos colores, y por algún horizonte calcáreo intercalado. Las arcillas tienen un contenido importante de illita (90%), y el resto está constituido por caolinita (10%). Las arcillas poseen una fracción muy fina de cuarzo y calcita.

Estructura.- Son materiales que poseen una disposición horizontal o subhorizontal y que están situados entre los dos paquetes calcáreos que constituyen los niveles del páramo inferior y superior. La potencia aproximada de

este grupo litológico oscila entre 20 y 25 metros. Existe un horizonte calcáreo intercalado de 1 metro de potencia.

Geotecnia.- Son materiales poco o nada permeables. Se consideran ripables por medios mecánicos normales. La capacidad portante se estima moderada.

Constituyen superficies muy tendidas sobre el páramo superior cuando ha sido erosionada la capa caliza del primer páramo. Cuando los dos páramos existen, constituye una ladera de pendiente acusada a su pie y muy inestable por deslizamiento de gravedad.

No existen taludes de excavación debido a la cota topográfica a la que se encuentran estos terrenos, y no es probable que se construyan para vías importantes. No obstante, de realizarse, requerirían estudios detallados de las condiciones geomorfológicas cuando se situaran bajo las calizas del páramo superior. En el caso de no existir estas últimas, se aconseja que las pendientes no superen los 45°.

CALIZAS DEL PARAMO INFERIOR, (321c).

Litología.- Este grupo litológico está constituido en su base por 5 metros de calizas microcristalinas, estratificadas en capas de 0,2 a 0,4 metros, separadas por juntas centimétricas margosas. (Fotos 12 y 16).



Foto 16.- Pequeña explotación abandonada de las calizas del páramo inferior, pertenecientes al grupo litológico (321c), al Norte de Villamediana. Puede observarse un suelo constituido por arcillas de decalcificación y cantos calizos, recubriendo a las calizas.

Sobre esta base se deposita un paquete de potencia variable, debido a que su techo está arrasado por una fase erosiva, constituido por bancos de 1 a 2 metros de potencia, de calizas micríticas, algo recrystalizadas, conteniendo un 15% de esparita. Este paquete rocoso se presenta muy compacto y karstificado. El proceso de alteración y karstificación de las calizas del páramo inferior ha dado lugar a la presencia muy constante de suelos, en general poco potentes, de arcillas rojas, que a veces rellenan cavidades (dolinas) amplias, pero muy poco profundas (menores de 5 m). Asimismo, en algunas áreas este proceso de alteración de las calizas o margocalizas ha dado lugar a la formación de un nivel importante de arcillas carbonatadas, nodulosas, de tonos muy rojizos, que llegan a superar los cuatro metros de potencia. Este horizonte arcilloso adquiere un desarrollo importante bajo las calizas del denominado "páramo de castañeda", situado al Sur de la población de Hontoria de Cerrato. Las calizas no presentan aporte detrítico alguno y están separadas por juntas e interbancos margosos.

Estructura.- Los depósitos constitutivos de este grupo tienen una disposición subhorizontal y se encuentran arrasados por una superficie de erosión. Localmente se ha observado un ligero plegamiento, que se pone de manifiesto en el suave ondulamiento de la superficie del páramo a través de leves abombamientos.

Cartográficamente se puede deducir una inmersión de la superficie de estratificación de los grupos (321a), (321b) y (321c) hacia el SO, atribuible según los autores a una paleosuperficie deposicional.

Este grupo litológico está constituido por una alternancia tableada de bancos de calizas a veces vacuolares y con textura granular, separadas por juntas y pasadas margosas.

La potencia de este grupo litológico es muy variable, debido a dos razones. La primera es que existen cambios laterales de facies bastante importantes, y la segunda razón es que la superficie del páramo no es estructural, sino que es el resultado de una superficie de arrasamiento. De esta manera, la potencia del páramo oscila de 1 a 10 metros.

Geotecnia.- Las calizas de los páramos son permeables por fisuración y karstificación. El agua que se infiltra a través de ellas queda retenida en los niveles margosos y margo-yesíferos inferiores, creando uno o varios horizontes freáticos colgados en las laderas, que se ponen de manifiesto mediante surgencias.

Los materiales de este grupo, en general, no se consideran ripables por medios mecánicos normales. No obstante, debido a los cambios laterales de facies, algunos niveles o zonas sí serán ripables, aunque esta circunstancia sólo podrá definirse con estudios detallados en cada caso.

En general, la capacidad de carga de estos terrenos debe estimarse comprendida entre alta y muy alta. No obstante, deben mantenerse algunas reservas en razón de las siguientes circunstancias: a) Zonas de borde en donde pueden existir áreas falladas por gravedad. b) Existencia de núcleos karstificados y rellenos de arcillas de descalcificación. c) Existencia de horizontes arcillosos y margosos importantes, intercalados entre las calizas o que suponen cambios laterales de facies en las mismas. d) Posible existencia de horizontes freáticos variables y a poca profundidad.

Las calizas constituyen llanuras casi perfectas, en cuyos bordes, normalmente escarpados, sufren con frecuencia inflexiones y escalonamientos debidos a roturas gravitacionales. (Foto 17).



Foto 17.- Rotura gravitacional en el borde de la superficie del páramo. P.K. 50 de la carretera de Hornillos de Cerrato a Baltanás.

Los taludes artificiales excavados en esta formación son generalmente de pequeña o mediana altura. Suelen tener pendientes muy fuertes, con tendencia a la subverticalidad, y en ellos suelen darse pequeños problemas de desprendimientos o desplomes por descalce de estratos, debido al tableado de capas y a la irregularidad litológica de los horizontes calcáreos, que se hacen con frecuencia más o menos margosos, intercalan lechos de margas, y pueden estar karstificados y muy diaclasados localmente.

Los taludes a excavar en esta formación admiten dos variantes, al menos, según que el corte afecte exclusivamente a esta formación, poco potente normalmente, o bien que afecte también a los materiales margosos y yesíferos subyacentes. En el primer caso, las pendientes que se podrán dar a los taludes serán muy fuertes, aunque debe procurarse siempre dejar una

berma amplia para la recogida de los muy probables desprendimientos. En el segundo caso, el talud quedará muy condicionado por la pendiente asignada a los materiales subyacentes, y aunque en muchos casos el nivel calcáreo correspondiente a este grupo litológico podría adquirir pendiente más acusada que la de los materiales inferiores, ello no es recomendable por la evolución prevista del talud a medio o largo plazo. Normalmente el talud, en estos casos, deberá tomar inclinaciones en torno a los 45°, y si la altura supera los 12 m aproximadamente, deberían establecerse bermas. Un suceso que podrá darse con frecuencia en este tipo de taludes es la presencia de aguas colgadas, que surgirán en el contacto caliza-marga. Cuando esto ocurra, es más que probable la existencia de estructuras de rotura gravitacional de la ladera o la aparición de inestabilidades. En estos casos se deberá estudiar detenidamente la estructura y morfología del área, a fin de detectar problemas potenciales o activos de inestabilidad.

MARGAS, MAGO-CALIZAS, CALIZAS Y YESOS, (321d).

Litología.- Este grupo litológico está constituido por margas blancas y grises, frecuentemente yesíferas con intercalaciones de tramos margo-calizos, calizos y de yesos. (Ver Foto 18).

En esta formación, de muro a techo se observan cuatro tramos:

En la base de la formación (grupo litológico (321d)) es muy frecuente encontrar tramos de calizas margosas, cuya potencia oscila normalmente entre 50 cm y 3 m. Cuando estos tramos adquieren una importancia significativamente cartografiada, se han incluido dentro del grupo litológico (321e). Las calizas presentan un aspecto vacuolar, poroso y granular.

Sobre el tramo calcáreo-margoso, se apoya un conjunto de margas blancas y grises, cuya potencia oscila entre 15 y 40 m. Las margas se encuentran generalmente muy carbonatadas y suelen contener, intercalados, algunos bancos calizo-margosos. Muchas veces, sobre todo en la Hoja de Torquemada, presentan yesos bien cristalizados en maclas de punta de flecha y "rosa del desierto". Los yesos aparecen siempre irregularmente y no forman nunca una secuencia clara.

Suele existir sobre el conjunto margoso, un nivel calizo que da un resalte en la morfología regional. Litológicamente es muy similar al nivel calcáreo-margoso de la base. Este nivel calizo está constituido por calizas margosas, vacuolares, porosas y de aspecto granuloso. Su continuidad lateral es muy escasa, y su potencia, por esta razón, es muy variable (entre 0,5 m y 4 m).

Por último, el techo de esta formación está constituido por un tramo margoso, de color blanco-grisáceo. Las características litológicas de este último tramo son muy parecidas a las del conjunto de margas blancas y grises aunque hay algunas diferencias. La más apreciable de ellas es la mayor

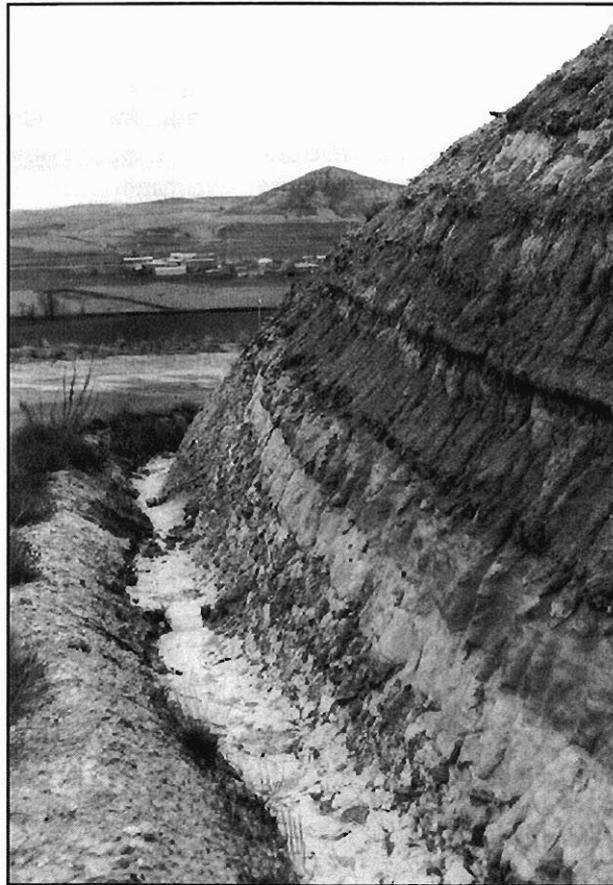


Foto 18.- Aspecto de las margas blancas y grises y de los niveles de yeso, pertenecientes al grupo litológico (321d), al Sur de Pedrosa del Príncipe.

abundancia y continuidad de los materiales yesíferos. Es normal la existencia de un horizonte de yesos detríticos, de 3 a 5 metros de potencia, muy continuo y que ha sido objeto de una explotación extensiva. Asociado a este nivel existen, embutidos en una masa arcillosa de color blanco de tipo sepiolítico, abundantes cristales de yeso, de grandes tamaños y en masas macladas. (Véase Foto 19). Cabe destacar que en este tramo es muy común hallar pequeños niveles de caliza margosa, que a veces se dan con relativa abundancia. La potencia aproximada de este último tramo es de 20 metros.

Estructura.- Los materiales de este grupo litológico tienen una disposición horizontal y subhorizontal. Cada uno de los tramos, conjuntos y niveles descritos con anterioridad poseen cambios laterales importantes en sus facies. De este modo, al Sur de la Hoja de Santa María del Campo, los tramos e intercalaciones calcáreo-margosas van adquiriendo importancia, hasta constituir



Foto 19.- Cristales de Yeso maclados embutidos en una masa arcillosa de tipo sepiolítico.

el grupo litológico (321e), de calizas margosas. Debido a los cambios laterales de facies, las intercalaciones calcáreas y yesíferas poseen una estructura lentejonar y una continuidad lateral difusa. La potencia aproximada de este grupo litológico varía entre 60 y 70 metros.

Geotecnia.- El grupo litológico (321d) debe considerarse impermeable en su conjunto. Sin embargo, hay que hacer la salvedad de que a favor de diaclasas y fracturas puede existir, y de hecho existe, una cierta circulación de agua a través del conjunto. Esto permite que el agua que se instala en el contacto de este grupo litológico con el inmediato superior calcáreo (321c), pueda pasar a mayor profundidad y emerger a distintos niveles de la ladera, constituyendo pequeños freáticos colgados. Las aguas tendrán normalmente naturaleza agresiva.

La capacidad de carga de estos terrenos debe considerarse moderada en términos globales, en apoyos a media ladera. Hay que hacer la salvedad de que la resistencia soporte puede hacerse baja frecuentemente, coincidiendo con terrenos de ladera afectados por deslizamientos. La posible presencia de niveles freáticos variables, y la solubilidad de algunos niveles de naturaleza yesífera, son características que pueden tener un matiz negativo en el valor resistente y estable de este grupo litológico. En su mayor parte, esta formación se considera ripable por medios mecánicos normales.

Las pendientes naturales oscilan de moderadas a fuertes, y es normal que exista una capa de recubrimiento coluvial sobre las mismas. Con mucha

frecuencia las vertientes que conforman este grupo litológico se ven afectadas por fenómenos de inestabilidad gravitacional que afectan así mismo al nivel calcáreo, superior, y al detrítico arcilloso, inferior. Estos fenómenos adquieren a veces gran desarrollo, implicando a volúmenes considerables de material. Existen estructuras fósiles que denuncian unos procesos gravitacionales bastante generalizados, y que fueron un mecanismo de ampliación de los valles durante el Pleistoceno. En la actualidad existen deslizamientos activos muy importantes.

Hay taludes artificiales excavados en esta formación de todos los tamaños. En general las pendientes dadas a los mismos son de 45° , aunque en algunas zonas existen taludes casi subverticales, asociados a los tramos más margo-calizos y yesíferos, y que presentan buena conservación o un deterioro lento. (Foto 20). Cuando las alturas sobrepasan la docena de metros, se suelen construir bermas. Los problemas observados normalmente en los taludes artificiales son la erosión y esporádicos deslizamientos superficiales en los niveles más margosos y alterados.

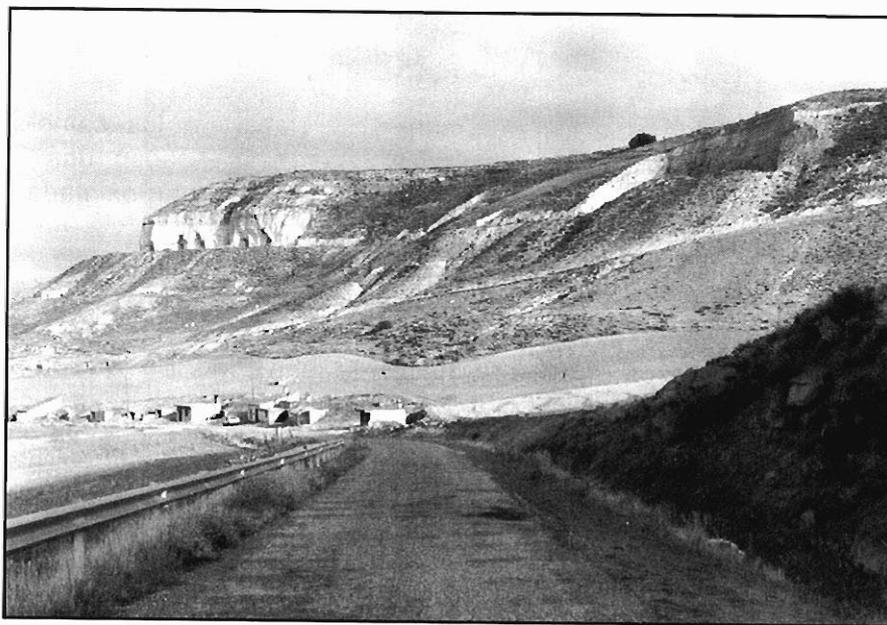


Foto 20.- Taludes subverticales excavados en antiguas explotaciones de yeso, en Hornillos de Cerrato. Grupo (321d).

