

Estudio Previo de Terrenos

Itinerario Burgos-Aguilar de Campóo
Tramo: Quintanadueñas-Aguilar de Campóo



**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-Aguilar de Campóo
Tramo: Quintanadueñas-Aguilar de Campóo



Ministerio de Fomento
Secretaría de Estado de Infraestructuras y Transporte
Dirección General de Carreteras

ÍNDICE

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	4
2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL TRAMO	7
2.1. CLIMATOLOGÍA	7
2.2. TOPOGRAFÍA	12
2.3. GEOMORFOLOGÍA.....	16
2.4. ESTRATIGRAFÍA	21
2.5. TECTÓNICA	24
2.6. SISMICIDAD	26
3. ESTUDIO DE ZONAS	28
3.1. DIVISIÓN DEL TRAMO EN ZONAS DE ESTUDIO	28
3.2. ZONA 1: ÁREA DE PÁRAMOS	30
3.2.1. Geomorfología.....	30
3.2.2. Tectónica.....	34
3.2.3. Columna estratigráfica	36
3.2.4. Grupos litológicos.....	36
3.2.5. Grupos geotécnicos	61
3.2.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona 1	66
3.3. ZONA 2: ÁREA DE CAMPIÑA.....	67
3.3.1. Geomorfología.....	67
3.3.2. Tectónica.....	70
3.3.3. Columna estratigráfica	72
3.3.4. Grupos litológicos.....	72
3.3.5. Grupos geotécnicos	104
3.3.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona 2	107

ÍNDICE (cont.)

	Pág.
3.4. ZONA 3: ÁREA MESOZOICA. CORDILLERA VASCO-CANTÁBRICA.....	109
3.4.1. Geomorfología.....	109
3.4.2. Tectónica.....	115
3.4.3. Columna estratigráfica	122
3.4.4. Grupos litológicos.....	122
3.4.5. Grupos geotécnicos	169
3.4.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona 3	174
4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO	176
4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRÁFICOS.....	176
4.2. RESUMEN DE PROBLEMAS HIDROLÓGICOS.....	176
4.3. RESUMEN DE PROBLEMAS LITOLÓGICOS	178
4.4. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOMORFOLÓGICOS	178
4.5. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTÉCNICOS	179
4.6. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS.....	183
5. INFORMACIÓN SOBRE YACIMIENTOS	186
5.1. ALCANCE DEL ESTUDIO	186
5.2. YACIMIENTOS ROCOSOS.....	186
5.3. YACIMIENTOS GRANULARES	188
5.4. MATERIALES PARA TERRAPLENES Y PEDRAPLENES	198
5.5. YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON MÁS DETALLE.....	199
6. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	200
7. ANEJOS	202
7.1. ANEJO 1: SIMBOLOGÍA UTILIZADA EN LAS COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS	203
7.2. ANEJO 2: CRITERIOS UTILIZADOS EN LAS DESCRIPCIONES GEOTÉCNICAS.....	205

1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente Estudio Previo de Terrenos es determinar los condicionantes geológicos y geotécnicos que de alguna manera pueden influir en una obra de tipo lineal como es una carretera.

Así, se analizan las características litológicas, estructurales y geomorfológicas más sobresalientes, y también otros factores condicionantes de índole geotécnica.

La estabilidad natural de las formaciones (deslizamientos, desprendimientos, etc.) y la posible utilización de las rocas en la construcción de las diversas capas de firmes de carretera, se estudian con particular interés.