Los taludes de excavación que pueden adoptarse en esta formación serán en principio los de 45° , aunque podrán ser mucho más fuertes si afectan a los tramos masivos de naturaleza más margo-caliza y yesífera. Las pendientes naturales fuertes (30° - 35°) y continuas, que enlazan los páramos con los valles, y que están desprovistas de recubrimientos, deben permitir normalmente taludes artificiales fuertes. No obstante, debe tenerse muy pre-

sente la posibilidad de conectar con áreas afectadas por roturas de vertiente fósiles, latentes o activas. Estudios detallados, estructurales y geomorfológicos, deben descubrir estos caracteres del terreno, relacionados muy estrechamente con afloramientos de agua a media ladera. En estas circunstancias los taludes a excavar requerirán la adopción de medidas especiales de diseño, tendentes a garantizar la estabilidad. (Foto 21).

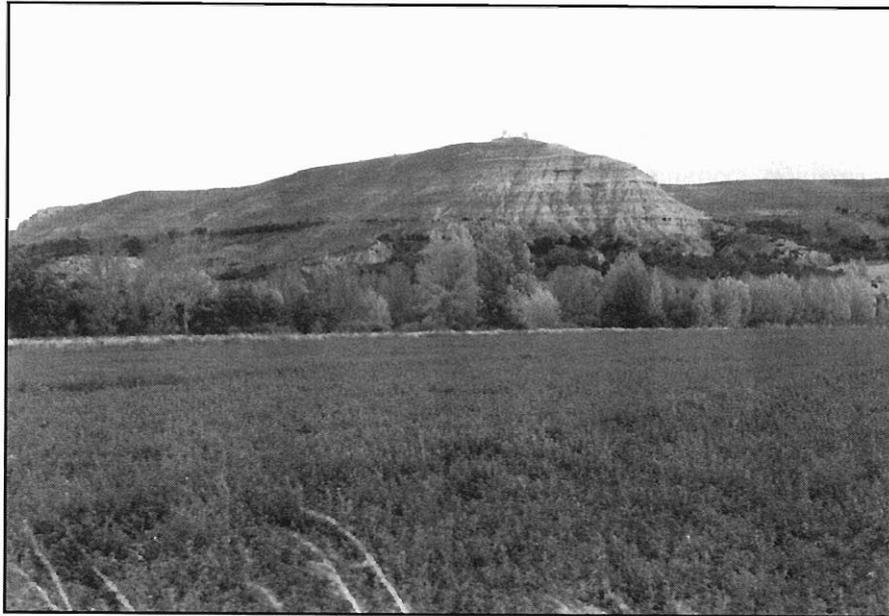


Foto 21.- Ladera natural en la vertiente del Páramo Llano de la margen izquierda del río Carrión, vista desde la terraza derecha, a la altura del P.K. 8 de la carretera N-615. En ella puede observarse una pendiente muy fuerte y acarcavada, y otra muy tendida y con un fuerte recubrimiento, en la que hay problemas de inestabilidad latente. En esta última área existen dos fuentes en el contacto de los grupos litológicos (321c) y (321d).

CALIZAS MARGOSAS Y MARGAS, (321e).

Litología.- Este grupo está constituido por calizas margosas y margas. En áreas cerca de las poblaciones de Peral de Arlanza, Escuderos y Cobos de Cerrato (esta última fuera del Tramo de estudio), este grupo litológico llega a transformarse casi totalmente en una caliza con débiles interbankos de margas o arcillas.

La caliza se presenta con una pasta muy fina, oquerosa y de color blanquecino. Se trata en definitiva de dismicritas, micritas y raras biomicritas.

Estructura.- Este grupo litológico está formado por un cambio lateral de facies del grupo litológico (321d), en el que los elementos calizos adquieren una significativa importancia. Se dispone subhorizontalmente. Posee una estructura tabular. Las intercalaciones margosas tienen forma lantejón y poca continuidad lateral. La compactación y dureza son altas. La potencia de este grupo litológico se estima en 60 metros.

Geotecnia.- En general es una formación poco o nada permeable. Localmente por fisuración y karstificación en los niveles calcáreos, una ligera permeabilidad puede permitir la existencia de pequeños freáticos colgados. Estos materiales, con medios mecánicos normales, poseen una ripabilidad marginal. Esta formación tiene en general una capacidad portante alta.

La formación constituye laderas con pendientes de moderadas a fuertes, en las que sólo cabe observar problemas de pequeños desplomes o desprendimientos por efectos de la erosión diferencial entre capas.

Existen taludes de excavación de alturas medias, fuera del Tramo, con pendientes muy acusadas, superiores al 1H:2V. Las inestabilidades existentes son las roturas de estratos en ménsula, creadas por erosión diferencial, y pequeños desprendimientos.

ARCILLAS, LIMOS, ARENAS, MARGAS YESIFERAS Y NIVELES DE CALIZAS MARGOSAS, (321f).

Litología.- Este grupo litológico está constituido por arcillas, limos y arenas rojizas. Es muy frecuente encontrar intercalaciones de margas yesíferas y calizas margosas, dentro de esta formación.

La base de este grupo litológico está representada, en su mayor parte, por un nivel de calizas margosas vacuolares, y de aspecto granular, cuya potencia no suele superar los 2 metros. Sobre este nivel carbonatado se apoya una serie de arcillas y limos rojizos, e intercalaciones de arenas irregularmente cementadas por carbonatos.

En esta formación es muy frecuente encontrar pequeñas intercalaciones de margas yesíferas y niveles de calizas margosas, que no suelen superar 1,5 metros de potencia.

En el nivel más alto de esta serie se incluye un horizonte calcáreo que, en alternancia con niveles arcillosos rojizos y arenas limosas, constituye el acuífero del nivel calcáreo del grupo (321c), que da lugar al páramo inferior hacia el Oeste del Tramo.

Estructura.- Esta formación es un cambio lateral de facies del grupo

(321d). A partir de la línea imaginaria que une las poblaciones de Olmillos de Muñó (237-2), Santa María del Campo (275-1) y Escuderos (275-1), las facies margosas y carbonatadas se van enrojeciendo, debido al aumento en componentes detríticos. Este grupo litológico posee una disposición subhorizontal. Las intercalaciones tienen una potencia muy variable, debido a su carácter lentejónar. La potencia aproximada de este grupo es de 25 metros.

Geotecnia.- Globalmente, este grupo se considera poco permeable. Localmente puede serlo, puesto que intercala niveles detríticos permeables. Las aguas freáticas pueden ser agresivas debido al alto contenido en sales de este grupo litológico.

El grupo es ripable por medios mecánicos normales, si se exceptúan algunos horizontes calcáreos existentes en la zona alta de la formación. En general, la capacidad de carga se considera moderada. Hay que exceptuar las áreas de ladera donde las condiciones estructurales y geomorfológicas pueden colocar la resistencia del terreno en valores bajos.

Las laderas naturales son de moderada a fuerte pendiente, y en ellas se han detectado localmente deslizamientos profundos y de gran radio, que afectan a los horizontes calcáreos de los páramos, que se superponen a este grupo litológico. (Véase Foto 22).



Foto 22.- Deslizamiento profundo en los materiales del grupo litológico (321f). Area cercana al cerro de La Muela, en la Hoja nº 237, de Castrojeriz.

Dentro de esta formación, los pocos taludes artificiales existentes en el Tramo son bajos y de pendientes pronunciadas. Sin embargo, los excavados en los niveles altos, de transición y acañamiento de las calizas del segundo páramo, son muy inestables.

Los taludes de excavación no deberían superar los 45°. En zonas de ladera coronada por los páramos, se impondrá siempre un estudio minucioso de la estructura y de la geomorfología. La existencia de deslizamientos fósiles y activos en estas áreas impondrá unas condiciones muy distintas de diseño en orden a la estabilidad de los taludes y de la propia vía.

ARCILLAS, LIMOS ROJIZOS E INTERCALACIONES DE ARENAS CONGLOMERATICAS, (321g).

Litología.- Este grupo litológico está constituido por arcillas, limos rojizos e intercalaciones de arenas conglomeráticas. (Foto 23). La formación se encuentra irregularmente cementada por componentes carbonatados. Su color es rojo ladrillo. Las intercalaciones de arenas conglomeráticas, a veces, pasan a conglomerados de gravas inmersas dentro de una matriz arcillo-limosa. En los niveles más modernos, se encuentran intercalaciones de niveles carbonatados.



Foto 23.- Arenas y conglomerados pertenecientes al grupo litológico (321g). Cercanías de la localidad de Presencio, en la Hoja nº 237, de Castrojeriz.

Las arenas del grupo litológico (321g) son menos limpias y más caóticas que las del grupo litológico (321h). Los lentejones de arenas conglomeráticas y gravas no suelen superar los 2 metros de potencia.

Estructura.- Este grupo litológico es un cambio lateral de facies del grupo (321d). Este cambio, empieza a detectarse a partir de la línea imaginaria que une las poblaciones de Olmillos de Muñó (237-2), Santa María del Campo (275-1) y Escuderos (275-1), puesto que las facies margosas y carbonatadas del grupo (321d) se van enriqueciendo en componentes detríticos y adquieren un tono rojizo. Las intercalaciones poseen una continuidad lateral bastante escasa, esto hace que tengan un carácter lentejonar y una potencia muy variable. La potencia aproximada del grupo litológico es de 25 metros.

Geotecnia.- Es una formación permeable localmente por infiltración, gracias a los niveles detríticos permeables que se intercalan entre los materiales arcillosos impermeables. Su permeabilidad oscila de moderada a alta.

Son terrenos ripables en su mayor parte. Algunos niveles de conglomerados muy cementados y potentes podrán no serlo. Globalmente, la capacidad de carga de estos terrenos se considera como media, con tendencia a aumentar en función de la existencia frecuente de horizontes conglomeráticos cementados. No obstante, la posible presencia de freáticos libres a poca profundidad y la existencia de áreas con mal drenaje, unido al carácter lentejonar de los horizontes arenosos y arcillosos, pueden propiciar la aparición de asientos diferenciales bajo la infraestructura vial.

La formación presenta un relieve de lomas, poco pronunciado y suave muchas veces. En general la estabilidad de la laderas es buena, aunque la erosión lo deteriora en algunos puntos concretos de los barrancos.

Los taludes de excavación existentes son en general pequeños y pronunciados, y no se han observado problemas de mención.

Los taludes de alturas medias no deben excavarse con pendientes superiores a la 2V:1H. Los valores deben estimarse en razón del porcentaje de niveles conglomeráticos y detríticos, cementados, y los de naturaleza arcillosa.

ARENISCAS COMPACTADAS Y CONGLOMERADOS, (321g1).

Litología.- Este grupo litológico está constituido por niveles y lentejones de areniscas compactas, arenas conglomeráticas y gravas. Los conglomerados poseen cantos heterométricos y de naturaleza cuarcítica principalmente, y se encuentran inmersos en una matriz areno-arcillosa o areno-limosa.

Estructura.- Este grupo se encuentra intercalado dentro de los grupos

litológicos (321g) y (321h). Posee una estructura lentejonar, y su continuidad lateral es pequeña. Su dureza y compacidad son altas. Se disponen subhorizontalmente. La potencia de esta formación está comprendida entre 1 y 3 metros.

Geotecnia.- Son materiales permeables, por percolación y fisuración. Este grupo se considera como ripable marginalmente. La capacidad portante oscilará de moderada a alta.

Las pendientes naturales son suaves y no presentan problemas de estabilidad apreciables.

Los taludes de excavación observados son de reducidas dimensiones y de pendientes fuertes. No se han encontrado problemas de mención. Los taludes excavados van a ser de pequeñas dimensiones, debido a la topografía del área, por lo que se podrán dar pendientes fuertes.

ARCILLAS, ARENAS Y LIMOS, (321h).

Litología.- Este grupo litológico tiene un carácter esencialmente detrítico, puesto que está constituido por arcillas, arenas y limos casi exclusivamente. (Foto 24). Las arenas suelen tener un tamaño de grano que oscila de fino a medio. Muy raramente aparecen gravas, que se encuentran en pequeños

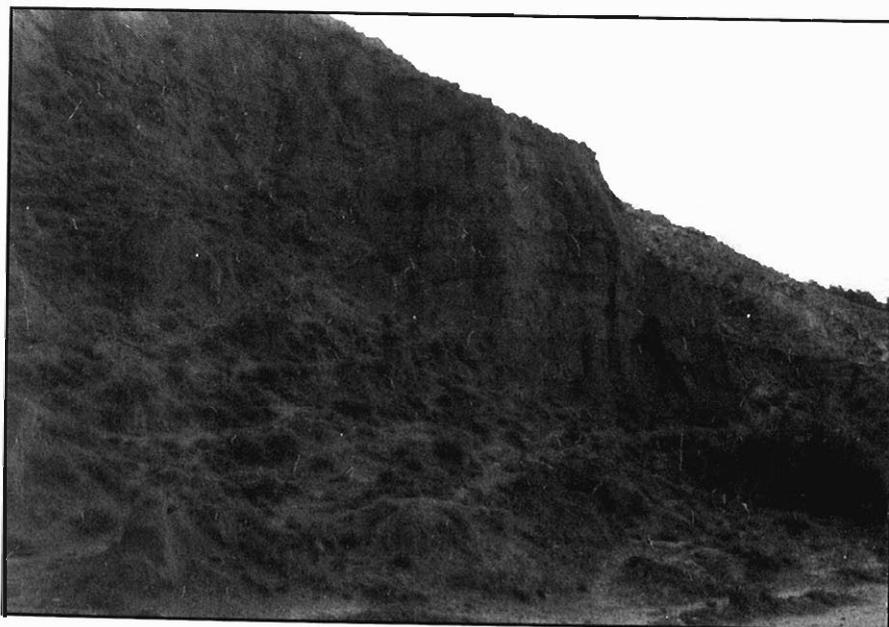


Foto 24.- Arenas de grano fino y arcillas, correspondientes al grupo litológico (321h). En primer plano se observa un deslizamiento en el talud artificial. Localidad de Baltanás.

lentejones, poco potentes, y muy ricos en limos, y con estratificación cruzada. Los lentejones más potentes de gravas son mucho más limpios en limos. Como norma general, en estos lentejones potentes la base está acompañada de gravas y el techo está constituido por delgados lechos arcillosos. Los niveles superiores del presente grupo litológico suelen presentar una contaminación yesífera que anuncia el tránsito al grupo litológico (321d), en el que los yesos son abundantes.

Globalmente la formación (321h) posee un color rojizo, que contrasta con las tonalidades blanco-grisáceas de los grupos (321d) y (321i), que se encuentran a techo y a muro de él, respectivamente. (Foto 25).

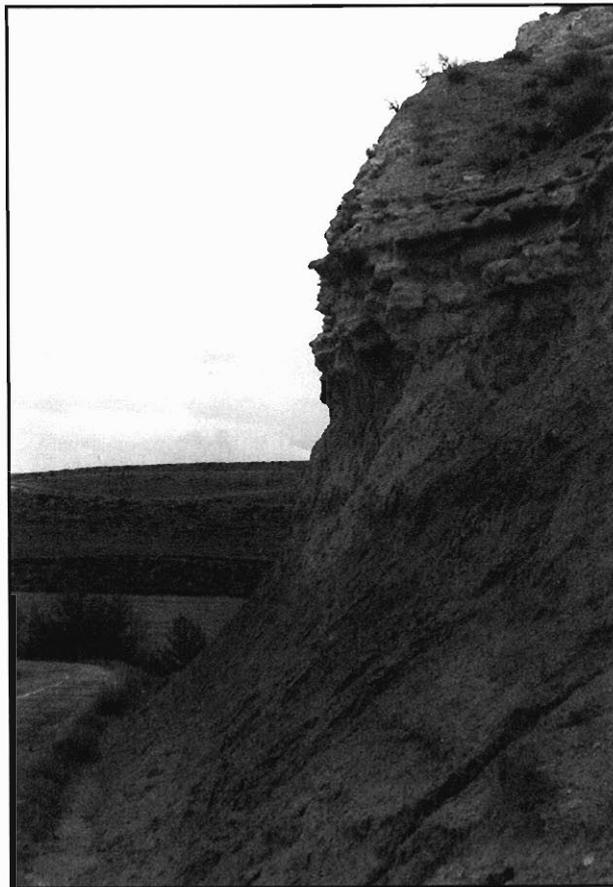


Foto 25.- Contacto entre los grupos litológicos (321h), abajo, y (321d), arriba. P.K. 13 de la carretera que va de Torquemada a Villamcdiana.