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

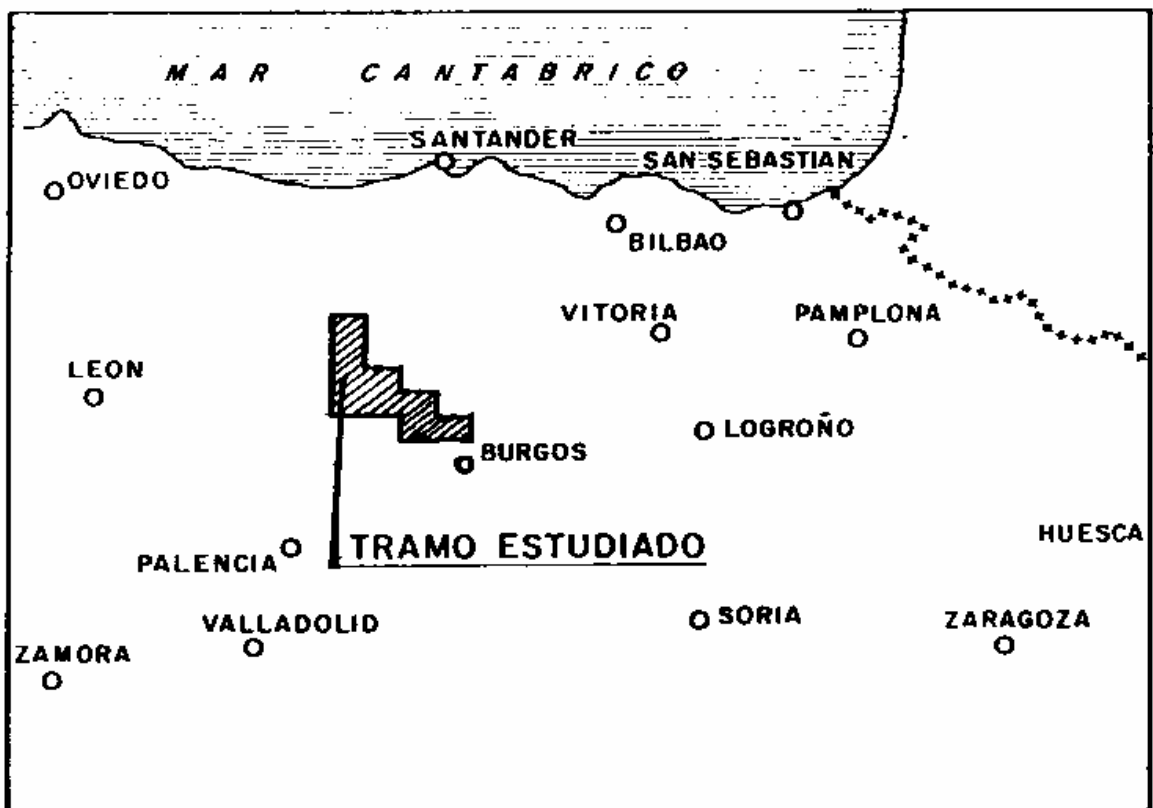


Fig. 1: Esquema de situación del Tramo

Nº	Hoja	Cuadrantes
200	Burgos	1
199	Sasamón	2
166	Villadiego	1, 3 y 4
165	Herrera de Pisuerga	2 y 4
133	Prádanos de Ojeda	2 y 4

El Estudio 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, estratigráficas, tectónicas, geomorfológicas y sísmicas.

En el tercero de los capítulos se realiza una división del Tramo en zonas, según criterios geomorfológicos y tectónicos, y se definen los grupos litológicos y geotécnicos que las integran.

En el cuarto capítulo se describe un resumen de los problemas generales topográficos, hidrológicos, litológicos, geomorfológicos y geotécnicos, junto con la descripción de los corredores de trazado sugeridos.

En el quinto capítulo se hace un estudio resumido de los yacimientos rocosos y granulares más importantes ubicados en el Tramo.

El capítulo sexto se dedica a la bibliografía consultada, y el último capítulo corresponde a los anejos.

En cuanto a los Planos, se incluyen dos mapas litológico-estructurales a escala 1:50.000, que representan la totalidad de la extensión del Tramo, y cuatro esquemas (geológico, geotécnico, de suelos y formaciones de pequeño espesor, y geomorfológico) a escala 1:200.000.

Este Estudio Previo de Terrenos ha sido supervisado y ejecutado por:

DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS, Servicio de Geotecnia

D. Jesús Santamaría Arias
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

D. Jesús Martín Contreras
Ldo. en Ciencias Geológicas

y por parte de la empresa consultora UTE INECO-INGEMISA:

D. José Luís Antón Vicente
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

D. Julián Cuesta Romero
Ldo. en Ciencias Geológicas

2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL TRAMO

2.1. CLIMATOLOGÍA

Las características climáticas del Tramo se han deducido a partir de los datos aportados por una serie de estaciones meteorológicas, pertenecientes a la red del Instituto Nacional de Meteorología.

La elección de las estaciones se ha realizado atendiendo a tres criterios fundamentales: el primero de ellos es que las estaciones se distribuyen a lo largo de todo el Tramo, el segundo que cada estación contenga el mayor número de variables posibles registradas y el tercero que los años apuntados en cada estación abarquen, a ser posible, como mínimo períodos consecutivos de 30 años, que corresponde al período climático estándar fijado por la Organización Meteorológica Mundial.

Las estaciones consultadas han sido: Pantano de Aguilar de Campóo (nº 2243), Alar del Rey (nº 2257), Villadiego (nº 2285) y Villafría-Burgos (nº 331). Los cuadros 1 a 4 muestran los datos resumen de las estaciones meteorológicas consultadas.

La precipitación anual del Tramo es superior a la media nacional, ya que oscila entre 533,7 mm en Burgos hasta 656,1 mm en el Pantano de Aguilar de Campóo. En todas las estaciones las precipitaciones se distribuyen análogamente durante el año: hay un período de estiaje de Junio a Septiembre y un aumento progresivo de la pluviosidad hacia los meses iniciales y finales del año. Las precipitaciones tienen lugar en un promedio de 100,9 días de lluvia.

El número de días de nieve de media en el Tramo es de 20,5 días siendo la estación de Burgos (Villafría) la que más días de nieve tiene (27,7 días).

En cuanto a las temperaturas, sólo se disponen de datos en las estaciones de Burgos-Villafría, Alar del Rey y Pantano de Aguilar de Campóo.

Las temperaturas medias anuales oscilan entre 9,8° C y 10,6° C. Las temperaturas máximas medias están comprendidas entre 26,3° C y 28,4° C y corresponden a los meses de Julio y Agosto; y las mínimas medias mensuales varían entre -1,9° C y 0,2° C para los meses de Diciembre y Enero.