Al Este de Santa María del Campo, este grupo litológico se vuelve más arcillo-limoso y pierde su carácter arenoso. También aparecen niveles conglomeráticos con más frecuencia, y su distribución interna se empieza a conver-

tir más caótica. En este área, cuando los niveles de conglomerados intercalados se hacen cartográficamente significativos, se incluyen dentro del subgrupo litológico (321g1).

Estructura.- Esta formación posee una disposición subhorizontal. Su estructura global es tabular. Las intercalaciones tienen carácter lantejón y escasa continuidad lateral. La compacidad de la formación es moderada y su dureza baja, salvo sus intercalaciones cementadas por carbonatos. Globalmente, la potencia aproximada se estima en 20 metros como término medio. En el Sur de Tramo la potencia disminuye considerablemente.

Geotecnia.- En conjunto esta formación debe considerarse muy poco permeable, aunque a escala local pueden existir variaciones muy importantes en este aspecto. De hecho, la formación está constituida por una masa nada o poco permeable, que intercala niveles que sí lo son. Consecuencia de ello es la posibilidad de que en estos últimos se instale algún pequeño nivel freático por infiltraciones de las aguas de escorrentía, o por la circulación dentro de fracturas de aguas procedentes de otros acuíferos situados en otros grupo dispuestos estratigráfica y morfológicamente sobre éste, y que constituyen las plataformas superiores de los páramos. Las aguas tendrán frecuentemente naturaleza agresiva y podrán constituir surgencias en el pie de las laderas, donde afloran estos materiales frecuentemente.

Son materiales ríptiles por medios mecánicos normales. En términos globales la capacidad portante de estos materiales debe considerarse de valor moderado. En el caso de relieves de suave morfología y con ausencia de freáticos libres a poca profundidad, la capacidad portante del terreno alcanzará los valores más elevados. En el caso de relieves de suave morfología y mala escorrentía o con existencia de acuiclusos libres a poca profundidad, pueden producirse asentamientos diferenciales. En el caso de áreas de pie de laderas culminadas por los yesos y calizas de los páramos, debe contarse con capacidades resistentes bajas. Las surgencias de agua en estas áreas deben alertar de problemas de inestabilidad y resistencia.

Los taludes naturales normalmente son tendidos y presentan un recubrimiento bastante continuo, de un suelo de naturaleza coluvial y no muy potente. Con bastante frecuencia este grupo, o el inmediato inferior margoso, sirve de nivel de base del plano de rotura de los deslizamientos de ladera. Estos deslizamientos afectan a los grupos litológicos estratigráficamente superiores, constituidos por margas, margo-calizas y yesos, y por último, a las calizas de los páramos.

En las excavaciones, los taludes adecuados variarán en función de que aquellas afecten sólo a los materiales de esta formación o zonas bajas de laderas que se remontan hasta las plataformas de los páramos. En el primer caso, los taludes de alturas medias podrán alcanzar normalmente pen-

dientes fuertes (del orden de los 50° - 60°). En el segundo caso, deben estudiarse muy detenidamente las condiciones geomorfológicas y estructurales de la ladera, dada la relativa frecuencia con que éstas están afectadas por deslizamientos en profundidad. En general, en las áreas de pie de laderas los taludes no deberán superar los 45°.

MARGAS BLANCAS Y GRISES, (321i), Y CALIZAS Y MARGOCALIZAS, (321i1).

Litología.- Este grupo litológico está constituido por margas blancas y grises, localmente yesíferas. (Foto 26). Posee abundantes intercalaciones de niveles calizos y margo-calizos, cuya potencia oscila entre 30 cm y 1,5 metros. En las zonas donde estas intercalaciones calizas y margo-calizas tienen una representación cartográfica importante, se han diferenciado como el subgrupo litológico (321i1).



Foto 26.- Margas blancas y grises pertenecientes al grupo litológico (321i). Margen izquierda del río Pisuerga a la altura de Tariego de Cerrato.

Las calizas intercaladas están definidas como micritas y dismicritas. Se presentan porosas y con un carácter granular.

Las margas son muy carbonatadas, y presentan con mucha frecuencia y de forma irregular yesos que no forman una secuencia clara. Los yesos se encuentran maclados, generalmente en punta de flecha.

Estructura.- Esta formación tiene una disposición subhorizontal. Su estructura global es tabular. Las intercalaciones tienen carácter lentejón y escasa continuidad lateral. La compacidad y dureza del grupo (321i) son ambas moderadas, salvo las intercalaciones carbonatadas y el subgrupo litológico (321i1) que suelen oscilar de moderadas a altas. La potencia de la formación es de difícil estimación, ya que no se ve aflorar su muro en todo el Tramo del Estudio. No obstante, se ha determinado un valor aproximado de 60 metros.

Geotecnia.- En conjunto, esta formación debe considerarse impermeable. Sin embargo, hay que hacer la salvedad de que a favor de diaclasas y fracturas puede existir, y de hecho existe, una cierta circulación de agua.

Las pendientes naturales son suaves, y normalmente existe una capa de recubrimiento coluvial sobre las mismas. Es muy frecuente que este grupo funcione como nivel de despegue de la mayoría de los grandes deslizamientos cartografiados en el Tramo del Estudio.

En general, los taludes artificiales excavados en esta formación son de alturas pequeñas, y tienen unas pendientes de 45°. Normalmente, los problemas observados normalmente en estos taludes son la erosión y esporádicos deslizamientos superficiales en los niveles más margosos y alterados.

En esta formación, los taludes de excavación adecuados tendrán un ángulo de inclinación próximo a 45°. No obstante, debe tenerse muy presente la posibilidad de encontrar áreas afectadas por roturas de vertiente fósiles, latentes o activas. Estudios detallados, estructurales y geomorfológicos, deben descubrir estos caracteres del terreno. En estas circunstancias los taludes a excavar requerirán la adopción de medidas especiales de diseño, tendentes a garantizar la estabilidad.

En apoyos a media ladera, la capacidad de carga de estos terrenos debe considerarse moderada en términos globales. Hay que hacer la salvedad de que la resistencia soporte puede resultar baja frecuentemente, coincidiendo con terrenos de ladera afectados por deslizamiento. La posible presencia de niveles freáticos variables en estos terrenos, y la solubilidad de algunos niveles de naturaleza yesífera, son características que pueden tener un matiz negativo en el valor resistente y estable de este grupo litológico.

En su mayor parte, estos materiales se consideran ripables por medios mecánicos normales.

GRANDES MASAS DESLIZADAS, (321j).

Litología.- Este grupo litológico está constituido por un conjunto heterogéneo de materiales que conforman las grandes masas deslizadas del Tramo

del Estudio. Los materiales que componen normalmente este grupo litológico son calizas del páramo, margo-calizas, margas, margas yesíferas, yesos del grupo (321d) y arenas, conglomerados, limos y arcillas del grupo (321h).

Estructura.- Este grupo estaría formado por grandes masas deslizadas y desorganizadas, separadas por fallas tanto normales como inversas. (Fotos 27, 28 y 29).

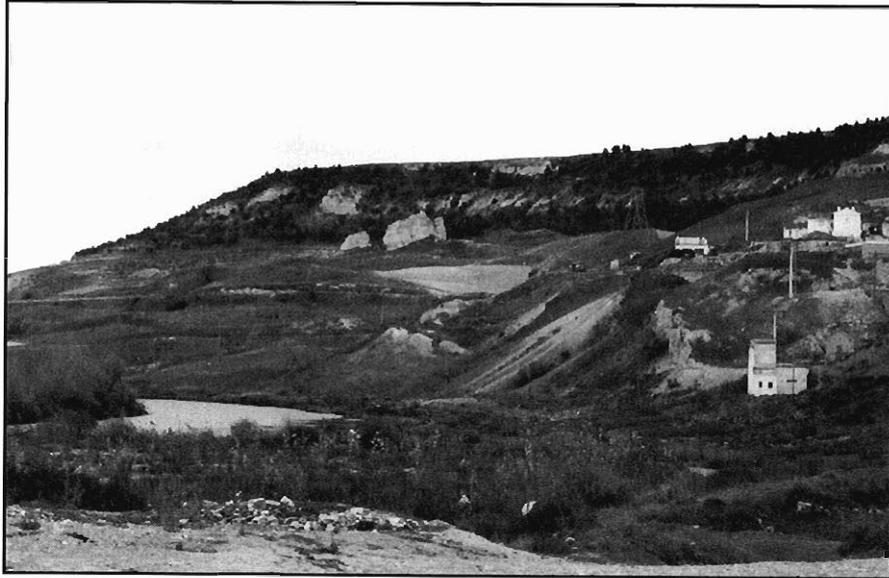


Foto 27.- Gran deslizamiento en las proximidades de la localidad de Tariego de Cerrato, activado por la sobreexcavación del río Pisuerga en la parte concava de un meandro.

Geotecnia.- Grupo permeable sólo a través de los planos de falla y cavidades de disolución en calizas y yesos. Dado su carácter roto y desagregado, es capaz de retener gran cantidad de agua. Las surgentes serán agresivas normalmente.

Grupo ripable por medios mecánicos normales, exceptuándose las grandes masas de calizas que puedan encontrarse inmersas en la masa deslizada. La capacidad portante debe estimarse baja o muy baja.

Conforma taludes escalonados con áreas deprimidas que son centros de infiltración. Inestabilidad activa, latente o fósil. En los casos de deslizamiento activo, la zapa fluvial del pie de la ladera actúa como causa desestabilizadora muy importante al margen de otros factores.

La ejecución de taludes de excavación en este grupo requerirá siempre estudios muy pormenorizados de las condiciones estructurales, hidrogeológicas y geomorfológicas del entorno.

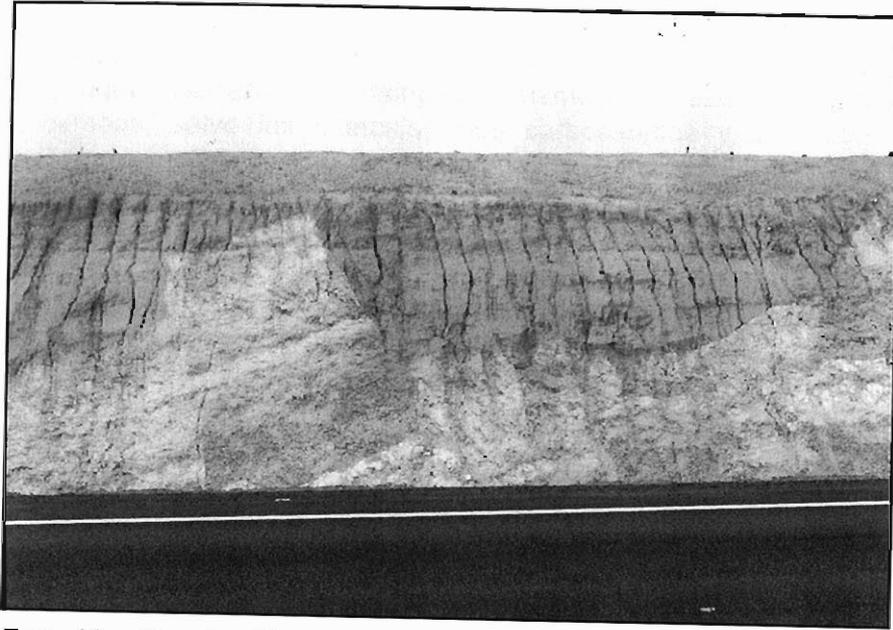


Foto 28.- Grandes bloques de margas y margo-calizas, delimitados por fallas normales, en una estructura fósil creada por rotura gravitacional de vertiente. Proximidades a San Cebrián de Buena Madre.

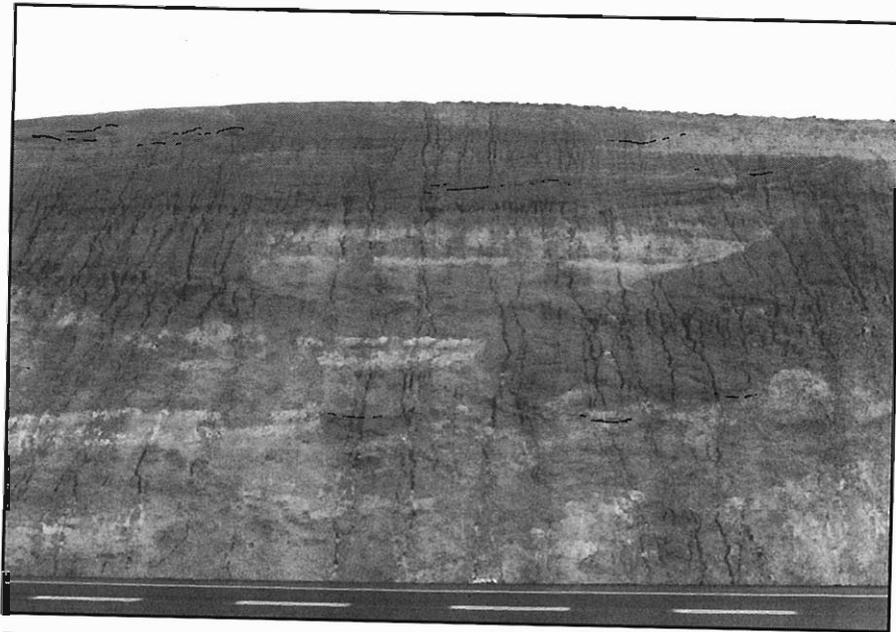


Foto 29.- Otro aspecto de las grandes masas deslizadas en la estructura fósil de la Foto 23. En el talud de reciente construcción se puede apreciar un deterioro rápido por erosión, y la formación de "escamas" de deslizamiento superficial sobre el área alterada. Proximidades a San Cebrián de Buena Madre.

3.2.5. Grupos geotécnicos

En este apartado, las formaciones geológicas individualizadas en el apartado anterior, se agrupan según ciertas características geotécnicas comunes. A estas agrupaciones se les denomina, en este Estudio, "grupos geotécnicos", y son las siguientes:

G3: Materiales detríticos constituidos mayoritariamente por gravas y arenas, de naturaleza silíceas y, en menor proporción, calcáreas.- Formaciones permeables. Sin problemas mencionables en taludes naturales o de excavación. Sólo cuando los materiales detríticos quedan colgados sobre materiales margo-arcillosos y existe un freático (muy posible) en el contacto entre ambas formaciones (detrítica y margo-arcillosa), habrá problemas de estabilidad en los taludes. Circunstancialmente pueden existir roturas de gravedad en los bordes de terraza. La capacidad portante es moderada. Debe preverse la posibilidad de que puedan darse asentamientos diferenciales, en especial si existen freáticos libres en el contacto de este grupo con un substrato impermeable margo-arcilloso. Materiales adecuados o tolerables para ser utilizados como préstamos. En la Zona 2, este grupo geotécnico G3 solo está constituido por el grupo litológico 350.

G4: Coluviales, aluviales y coluvio-aluviales de pequeños arroyos.- Materiales de naturaleza limo-arcillosa con proporciones muy variables de cantos y lentejones de gravas calcáreas y silíceas. La permeabilidad es baja, en general, por percolación. La capacidad portante oscila de baja a muy baja. Los materiales de este grupo geotécnico resultan poco útiles para préstamos, por la proporción de finos y materia orgánica. En la Zona 2, este grupo geotécnico está constituido por los grupos litológicos (ca), (c), (C1), (d), (a) y (g).

G5: Calizas lacustres, frecuentemente oquerosas y margosas, con intercalaciones de delgados lechos de margas que pueden hacerse potentes alguna vez, y arcillas de decalcificación.- Permeabilidad en grande, es decir a través de planos de fractura y cavidades de disolución. Existen problemas locales de escorrentía superficial. Inestabilidad por desprendimientos, y desplomes en los bordes escarpados que limitan los páramos. Posibles problemas de asentamientos diferenciales en dichos bordes, o a consecuencia de la existencia de pequeñas cavidades kársticas en el substrato, que pueden estar rellenas o no de arcillas de decalcificación. Los taludes de excavación podrán ser muy fuertes normalmente, aunque los fenómenos de erosión diferencial darán lugar a pequeños problemas de desprendimientos. Materiales no ripables en general. Este grupo geotécnico G5 está integrado por los grupos litológicos (321a) y (321c).

G6: Materiales margosos, margo-calizos, margo-yesíferos y arcillosos, y circunstancialmente calizos o calizo-margosos.- Series dispuestas horizontalmente o subhorizontalmente, que integran con frecuencia laderas que unen los fondos de los valles con las calizas de los páramos. Materiales poco o nada permeables considerados globalmente. Es posible, la existencia de problemas relacionados con la presencia de freáticos colgados y surgentes en las laderas. Debido al carácter salino de los materiales de este grupo geotécnico, se pueden dar problemas de aguas agresivas. Las vertientes naturales poseen inestabilidades gravitacionales de carácter fósil, latente y activa, bastante desarrolladas en algunas áreas y de proporciones muy importantes localmente. Los taludes de excavación medios aconsejables deberán ser menores de 45°. Se estima necesario realizar estudios geomorfológicos detallados en trazados a media ladera. La capacidad portante se estima moderada, y localmente baja. Materiales ripables por medios mecánicos normales salvo horizontes calcáreos y minoritarios en el grupo. Este grupo geotécnico está formado por los grupos litológicos (321b), (321d), (321f) y (321i).

G7: Materiales detríticos formados por arcillas, limos, arenas y conglomerados, sueltos y localmente cementados. Circunstancialmente suelen presentarse arcillas yesíferas y yesos de impregnación.- Series dispuestas horizontalmente. Alternancia irregular de horizontes permeables e impermeables, que dan lugar a la formación de acuiclusos. Relieves en general de morfología suave con problemas muy localizados de inestabilidad por deslizamiento e inducidos por las formaciones que se le superponen. Los taludes de excavación aconsejables deberán ser menores de el 1H:2V. (Foto 30). La capacidad portante oscila entre moderada y moderada-alta, muy circunstancialmente estos valores se pueden reducir a bajos. Estos materiales son ripables por medios mecánicos normales. Este grupo geotécnico está constituido por los grupos litológicos (321g), (321g1) y (321h).

G8: Series horizontales constituidas por una alternancia de margas, margo-calizas y calizas margosas.- Conforman pequeños interfluvios entre barrancos, y las laderas poseen unas pendientes acusadas y de perfil frecuentemente escalonado. Forma a menudo en la divisoria de aguas, una plataforma estrecha y alargada. No se aprecian otras inestabilidades que el desplome de bloques calizos sobre las pendientes, como consecuencia de la erosión diferencial. Las pendientes aconsejables de los taludes de excavación no deberán superar el 1H:2V. La capacidad portante es alta. Ripabilidad marginal. Este grupo geotécnico está constituido por el grupo litológico 321e.

G9: Grupo constituido por un conjunto heterogéneo de materiales que conforman las grandes masas deslizadas del Tramo del Estudio.- (Foto 31). Este grupo sólo es permeable a través de los planos de falla y las cavidades de disolución que se encuentran dentro de los materiales yesíferos y calizos. Las pendientes naturales son escalonadas, a menudo se aprecian



Foto 30.- Talud excavado en arcillas, limos y arenas pertenecientes al grupo geotécnico G7. Al pie del talud se puede observar un pequeño deslizamiento. Cercanías de la población de Palencia.

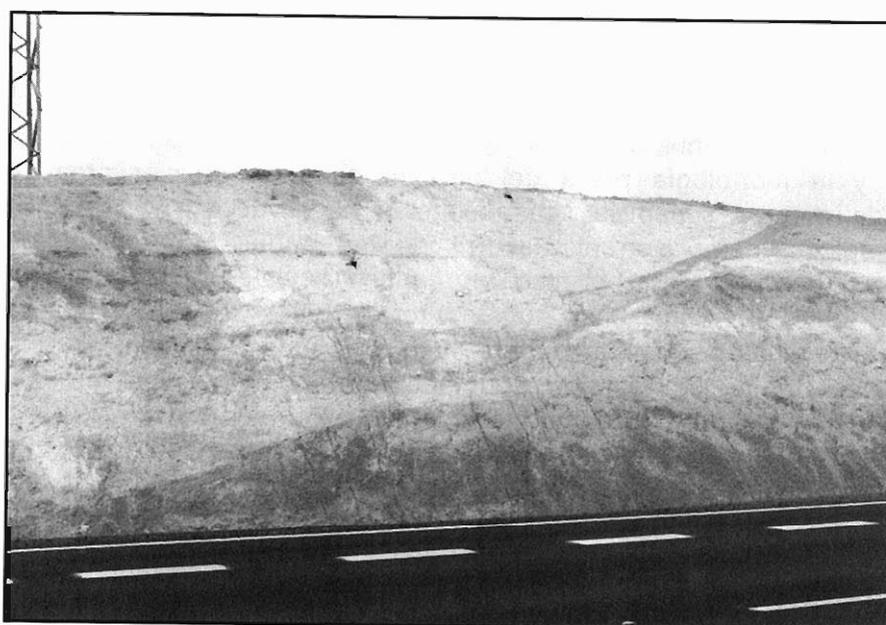


Foto 31.- Talud excavado recientemente en una gran estructura fósil de rotura gravitacional. (Grupo geotécnico G9). Los materiales margosos que lo conforman presentan una inestabilidad superficial por alteración, erosión y pequeñas "escamas" de deslizamiento. Proximidades de San Cebrián de Buena Madre.

áreas deprimidas que corresponden a los centros de infiltración. Las vertientes naturales poseen inestabilidades activas, latentes y fósiles. La ejecución de taludes de excavación requerirá siempre estudios muy pormenorizados de las condiciones estructurales, hidrogeológicas y geomorfológicas del entorno. La capacidad portante debe estimarse baja o muy baja. Grupo ripable por medios mecánicos normales, exceptuándose las grandes masas calizas que pueden encontrarse inmersas en la masa deslizada. Este grupo geotécnico está constituido por el grupo litológico (321j).

3.2.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona.

No puede hablarse de problemas geotécnicos importantes en la Zona 2 si se exceptúan

Los problemas geotécnicos que presenta la Zona 2, sin ser de una importancia excepcional salvo en áreas puntuales, cubren un amplio abanico de casos, al existir circunstancias negativas de orden litológico, hidrológico, geomorfológico y geotécnico. El aspecto negativo de orden litológico está representado por el masivo carácter margo-arcilloso de todos los terrenos de la Zona 2 y la presencia muy importante de yesos en los mismos. Otros problemas de tipo litológico y estructural, serán la existencia de pequeñas cavidades kársticas y rellenos de arcillas de descalcificación o la existencia de horizontes de margas entre las calizas, que podrían rebajar las condiciones resistentes del terreno. Los problemas hidrológicos vendrán por el frecuente carácter agresivo de las aguas de escorrentía y freáticas, y la existencia de freáticos libres y colgados en las laderas de la Zona 2, con la influencia correspondiente, negativa, en su estabilidad. La presencia de suelos arcillosos y la morfología plana del páramo pueden propiciar áreas con dificultades de drenaje superficial. Los impactos negativos motivados por factores geomorfológicos, como son el discurrir de las aguas superficiales, el movimiento de masas de tierra y roca en cauces fluviales y laderas, puede ser muy importante en algún caso. Los factores deben tenerse muy en cuenta al proyectar trazados a media ladera. Los problemas geotécnicos serán consecuencia de todos los factores apuntados anteriormente: en los taludes de los desmontes, por causas de los desprendimientos y deslizamientos de ladera, y en los substratos de apoyo, por falta de capacidad portante, por la posibilidad de que se produzcan asentamientos diferenciales y por agresividad de las aguas circulantes en el terreno. Serán de mención especial los problemas que pueden surgir en el borde de las plataformas de los páramos, como consecuencia de las estructuras de rotura gravitacional existentes en muchas áreas. Nunca se insistirá demasiado en la necesidad de obtener un buen drenaje de los terrenos limítrofes con la calzada. El clima invernal proporciona, por otra parte, problemas de hielo y nieve.

4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO

4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRAFICOS

Desde el punto de vista topográfico, el Tramo Buniel - Palencia no presenta dificultades dignas de mención. Los amplios valles de los ríos Arlanza, Arlanzón, Pisuerga y Carrión, otros menos importantes como los de los ríos Cubillo y Cogollos, así como los de los numerosos grandes arroyos, facilitan enormemente las conexiones en el Tramo. Por otra parte, la conexión entre valles, a través de los interfluvios en forma de artesa invertida, con el fin de cruzar las plataformas de los páramos calcáreos, tampoco supone una dificultad de mención, dado que la diferencia de cota entre el fondo de los valles y las mencionadas llanuras colgadas, superan con dificultad los 160 m.

4.2. RESUMEN DE PROBLEMAS LITOLÓGICOS

En lo que concierne a los problemas debidos a la litología, hay que destacar la gran preponderancia de margas y arcillas en la constitución de los distintos grupos litológicos dentro del Tramo, y muy especialmente la alta proporción de yeso disperso o estratificado que contienen estas formaciones. Este factor tiene gran interés en los importantes problemas geomorfológicos que se generan de la acción de las aguas de escorrentía y freáticas.

4.3. RESUMEN PROBLEMAS HIDROLÓGICOS

Los problemas derivados de la presencia de agua en el terreno, tienen que ver esencialmente con los procesos geomorfológicos desarrollados en el área.

Las aguas superficiales y las freáticas, debido a la gran extensión ocupada por los terrenos de naturaleza yesífera, serán normalmente agresivas.

La formación a poca profundidad de freáticos libres y estacionales, repercutirá negativamente sobre los asientos de las infraestructuras que se asienten sobre ellos.

4.4. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOMORFOLÓGICOS

Los problemas geomorfológicos que han tenido y tienen lugar en el área, están íntimamente ligados a la dinámica del agua en el terreno, así como a la naturaleza y disposición de los materiales:

La escorrentía, ocasionalmente fuerte, erosiona intensamente los terrenos miocenos, en su gran mayoría blandos, ocasionando amplias áreas con morfología en cárcavas. Los ríos, en sus fuertes crecidas estacionales, erosionan sus márgenes, y en las extraordinarias, separadas por largos períodos de tiempo, provocan aterramientos y erosión importantes. En áreas llanas y poco permeables, los grandes temporales crean zonas encharcadas.

Los movimientos de masas de terreno han tenido mucha importancia en tiempo del Pleistoceno y siguen teniéndolo en la actualidad, aunque en volumen e intensidad mucho menos importantes, lógicamente en razón del clima actual. Las aguas surgentes a media ladera sobre los terrenos margosos y yesíferos son la causa desencadenante de que estos terrenos se hagan inestables. Si a este fenómeno se unen los efectos de una erosión fluvial del pie de las laderas, los procesos de inestabilidad pueden cobrar proporciones enormes.

4.5. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS

Los problemas de tipo geotécnico tienen que ver con los taludes artificiales, debido a la inestabilidad gravitacional de los mismos, y con el substrato de apoyo, debido a la falta de capacidad de carga y a la existencia de los asientos diferenciales.

La inestabilidad en los taludes vendrá condicionada por la concurrencia de factores tales como:

- a) Existencia de deslizamientos fósiles, latentes y activos.
- b) Desprendimientos o desplomes motivados esencialmente por alteración y erosión diferencial entre capas competentes e incompetentes.
- c) Erosión lineal.
- d) Pendientes inadecuadas en el talud.
- e) Existencia de aguas colgadas en el talud.
- f) Ausencia de captación y drenaje de las aguas que llegan al talud a través del terreno o de las que pudieran afectarle por escorrentía superficial.
- g) Existencia importante de materiales margosos, margo-yesíferos y arcillosos en series alternantes y con horizontes freáticos colgados sobre ellos.

Todas estas circunstancias pueden concurrir, reunidas o aisladas, en parte importante de los taludes artificiales que puedan excavarse en el Tramo. El grado de incidencia o su importancia a nivel constructivo dependerá lógicamente de las dimensiones del talud. Para taludes de altura media, los problemas normalmente serán moderados, aunque pueden resultar bastante generalizados. Sólo en algún caso, cuando se vean afectados por procesos geomorfológicos activos o latentes, podrán surgir inestabilidades muy importantes.

En cuanto a la capacidad de carga y a los asientos diferenciales, se tendrán en cuenta las siguientes circunstancias:

a) Existencia de terrenos blandos o poco consolidados, de origen cuaternario en general.

b) Existencia de terrenos afectados por estructuras de deslizamiento fósil, latente o activo, este último caso. Aquí caben todos los terrenos de edad miocena, en concreto los que conforman la cuesta que une los fondos de los valles con las plataformas de los páramos: principalmente el grupo (321d), aunque en estos fenómenos están implicados también los grupos (321b), (321c), (321f) y (321h).

c) Cambios bruscos de facies en el substrato de apoyo. Este problema es general en todos los grupos litológicos.

d) Existencia de cavidades por disoluciones kársticas. Puede afectar este proceso a los niveles de calizas de los páramos (grupos (321a) y (321c)), y en niveles de yesos del grupo (321d) y muy raramente el grupo (321i). En general, las dimensiones de las cavidades serán muy reducidas.

e) Existencia potencial de centros de infiltración de agua bajo los depósitos aluviales, que pueden dar lugar a asentamientos diferenciales.

f) Presencia de horizontes freáticos libres y estacionales, capaces de experimentar cambios constantes de nivel, sobre materiales margo-arcillosos y a poca profundidad bajo la superficie.

g) Estancamiento de aguas procedentes de la escorrentía o de surgencias de los taludes.

4.6. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS

Una parte muy importante del territorio del Tramo Buniel - Palencia está ocupada por los valles fluviales de los ríos Arlanza, Arlanzón, Pisuerga y Carrión, como más importantes. Si a ellos se suman los valles de otros ríos menores, como el Cogollos y el Cubillo, y los valles de arroyos muy importantes, se entiende que en el Tramo quede perfectamente identificados toda una serie de corredores naturales que son los que mayoritariamente sirven de asiento a las principales vías de comunicación que lo atraviesan.

Hacia el Norte y Noroeste, los itinerarios que salen de Palencia aprovechan el valle del río Carrión o terrenos de suave morfología de sus alrededores. Así, la carretera nacional 611 sale de Palencia por terrenos alomados y aterrazados, entre el valle del río Carrión y el del arroyo de Villalobón, para pasar luego al valle del primero a la altura de Monzón de Campos y discurrir por los terrenos aterrazados de su margen izquierda. La morfología suave que en las direcciones mencionadas se abre a la "Tierra de Campos" constituye en sí un inmenso corredor por el que poder trazar una vía sin apenas dificultades.

En trazados NE-SW, el corredor natural es el representado por los valles de los ríos Arlanzón y Pisuerga que, sin solución de continuidad, enlazan a través de la carretera nacional 620 y E3, las poblaciones de Burgos, Palencia y Valladolid. Es, sin duda, el corredor más importante y el que define el Tramo. Un modesto corredor en esta dirección es el seguido por la carretera comarcal 617. Aprovecha el valle del arroyo Villalobón para ascender suavemente al páramo, y luego descender por el arroyo de la Dehesa de la Espinosilla hasta Astudillo, y desde aquí descender al valle del río Pisuerga.

A partir del valle del río Pisuerga y desde el área de la población de Torquemada, una serie de carreteras locales toman itinerarios hacia el Norte, ascendiendo y descendiendo de los páramos que separan los valles del Carrión y Pisuerga. Otra carretera local toma el valle del Pisuerga hacia el Norte, desde Torquemada. Este valle no es aprovechado por ninguna carretera principal entre esta ciudad y la población de Ventosa de Pisuerga, muy al norte del Tramo de estudio y donde la carretera nacional 611 lo toma.

El valle del río Arlanza constituye un buen corredor Este-Oeste en la mitad este del Tramo, hasta su entronque con el valle del Arlanzón. No existen otros corredores claros en esta dirección. Dado que el resto de los ríos principales siguen direcciones N-S y NE-SO, existe escasez de valles que sigan trazados E-O y NO-SE. Sólo algunos valles de arroyos importantes en las márgenes izquierdas de los valles del Arlanza, Arlanzón y Pisuerga, permiten estos itinerarios, que finalmente tienen que ascender a lo alto de las parameras, aunque esto no suponga nuevas dificultades importantes.

Hacia el Sur, y a partir de la ciudad de Palencia, es el valle del río Carrión hasta su entronque con el del Pisuerga en Venta de Baños, y luego el de este último, el corredor natural que toman las principales rutas que atraviesan el Tramo: la carretera nacional 611 hasta Venta de Baños, la carretera nacional 620 y la carretera comarcal E-3, a partir de este lugar. Por la margen izquierda del valle del Arlanzón y su continuación por el del Pisuerga, no existe a lo largo del Tramo ningún corredor claro hacia el Sur. El trazado norte-sur que trae el río Pisuerga hasta su entronque con el Arlanzón, se pierde para tomar la dirección suroeste, que es la que venía manteniendo este último río desde la altura de la ciudad de Burgos.

El hecho de que no existan otros corredores claros Norte-Sur, no significa la existencia de dificultades orográficas dignas de mención en el Tramo. En el peor de los casos ya se ha dicho que las alturas que hay que salvar para ascender de los valles a las plataformas de los páramos son, como mucho, 150 a 160 m, que normalmente se superan suavemente a través de los numerosos valles de arroyos y barrancos que disectan los páramos. No obstante, existe por el extremo este del Tramo, una morfología más suave en los terrenos, que permite definir un amplio corredor norte-sur, enlazando dentro los valles de los siguientes cauces: arroyo de Perillas, río

Arlanzón, río Cogollos, arroyo Madre y río Arlanza, y cuyo eje pasaría por las poblaciones de Villadelmiro, Pampliega y Santa María del Campo.

En la Figura 21 se ilustran los corredores de trazado sugeridos dentro del Tramo de estudio.

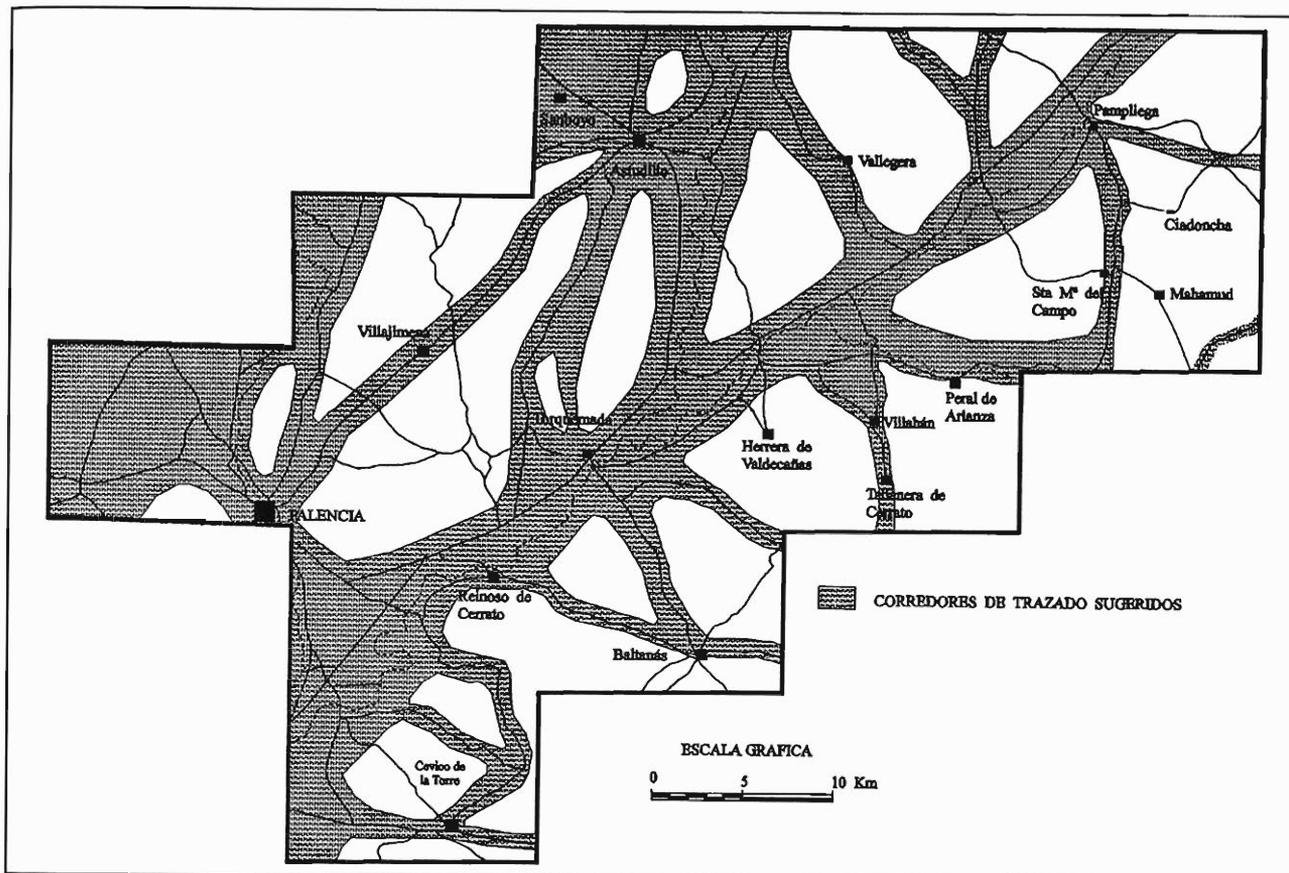


Figura 21.- Corredores de trazado sugeridos.

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 presente Estudio no incluye un análisis detallado de los yacimientos de materiales del Tramo, ya que dicho análisis desbordaría, por su metodología especial y amplitud, el alcance de los Estudios Previos de Terrenos.

No obstante, se ha considerado conveniente presentar, de forma ordenada, la información recogida sobre yacimientos con motivo de la realización del presente Estudio Previo. Estos datos no constituyen una recopilación sistemática y exhaustiva, aunque pueden ser útiles para futuros trabajos.

La información que a continuación se expone se refiere exclusivamente a yacimientos de materiales utilizables en obras de carretera (canteras, graveras y materiales para terraplenes y pedraplenes).

5.2. YACIMIENTOS ROCOSOS

En el Tramo Buniel - Palencia los materiales rocosos para ser utilizados en obras viales, se ubican únicamente dentro de la caliza del páramo. Este tipo de material se ha utilizado en todo el Tramo, en pequeñas explotaciones que se han abandonado después de solventar una necesidad.

Las calizas del páramo poseen grandes variaciones en su textura y estructura. Litológicamente pueden variar de las calizas puras, duras y compactas, a calizas margosas, y ello a causa de cambios laterales de facies. Por lo que respecta a su potencia, también esta sufre importantes variaciones espaciales debido a que la superficie del páramo es, en su mayor parte, una superficie de erosión. Todo esto trae consigo un problema a la hora de explotar estos yacimientos rocosos.

En la Figura 22 se encuentran situados todos los yacimientos (rocosos y granulares) detectados en este Estudio. En el cuadro-resumen de yacimientos rocosos (Figura 23) se especifican las características de interés de cada uno de ellos.

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

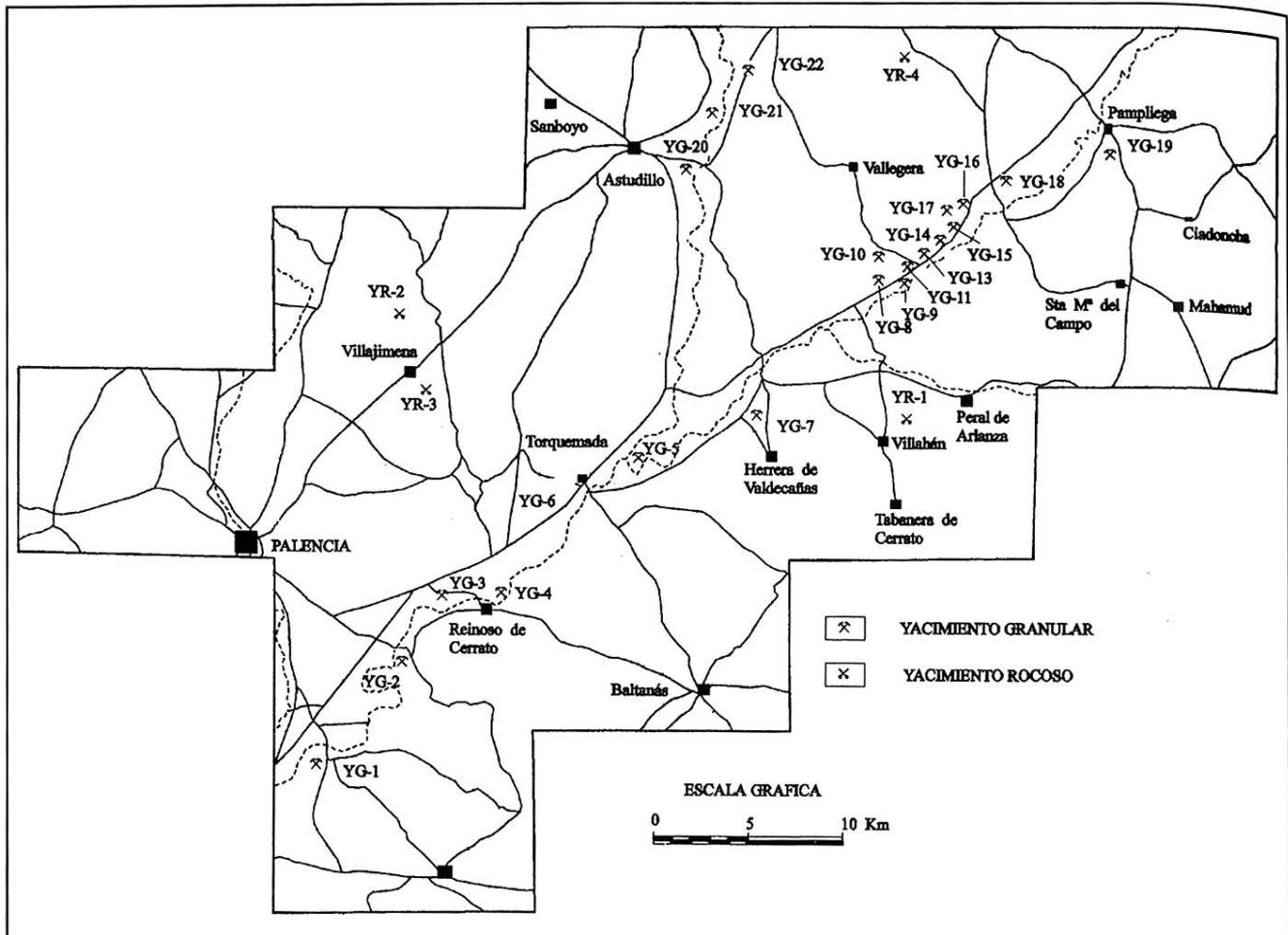


Figura 22.- Esquema de situación de yacimientos en el Tramo.

Símbolo	Estado e importancia	Situación	Grupo Litológico	Tipo de material	ACCESO
YR-1	Abandonado, Medio	275-3	321c	Calizas	Caminos que parten con dirección NE hacia el páramo desde la población de Villahán.
YR-2	Abandonado, Grande	275-4	321c	Calizas	Caminos que parten con dirección Norte desde la población de Villajimena.
YR-3	Abandonado, Grande	275-3	321c	Calizas	Caminos que parten desde la población de Villajimena con dirección SE hacia el páramo.
YR-4	Abandonado, Grande	237-3	321c	Calizas	Caminos que parten hacia el páramo con dirección SW desde la carretera que va de Los Balbases a Castrojeriz.

Figura 23.- Cuadro-resumen de yacimientos rocosos.

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

5.3. YACIMIENTOS GRANULARES

Los yacimientos granulares en el Tramo son abundantes y están situados mayoritariamente en las vegas de los ríos Arlanza, Arlanzón y Pisuerga. Estos yacimientos son sin duda alguna, los mejores materiales granulares de todo el Tramo de estudio. Las reservas son ilimitadas y la calidad del yacimiento muy buena.

Litológicamente están constituidos por gravas polimícticas de naturaleza cuarcítica principalmente, que se encuentran inmersas en una matriz arenosa. La mayoría de los afloramientos poseen un escaso contenido de materia orgánica. Como norma general, son depósitos de materiales sueltos y no consolidados, pertenecientes a las terrazas y aluviales de los ríos anteriormente citados.

En las graveras activas del Tramo de estudio, el depósito es utilizado como árido natural, siendo la grava el objeto exclusivo de la explotación. (Foto 32).



Foto 32.- Explotación de materiales granulares en la terraza aluvial A1 del río Pisuerga frente a la población de Reinoso de Cerrato.

Los problemas que pueden surgir en la explotación de estos yacimientos están íntimamente relacionados con los cambios laterales de facies y potencia del depósito, y con el régimen hidráulico de los ríos.

En la Figura 22 se encuentran situados todos los yacimientos (rocosos y

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

granulares) detectados en este estudio. En el cuadro-resumen de yacimientos granulares (Figura 24) se especifican las características de interés de cada uno de ellos.

Símbolo	Estado e importancia	Situación	Grupo Litológico	Tipo de material	ACCESO
YG-1	Activo, Grande	321-3	A1	Gravas	Caminos que parten de Tariego con dirección Este.
YG-2	Activo, Grande	312-4	A1	Gravas	Caminos que parten de Soto del Cerrato, al Norte.
YG-3	Activo, Grande	312-4	A1	Gravas	Caminos que parten de Magaz, al Este.
YG-4	Activo, Grande	312-4	A1	Gravas	Caminos que parten de Reinoso de Cerrato, al Norte.
YG-5	Abandonado, Medio	274-2	A1	Gravas	Camino que parte hacia el Este desde el caserío de la Dehesa de Mazuela.
YG-6	Activo, Medio	274-2	g	Arenas y Gravas	Caminos que parten de Torquemada hacia el Norte.
YG-7	Abandonado, Pequeño	274-2	A1	Gravas	Camino que parte del P.K. 56 de la carretera N-620.
YG-8	Activo, Grande	275-4	A1	Gravas	P.K. 45,5 de la carretera N-620.
YG-9	Activo, Grande	275-4	A1	Gravas	P.K. 45 de la carretera N-620.
YG-10	Activo, Grande	275-4	A1	Gravas	Carretera que parte del P.K. 43 de la carretera N-620 hacia la localidad de Revilla-Vallejera.
YG-11	Activo, Grande	275-4	A1	Gravas	P.K. 43,5 de la carretera N-620.
YG-12	Activo, Grande	275-4	A1	Gravas	Camino que parte hacia el SO desde la población de Villaverde-Mogina y que sigue la dirección del río.
YG-13	Activo, Grande	275-4	A1	Gravas	P.K. 42,5 de la carretera N-620.
YG-14	Activo, Grande	275-4	A1	Gravas	Camino que parte hacia el Norte, desde la localidad de Villodrigo.

Figura 24.- Cuadro-resumen de yacimientos granulares.

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

Símbolo	Estado e importancia	Situación	Grupo Litológico	Tipo de material	ACCESO
YG-15	Activo, Grande	275-4	A1	Gravas	P.K. 40,5 de la carretera N-620.
YG-16	Activo, Grande	275-4	T	Gravas	P.K. 39 de la carretera N-620.
YG-17	Activo, Grande	275-4	T	Gravas	P.K. 2 de la carretera de Villodrigo a Vizmallo.
YG-18	Activo, Grande	237-3	A1	Gravas	P.K. 37,3 de la carretera N-620.
YG-19	Activo, Grande	237-2	T	Gravas	Caminos que parten hacia el Este, desde Palazuelos de Muñó.
YG-20	Activo, Grande	236-2	A1	Gravas	P.K. 31,8 de la carretera C-617.
YG-21	Abandonado, Medio	236-2	A1	Gravas	Camino que parte hacia el Sur, desde Villodre.
YG-22	Abandonado, Pequeño	236-2	T	Gravas	P.K. 4 de la carretera C-617.

Figura 24.- Cuadro-resumen de yacimientos granulares (cont.)

5.4. MATERIALES PARA TERRAPLENES Y PEDRAPLENES

En el Tramo de estudio los mejores materiales para préstamos en el Tramo de estudio son de edad cuaternaria y corresponden a terrazas, formaciones aluviales y terrazas aluviales de los grandes ríos que atraviesan el Tramo.

Con restricciones, también podrán ser utilizados como préstamos los conos de deyección y coluviales, siempre y cuando cumplan las limitaciones y medidas técnicas apropiadas.

Los materiales coluvio-aluviales y aluviales de los arroyos que atraviesan el Tramo son eminentemente arcillosos y poseen gran cantidad de materia orgánica, por lo que su utilización en terraplenes debe ser muy restrictiva.

Los grupos litológicos (321h), (321b), (321f) y (321g), constituidos principalmente por arenas, limos y arcillas, podrán ser utilizados en terraplenes sin mayor dificultad.

Los grupos litológicos (321a) y (321c) se podrán emplear normalmente en pedraplenes.

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

5.5. YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON MAS DETALLE

En la Figura 25 se muestra un cuadro-resumen de los yacimientos granulares que por su importancia pudieran ser objeto de un estudio más detallado. Las superficies del páramo, en toda su amplitud, se consideran yacimientos rocosos potenciales, que pudieran ser objeto de un estudio más detallado.

Símbolo	Estado e importancia	Situación	Grupo Litológico	Tipo de material	ACCESO
YG-20	Activo, Grande	236-2	A1	Gravas	P.K. 31,8 de la carretera C-617.
YG-21	Abandonado, Medio	236-2	A1	Gravas	Camino que parte hacia el Sur, desde Villodre.
YG-22	Abandonado, Medio	236-2	T	Gravas	P.K. 4 de la carretera C-617.

Figura 25.- Cuadro-resumen de yacimientos granulares que, por su importancia, pudieran ser objeto de un estudio más detallado.

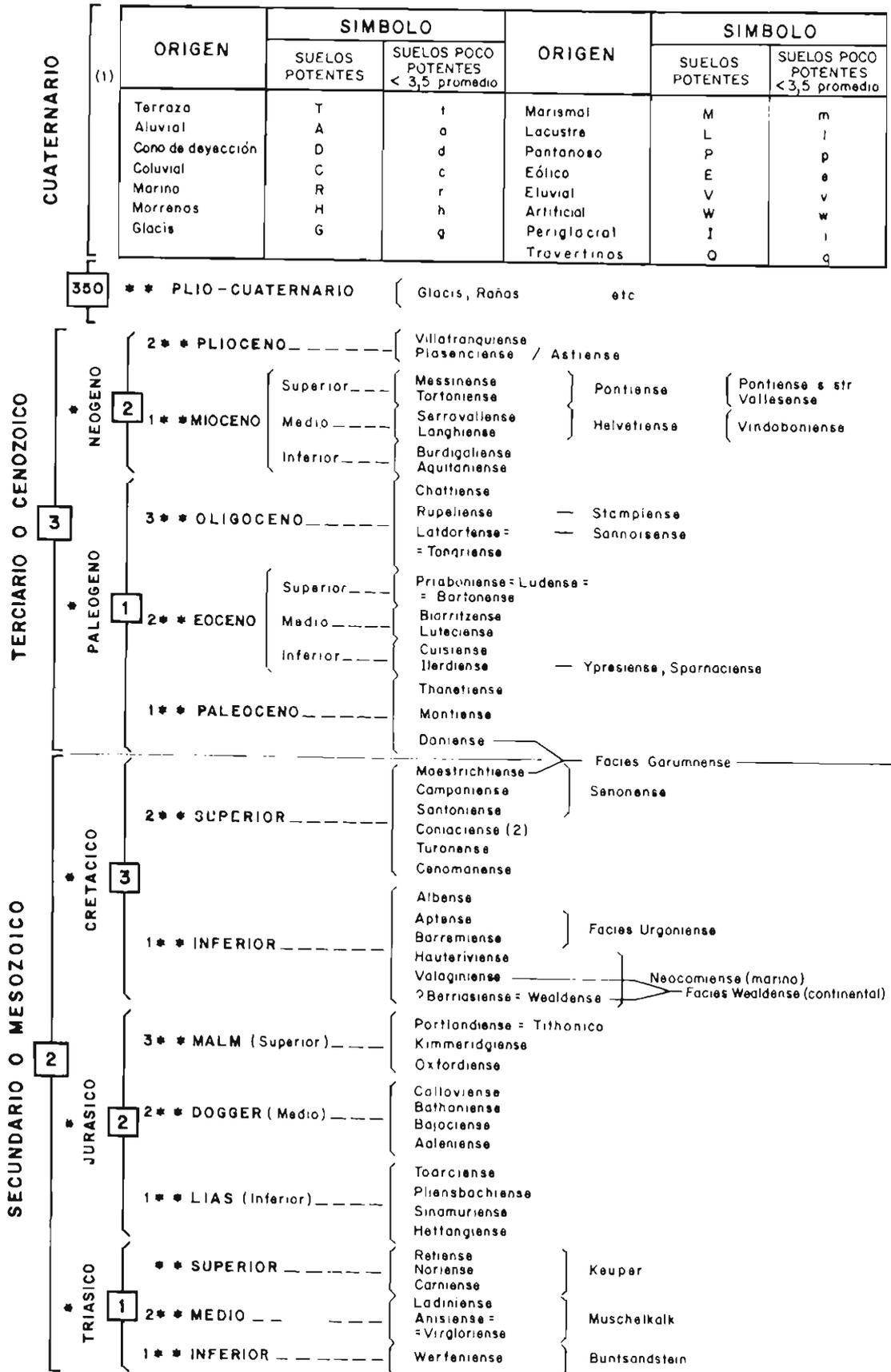
6. BIBLIOGRAFIA

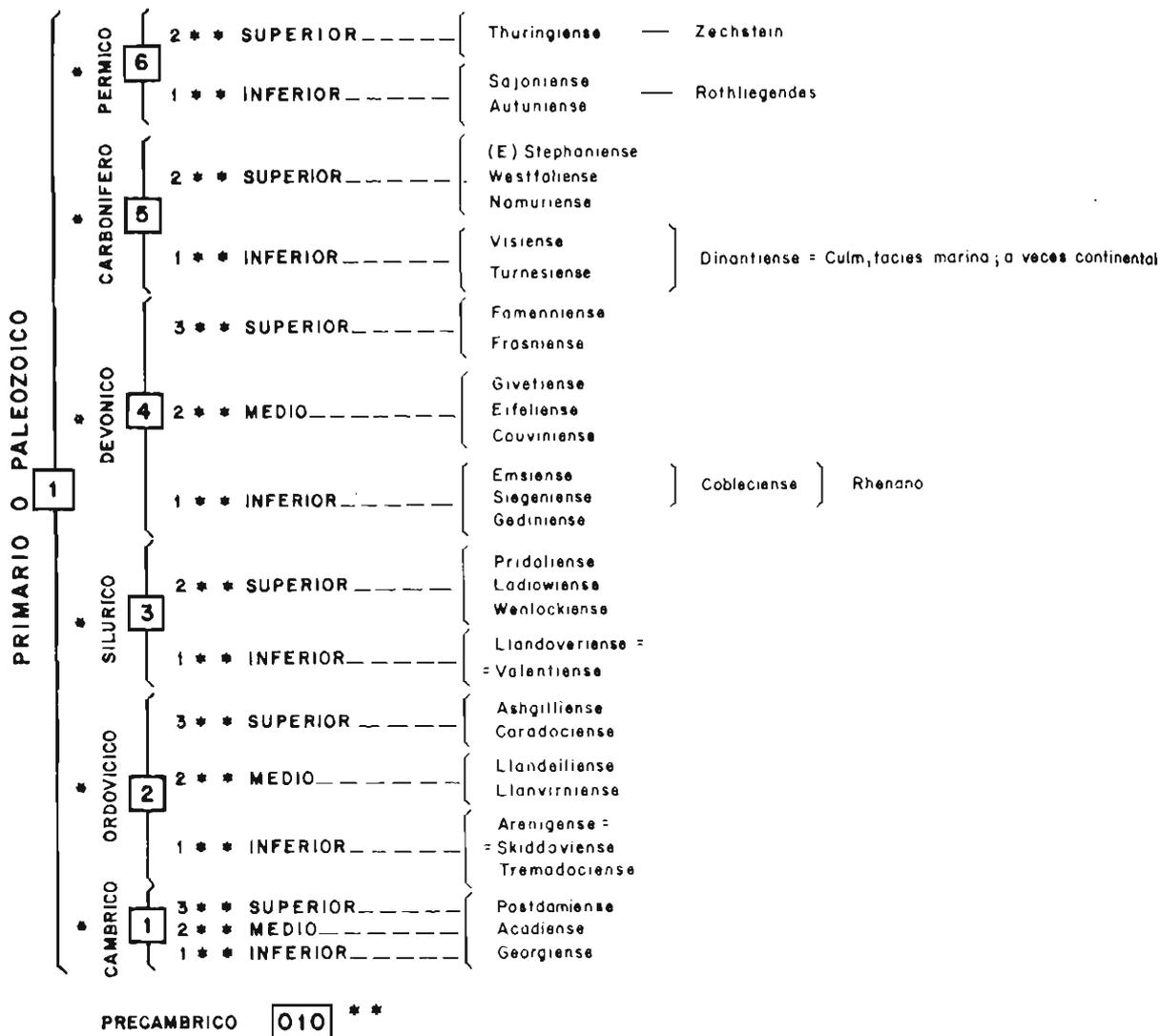
- I.G.M.E. (1975).- Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja 326, Astudillo.
- I.G.M.E. (1975).- Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja 327, Castrojeriz.
- I.G.M.E. (1978).- Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja 273, Palencia.
- I.G.M.E. (1973).- Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja 274, Torquemada.
- I.G.M.E. (1975).- Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja 275, Santa María del Campo.
- I.G.M.E. (1975).- Mapa geotécnico general. Escala 1:200.000. Hoja 19, León.
- I.G.M.E. (1975).- Mapa geotécnico general. Escala 1:200.000. Hoja 20, Burgos.
- I.G.M.E. (1974).- Mapa de rocas industriales. Escala 1:200.000. Hoja 19, León.
- I.G.M.E. (1976).- Mapa de rocas industriales. Escala 1:200.000. Hoja 20, Burgos.
- Instituto nacional de meteorología. (1987).- Notas para una climatología de Burgos.
- Instituto nacional de meteorología. (1988).- Notas para una climatología de Palencia.
- M.O.P.U. (1988).- Estudio previo de terrenos. Itinerario León-Burgos. Tramo Osorno-Burgos.
- Terán, M.; et all. (1968).- Geografía regional de España. Ed. Ariel.

7. ANEJOS

7.1. ANEJO 1: SIMBOLOGÍA UTILIZADA EN LAS COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS.

COLUMNA ESTRATIGRAFICA





Los materiales cristalinos de edad indeterminada se denominarán (001) ** para rocas masivas y (002) para diques

(1) Los materiales cuaternarios se cartografiarán con la letra correspondiente a suelos potentes o poco potentes

(2) Es discutida la pertenencia del Coniaciense al Sanonense.

* Los grupos litológicos indeterminados estratigráficamente se denominarán con la primera cifra correspondiente a la era añadiendo dos ceros como signo de indeterminación para el período y época.

En caso de indeterminación de la época, se denominarán los grupos litológicos con las cifras correspondientes a la era y período añadiendo un cero como signo de indeterminación.

* * Cuando existan varios grupos litológicos dentro de la misma época, se denominarán con el número estratigráfico correspondiente, al que se agregará la letra (a, b, c, etc) para diferenciarlos entre sí.

7.2. ANEJO 2 : CRITERIOS UTILIZADOS EN LAS DESCRIPCIONES GEOTECNICAS

INTRODUCCION

Con objeto de precisar, en lo posible, el contenido de las descripciones geotécnicas de los materiales del Tramo, se indican a continuación los criterios utilizados en la exposición de las características del terreno, tales como ripabilidad, estabilidad de taludes, capacidad portante y niveles freáticos.

Para evaluar las características geotécnicas sólo se ha dispuesto de las observaciones 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.). Por tanto sólo se puede dar una valoración cualitativa de dichas características.

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 voladuras.

c) Se consideran no ripables aquellas formaciones que necesitan para realizar su excavación el empleo de explosivos u otros materiales 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 una 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 (2-3 kg/cm²) produce asentamientos tolerables en 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 asentamientos 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°).

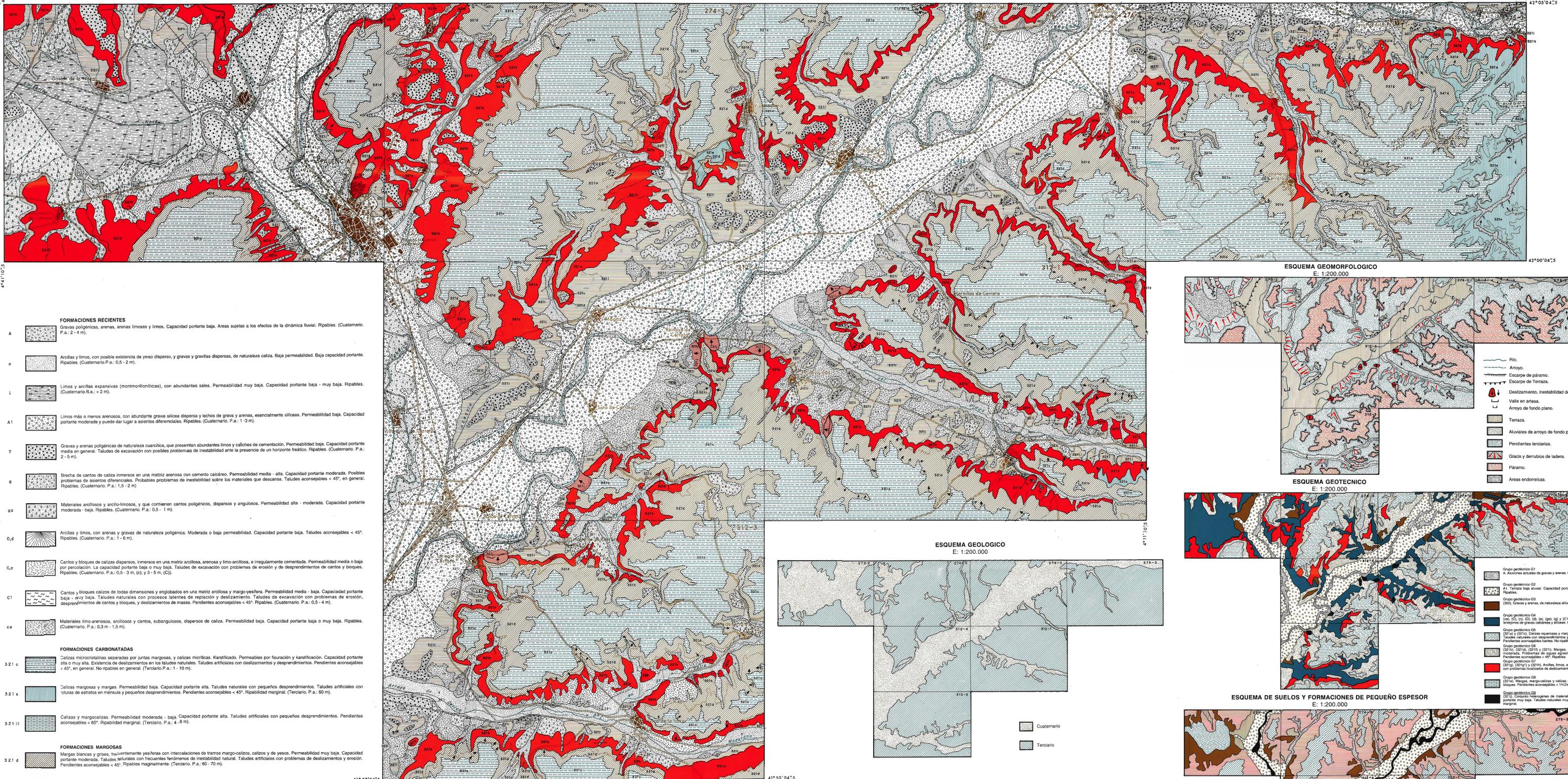
Se han considerado formaciones con problemas de estabilidad de taludes, aquellas en las que bien sea porque el ángulo de estabilidad natural del material es muy tendido, bien porque la formación está integrada por materiales de diferente comportamiento geotécnico, pueden producirse derrumbamientos, desprendimientos o deslizamientos de ladera. En general, para cada material y talud, se indica el tipo de problemas que pueden presentarse.

DRENAJE

El movimiento superficial y profundo de las aguas de lluvia se reseña 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 sólo han permitido dar unas ideas generales sobre el movimiento del agua a través de las formaciones.

PLANOS

MAPA LITOLOGICO-ESTRUCTURAL
(ESCALA 1:50.000)

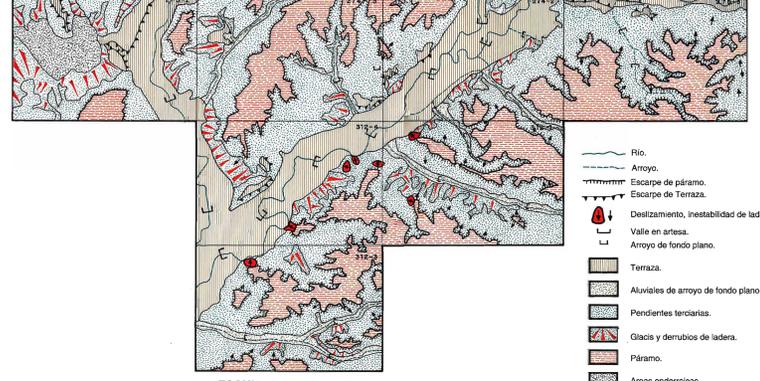


- FORMACIONES RECIENTES**
- A Graves poligénicas, arenas, arenas limosas y limos. Capacidad portante baja. Areas sujetas a los efectos de la dinámica fluvial. Ripables. (Cuaternario. P.a.: 2 - 4 m).
 - o Arcillas y limos, con posible existencia de yeso disperso, y gravas y gravillas dispersas, de naturaleza caliza. Baja permeabilidad. Baja capacidad portante. Ripables. (Cuaternario P.a.: 0.5 - 2 m).
 - l Limos y arcillas expansivas (montmorilloníticas), con abundantes sales. Permeabilidad muy baja. Capacidad portante baja - muy baja. Ripables. (Cuaternario R.a.: < 2 m).
 - A1 Limos más o menos arenosos, con abundante grava silíceas dispersas y lechos de grava y arenas, esencialmente silíceas. Permeabilidad baja. Capacidad portante moderada y puede dar lugar a asentamientos diferenciales. Ripables. (Cuaternario P.a.: 1 - 3 m).
 - T Gravas y arenas poligénicas de naturaleza cuarcítica, que presentan abundantes limos y caliches de cementación. Permeabilidad baja. Capacidad portante media en general. Taludes de excavación con posibles problemas de inestabilidad ante la presencia de un horizonte freático. Ripables. (Cuaternario. P.a.: 2 - 5 m).
 - 9 Brecha de cantos de caliza inmersos en una matriz arenosa con cemento cálcico. Permeabilidad media - alta. Capacidad portante moderada. Posibles problemas de asentamientos diferenciales. Posibles problemas de inestabilidad sobre los materiales que descansan. Taludes aconsejables < 45°, en general. Ripables. (Cuaternario. P.a.: 1.5 - 2 m).
 - 90 Materiales arcillosos y arcillo-limosos, y que contienen cantos poligénicos, dispersos y angulosos. Permeabilidad alta - moderada. Capacidad portante moderada - baja. Ripables. (Cuaternario. P.a.: 0.5 - 1 m).
 - 0,4 Arcillas y limos, con arenas y gravas de naturaleza poligénica. Moderada o baja permeabilidad. Capacidad portante baja. Taludes aconsejables < 45°. Ripables. (Cuaternario. P.a.: 1 - 8 m).
 - C,0 Cantos y bloques de calizas dispersos, inmersos en una matriz arcillosa, arenosa y limo-arcillosa, e irregularmente cementada. Permeabilidad media o baja por percolación. La capacidad portante es muy baja. Taludes de excavación con problemas de erosión y de desprendimientos de cantos y bloques. Ripables. (Cuaternario. P.a.: 0.5 - 3 m. (c); y 3 - 5 m. (C)).
 - C1 Cantos y bloques calizos de todas dimensiones y englobados en una matriz arcillosa y margo-yesifera. Permeabilidad media - baja. Capacidad portante baja - muy baja. Taludes naturales con procesos latentes de reptación y deslizamiento. Taludes de excavación con problemas de erosión, desprendimientos de cantos y bloques, y deslizamientos de masas. Pendientes aconsejables < 45°. Ripables. (Cuaternario. P.a.: 0.5 - 4 m).
 - 60 Materiales limo-arenosos, arcillosos y cantos, subangulosos, dispersos de caliza. Permeabilidad baja. Capacidad portante baja o muy baja. Ripables. (Cuaternario. P.a.: 0.3 m - 1.5 m).
- FORMACIONES CARBONATADAS**
- 3,21 c Calizas micronizadas separadas por juntas margosas, y calizas micricas. Karstificado. Permeables por fisuración y karstificación. Capacidad portante alta o muy alta. Existencia de deslizamientos en los taludes naturales. Taludes artificiales con deslizamientos y desprendimientos. Pendientes aconsejables < 45°, en general. No ripables en general. (Terciario. P.a.: 1 - 10 m).
 - 3,21 a Calizas margosas y margas. Permeabilidad baja. Capacidad portante alta. Taludes naturales con pequeños desprendimientos. Taludes artificiales con roturas de estratos en masa y pequeños desprendimientos. Pendientes aconsejables < 45°. Ripabilidad marginal. (Terciario. P.a.: 60 m).
 - 3,21 II Calizas y margocalizas. Permeabilidad moderada - baja. Capacidad portante alta. Taludes artificiales con pequeños desprendimientos. Pendientes aconsejables < 65°. Ripabilidad marginal. (Terciario. P.a.: 4 - 8 m).
- FORMACIONES MARGOSAS**
- 3,21 d Margas blancas y grises, frecuentemente yesíferas con intercalaciones de tramos margo-calizas, calizas y de yesos. Permeabilidad muy baja. Capacidad portante moderada. Taludes naturales con frecuentes fenómenos de inestabilidad natural. Taludes artificiales con problemas de deslizamientos y erosión. Pendientes aconsejables < 45°. Ripables marginalmente. (Terciario. P.a.: 60 - 70 m).
- FORMACIONES MARGOSAS**
- 3,21 I Margas blancas y grises, localmente yesíferas, con abundantes intercalaciones de niveles calizos y margo-calizos. Permeabilidad muy baja. Capacidad portante moderada. Con frecuente función como nivel de despegue de los grandes desplazamientos cartografiados. Taludes artificiales con problemas de erosión y deslizamientos superficiales. Pendientes aconsejables < 45°. Ripables. (Terciario. P.a.: 60 m).
- FORMACIONES DETRITICAS**
- 3,21 h Arcillas, arenas y limos. Permeabilidad muy baja. Capacidad portante moderado. Problemas de agresividad de aguas. Con frecuencia es el nivel de base de los grandes deslizamientos. Pendientes aconsejables < 45°. Ripables. (Terciario. P.a.: 20 m).
- FORMACIONES DESLIZADAS**
- 3,21 j Calizas del páramo, margo-calizas, margas, margas yesíferas, yesos, arenas, conglomerados, limos y arcillas. Permeabilidad baja. Capacidad portante baja - muy baja. Taludes naturales con inestabilidad activa, latente o fósil. Taludes artificiales muy inestables. Ripabilidad marginal. (Terciario. P.a.: 5 - 20 m).

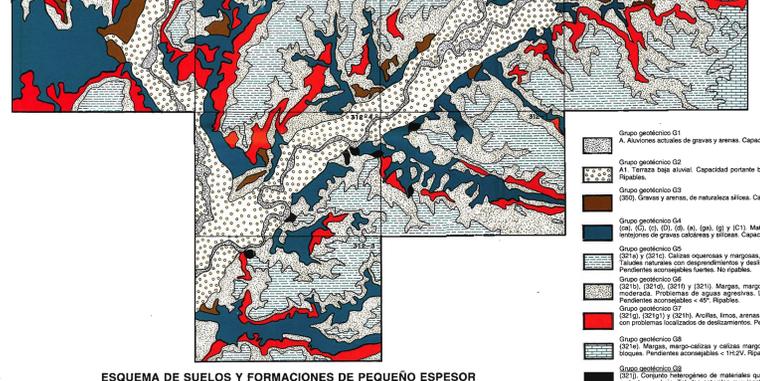
- SIMBOLOGIA**
- CONTACTO LITOLOGICO
 - FALLA
 - ESCARPE DE TERRAZA
 - ↓ DESLIZAMIENTO ACTIVO
 - ↓ DESLIZAMIENTO FOSIL O LATENTE
 - ↓ DESLIZAMIENTO SUPERFICIAL
 - ↓ CORRIAMIENTO ACTIVO
 - ↓ CORRIAMIENTO FOSIL O LATENTE
 - ↓ CORRIAMIENTO SUPERFICIAL

- ABREVIATURAS UTILIZADAS EN LA LEGENDA**
- A: Taludes altos, de 20 a 40 m de altura.
 - M: Taludes medios, de 5 a 20 m de altura.
 - B: Taludes bajos, de menos de 5 m de altura.
 - P.a.: Potencia aproximada.

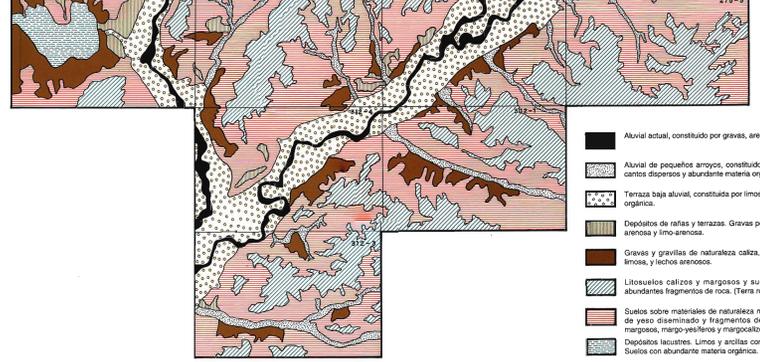
ESQUEMA GEOMORFOLÓGICO
E: 1:200.000



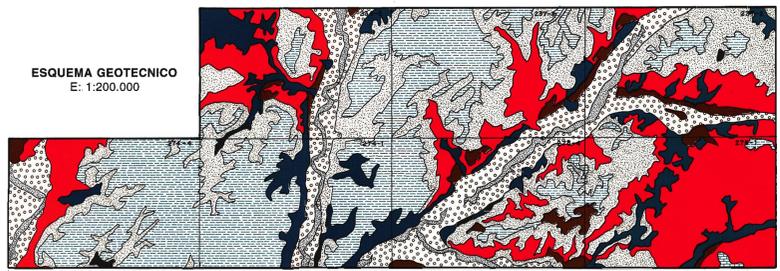
ESQUEMA GEOTECNICO
E: 1:200.000



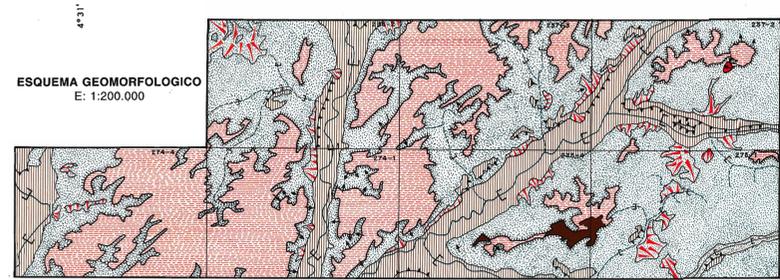
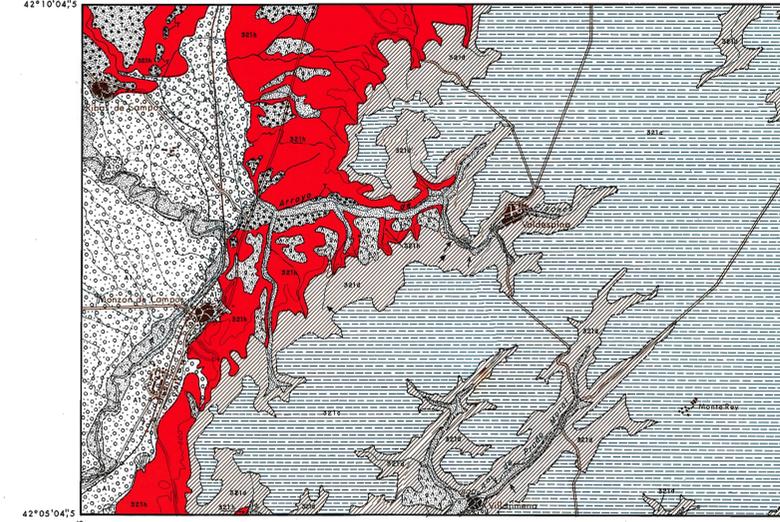
ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR
E: 1:200.000



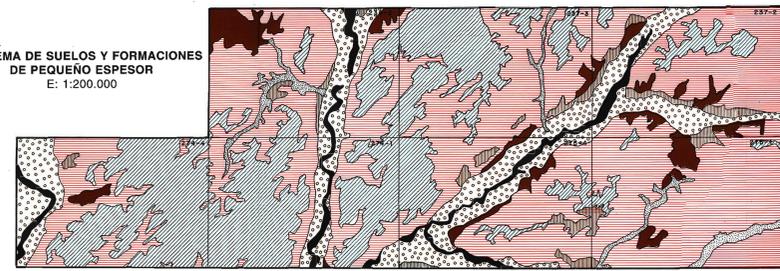
MAPA LITOLOGICO-ESTRUCTURAL
(ESCALA 1:50.000)



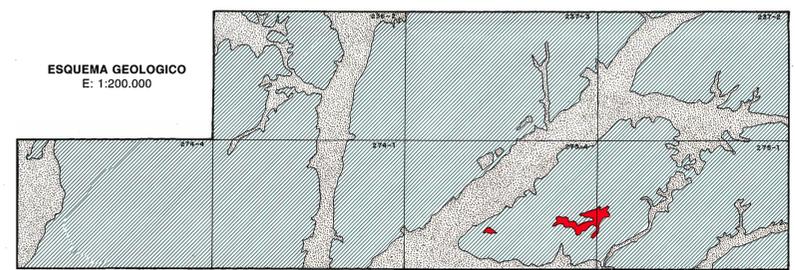
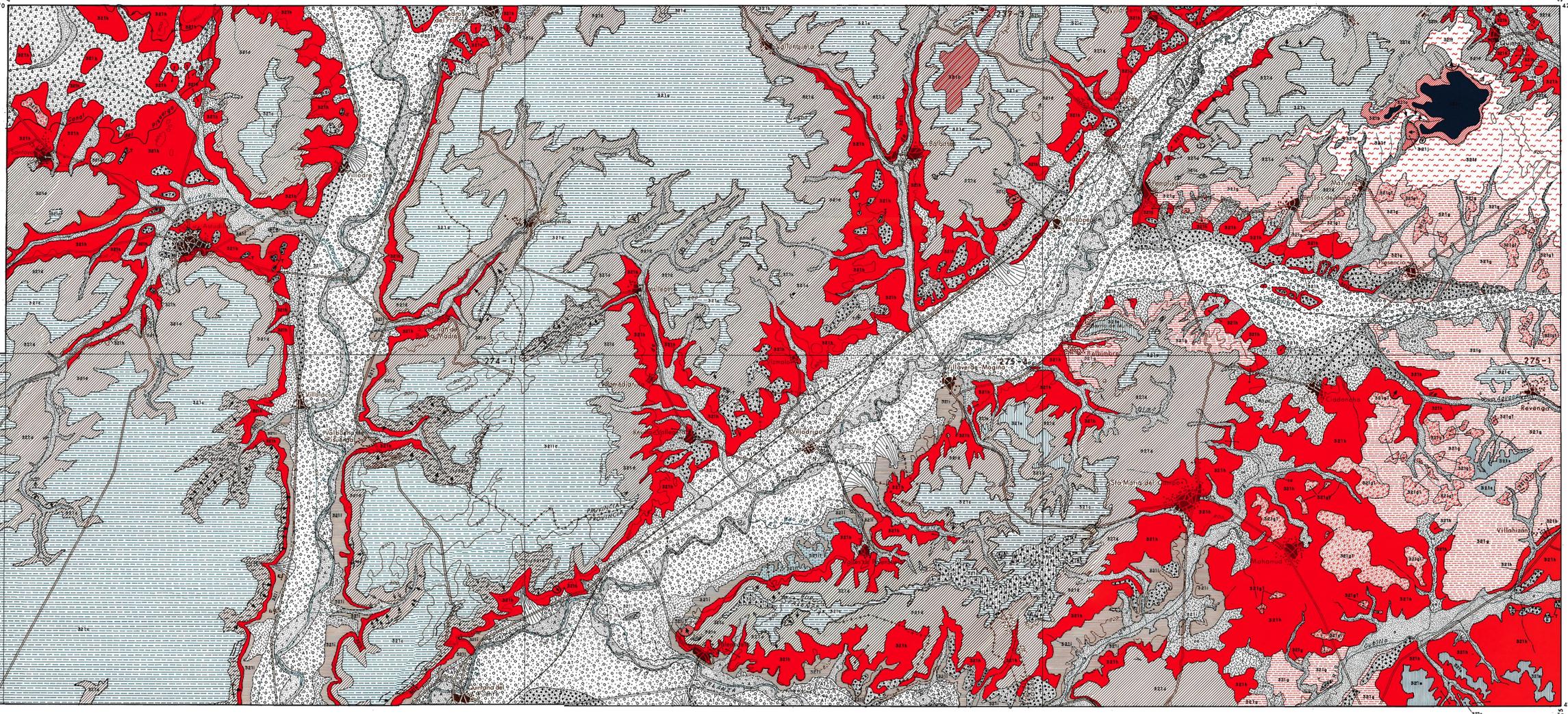
- Grupo geotécnico G1**
A. Aluviones actuales de gravas y arenas. Capacidad portante baja. Problemas de dinámica fluvial. Ripables.
- Grupo geotécnico G2**
A1. Terraza baja aluvial. Capacidad portante baja. Problemas de escorrentía superficial y asentamientos diferenciales. Ripables.
- Grupo geotécnico G3**
Gravas y arenas, de naturaleza silíceas. Capacidad portante moderada. Tolerables para presntamos. Ripables.
- Grupo geotécnico G4**
(G4), (G), (D), (G), (G), (G), (G) y (C1). Materiales limo-arcillosos con proporciones muy variables de carbonos y lentones de grava calcárea y silíceas. Capacidad portante baja - muy baja. Poco útiles para presntamos. Ripables.
- Grupo geotécnico G5**
(S21a) y (S21c). Calizas ocaresas y margosas, con intercalaciones de margas. Capacidad portante alta o muy alta. Taludes naturales con desprendimientos y deslizamientos. Taludes artificiales con problemas de erosión diferencial. Pendientes aconsejables fuertes. No ripables.
- Grupo geotécnico G6**
(S21b), (S21d), (S21e) y (S21f). Margas, margo-calizas, calizas margosas. Capacidad portante alta. Taludes naturales con despiece de bloques. Pendientes aconsejables < 1H:2V. Ripabilidad marginal.
- Grupo geotécnico G9**
(S21g) y (S21h). Arcillas, limos, arenas y conglomerados. Capacidad portante moderada. Taludes naturales con problemas localizados de deslizamientos. Pendientes aconsejables < 1H:2V. Ripables.
- Grupo geotécnico G8**
(S21i) y (S21j). Conglomerados heterogéneos de materiales que conforman las grandes masas delimitadas del Tramo. Capacidad portante muy baja. Taludes naturales muy inestables. Taludes artificiales con problemas de estabilidad. Ripabilidad marginal.



- Río.
- Arroyo.
- Escarpa de páramo.
- Escarpa de terraza.
- Deslizamiento delimitado.
- Inestabilidad de ladera.
- Valle en ancha.
- Arroyo de fondo plano.
- Terraza.
- Aluviales de arroyo de fondo plano.
- Pendientes terciarias.
- Glacis y derrumbes de ladera.
- Páramo.
- Rafas.
- Cuaternario.
- Plio-cuaternario.
- Terciario.



M.O.P.T. DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS
AREA DE TECNOLOGIA
SERVICIO DE GEOTECNIA



- Cuaternario
- Plio-cuaternario
- Terciario

- SIMBOLOGIA**
- CONTACTO LITOLOGICO
 - FALLA NORMAL
 - FALLA
 - ESCARPE DE DESLIZAMIENTO
 - ESCARPE DE TERRAZA
 - DESPLAZAMIENTO ACTIVO
 - DESPLAZAMIENTO FOSIL O LATENTE
 - DESPLAZAMIENTO SUPERFICIAL
 - CORRIMIENTO ACTIVO
 - CORRIMIENTO FOSIL O LATENTE
 - CORRIMIENTO SUPERFICIAL

ESTUDIO PREVIO DE TERRENOS
ITINERARIO BURGOS - VALLADOLID
TRAMO: BUNIEL - PALENCIA

- DEPOSITOS RECIENTES**
- A. Gravas poligénicas, arenas, arenas limosas y limos. Capacidad portante baja. Areas sujetas a los efectos de la dinámica fluvial. Ripables. (Cuaternario. P.a.: 2-4 m).
 - a. Arcillas y limos, con posible existencia de yeso disperso, y gravas y gravillas dispersas, de naturaleza caliza. Baja permeabilidad. Baja capacidad portante. Ripables. (Cuaternario. P.a.: 0,5-2 m).
 - A1. Limos más o menos arenosos, con abundante grava silicea dispersa y lechos de grava y arenas, esencialmente silíceas. Permeabilidad baja. Capacidad portante moderada y puede dar lugar a asentamientos diferenciales. Ripables. (Cuaternario. P.a.: 1-3 m).
 - T. Gravas y arenas poligénicas de naturaleza cuarcítica, que presentan abundantes limos y calichos de conatación. Permeabilidad baja. Capacidad portante media en general. Taludes de excavación con posibles problemas de inestabilidad ante la presencia de un horizonte freático. Ripables. (Cuaternario. P.a.: 2-5 m).
 - g. Brecha de cantos de caliza inmersos en una matriz arenosa con cemento calcáreo. Permeabilidad media - alta. Capacidad portante moderada. Posibles problemas de asentamientos diferenciales. Probables problemas de inestabilidad sobre los materiales que descansan. Taludes aconsejables < 45°, en general. Ripables. (Cuaternario. P.a.: 1,5-2 m)
 - g0. Materiales arcillosos y arcillo-limosos, y que contienen cantos poligénicos, dispersos y angulosos. Permeabilidad alta - moderada. Capacidad portante moderada - baja. Ripables. (Cuaternario. P.a.: 0,5-1 m).
 - D,d. Arcillas y limos, con arenas y gravas de naturaleza poligénica. Moderada o baja permeabilidad. Capacidad portante baja. Taludes aconsejables < 45°. Ripables. (Cuaternario. P.a.: 1-6 m).
 - C,c. Cantos y bloques de calizas dispersos, inmersos en una matriz arcillosa, arenosa y limo-arcillosa, e irregularmente cementada. Permeabilidad media o baja por penetración. La capacidad portante baja o muy baja. Taludes de excavación con problemas de erosión y de desprendimientos de cantos y bloques. Ripables. (Cuaternario. P.a.: 0,5-3 m, (C), y 3-5 m, (C)).
 - C1. Cantos y bloques calizos de todas dimensiones y angulobredos en una matriz arcillosa y margo-yesifera. Permeabilidad media - baja. Capacidad portante baja - muy baja. Taludes naturales con procesos latentes de reptación y deslizamiento. Taludes de excavación con problemas de erosión, desprendimientos de cantos y bloques, y deslizamientos de masa. Pendientes aconsejables < 45°. Ripables. (Cuaternario. P.a.: 0,5-4 m).
 - g0. Materiales limo-arenosos, arcillosos y cantos, subangulosos, dispersos de caliza. Permeabilidad baja. Capacidad portante baja o muy baja. Ripables. (Cuaternario. P.a.: 0,3 m - 1,5 m).
 - 350. Conglomerado de cantos cuarcíticos inmersos en una matriz principalmente arenosa y sin cementar. Permeabilidad baja. Capacidad portante moderada. Pendientes aconsejables > 45°. Ripables. (Plio-cuaternario. P.a.: 0,5-2 m).

- ABREVIATURAS UTILIZADAS EN LA LEGENDA**
- A: Taludes altos, de 20 a 40 m de altura.
 - M: Taludes medios, de 5 a 20 m de altura.
 - B: Taludes bajos, de menos de 5 m de altura.
 - P.a.: Potencia aproximada.

- FORMACIONES CARBONATADAS**
- 321 a. Calizas vicuolanas, micritas, permicritas, pelisparitas e intrasparitas, algunas veces con diaclorita, en bancos métricos separados por juntas margosas. Permeables por fisuración y karstificación. Capacidad portante alta o muy alta. Existencia de deslizamientos en los taludes naturales. Taludes artificiales con deslizamientos y desprendimientos. Pendientes aconsejables < 45°, en general. No ripables en general. (Terciario. P.a.: 1-5 m)
 - 321 c. Calizas microcristalinas separadas por juntas margosas, y calizas micriticas. Karstificado. Permeables por fisuración y karstificación. Capacidad portante alta o muy alta. Existencia de deslizamientos en los taludes naturales. Taludes artificiales con deslizamientos y desprendimientos. Pendientes aconsejables < 45°, en general. No ripables en general. (Terciario. P.a.: 1-10 m)
 - 321 e. Calizas margosas y margas. Permeabilidad baja. Capacidad portante alta. Taludes naturales con pequeños desprendimientos. Taludes artificiales con roturas de estratos en ménsula y pequeños desprendimientos. Pendientes aconsejables < 45°. Ripabilidad marginal. (Terciario. P.a.: 60 m).
 - 32111. Calizas y margocalizas. Permeabilidad moderada - baja. Capacidad portante alta. Taludes artificiales con pequeños desprendimientos. Pendientes aconsejables < 65°. Ripabilidad marginal. (Terciario. P.a.: 4-8 m).
- FORMACIONES MARGOSAS**
- 321 d. Margas blancas y grises, frecuentemente yesíferas, con intercalaciones de tramos margo-calizos, calizos y de yesos. Permeabilidad muy baja. Capacidad portante moderada. Taludes naturales con frecuentes fenómenos de inestabilidad natural. Taludes artificiales con problemas de deslizamientos y erosión. Pendientes aconsejables < 45°. Ripables marginalmente. (Terciario. P.a.: 60-70 m).
 - 321 i. Margas blancas y grises, localmente yesíferas, con abundantes intercalaciones de niveles calizos y margo-calizos. Permeabilidad muy baja. Capacidad portante moderada. Con frecuencia funciona como nivel de despegue de los grandes deslizamientos cartografados. Taludes artificiales con problemas de erosión y deslizamientos superficiales. Pendientes aconsejables < 45°. Ripables. (Terciario. P.a.: 60 m).
- FORMACIONES DETRITICAS**
- 321 b. Arcillas y limos, negras y rojas, intercalados por pequeños horizontes calcáreos. Permeabilidad muy baja. Capacidad portante moderada. Existencia de deslizamientos en los taludes naturales. Pendientes aconsejables < 45°. Ripables. (Terciario. P.a.: 20-25 m).
 - 321 f. Arcillas, limos y arenas rojizas, con intercalaciones de margas yesíferas y calizas margosas. Permeabilidad baja. Capacidad portante moderada. Taludes naturales con deslizamientos profundos y de gran radio. Taludes artificiales inestables. Pendientes aconsejables < 45°. Ripables. (Terciario. P.a.: 25 m).
 - 321 g. Arcillas, limos rojizos e intercalaciones de arenas conglomeráticas. Cementado irregularmente por carbonatos. Permeabilidad moderada - alta. Capacidad portante media. Pendientes aconsejables < 1H:2V. Ripables. (Terciario. P.a.: 25 m).
 - 321 g1. Niveles y lentones de areniscas compactas, arenas conglomeráticas y gravas. Permeabilidad moderada por percolación y fisuración. Capacidad portante moderada - alta. Pendientes aconsejables fuertes. Ripables marginalmente. (Terciario. P.a.: 1-3 m).
 - 321 h. Arcillas, arenas y limos. Permeabilidad muy baja. Capacidad portante moderada. Problemas de agresividad de aguas. Con frecuencia es el nivel de base de los grandes deslizamientos. Pendientes aconsejables < 45°. Ripables. (Terciario. P.a.: 20 m).
- FORMACIONES DESLIZADAS**
- 321 j. Calizas del páramo, margo-calizas, margas, margas yesíferas, yesos, arenas, conglomerados, limos y arcillas. Permeabilidad baja. Capacidad portante baja - muy baja. Taludes naturales con inestabilidad activa, latente o fósil. Taludes artificiales muy inestables. Ripabilidad marginal. (Terciario. P.a.: 5-20 m).

FECHA: DICIEMBRE 1993
REVISADO: J. MARTIN
M. RODRIGUEZ



Ministerio de Obras Públicas, Transportes
y Medio Ambiente
Centro de Publicaciones