La temperatura máxima extrema es de 35,8° C y la mínima extrema de -9,4° C.

La oscilación máxima extrema es de 44,3° C y la mínima extrema de 20,7° C.

CUADRO 1.
DATOS DE PRECIPITACIONES Y TEMPERATURAS DEL AÑO MEDIO (PERÍODO 1961 - 1996),
CORRESPONDIENTES A LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DEL PANTANO DE AGUILAR DE CAMPÓO

ESTACIÓN PANTANO DE AGUILAR DE CAMPÓO 1961-1996

MES	PRECIPITACIÓN (mm/m ²)			Nº DE DÍAS DE								TEMPERATURA (°C)						
	MEDIA	MÁXIMA	MÍNIMA	LLUVIA	NIEVE	GRANIZO	TORMENTA	NIEBLA	ROCIÓ	ESCARCHA	NIEVE EN EL SUELO	EXTREMAS		OSCILACIONES		VALORES MEDIOS		
												MÁXIMA	MÍNIMA	EXTREMA	MEDIA	MÁXIMA	MÍNIMA	MEDIA
ENE	76,4	286,9	4,3	8,8	4,8	0,1	0,3	9,3	0,6	14,6	2,6	13,5	-9,4	23,0	8,6	7,0	-1,7	2,6
FEB	62,5	154,2	8,3	7,6	4,9	0,1	0,2	6,9	0,6	11,4	2,4	15,5	-8,5	23,9	9,7	8,6	-1,2	3,7
MAR	44,2	113,5	4,0	8,0	3,3	0,5	0,2	8,6	3,0	12,0	1,3	19,7	-6,4	26,1	11,5	11,6	0,1	5,9
ABR	63,8	191,3	8,8	10,2	2,1	0,6	1,1	8,1	6,7	6,3	0,3	22,1	-4,0	26,1	11,8	13,6	1,8	7,7
MAY	59,9	190,8	5,2	12,3	0,6	0,5	3,1	7,9	12,1	1,3	0,0	26,3	-1,3	27,6	12,6	17,5	4,9	11,2
JUN	50,9	120,5	4,8	8,8	0,0	0,1	3,5	8,1	14,1	0,1	0,0	30,7	2,0	28,7	14,0	21,9	7,8	14,8
JUL	28,3	73,7	2,2	5,4	0,0	0,1	3,5	8,0	16,3	0,0	0,0	33,7	4,5	29,2	15,9	25,8	9,9	17,8
AGO	23,9	86,5	0,0	4,7	0,0	0,0	2,7	10,0	16,7	0,2	0,0	33,2	4,3	28,9	16,1	25,9	9,7	17,8
SEP	40,0	113,3	1,4	7,7	0,0	0,0	1,5	9,2	15,3	0,8	0,0	30,9	1,6	29,4	15,2	22,9	7,7	15,3
OCT	58,1	210,6	6,5	11,0	0,3	0,0	0,2	8,9	10,1	3,5	0,1	24,4	-1,3	25,7	12,1	17,0	4,9	10,9
NOV	76,2	211,7	1,3	10,3	2,2	0,1	0,2	8,3	4,8	9,0	1,3	18,9	-5,5	24,4	9,8	11,2	1,3	6,3
DIC	71,8	204,1	0,0	9,8	3,8	0,0	0,0	10,3	2,1	11,7	3,0	14,3	-8,1	22,4	8,1	7,4	-0,7	3,3
ANUAL	656,1	-	-	104,4	22,0	2,2	16,5	103,7	102,1	70,7	11,0	33,7	-9,4	43,1	12,1	15,9	3,7	9,8

CUADRO 2.
DATOS DE TEMPERATURAS DEL AÑO MEDIO (PERÍODO 1968 - 1996),
CORRESPONDIENTES A LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE VILLADIEGO

ESTACIÓN DE VILLADIEGO 1968-1996

MES	PRECIPITACIÓN (mm/m ²)				Nº DE DÍAS DE							
	MEDIA	MÁXIMA	MÁXIMA 24 H	MÍNIMA	LLUVIA	NIEVE	GRANIZO	TORMENTA	NIEBLA	ROCÍO	ESCARCHA	NIEVE EN EL SUELO
ENE	58,9	216,3	16,6	4,0	8,5	2,9	0,1	0,1	18,3	1,3	17,1	2,5
FEB	49,6	174,0	16,4	4,1	7,5	3,7	0,2	0,1	12,9	1,2	15,4	2,0
MAR	33,2	98,8	9,8	0,4	7,0	2,9	0,2	0,1	12,6	2,7	15,9	1,0
ABR	61,2	181,0	18,3	8,1	9,1	1,8	0,7	0,2	13,6	4,2	10,5	0,6
MAY	60,6	158,0	15,4	14,5	11,7	0,1	0,5	2,1	13,6	5,0	4,8	0,0
JUN	47,5	128,0	19,2	2,0	7,7	0,0	0,0	2,9	8,5	6,0	0,9	0,0
JUL	28,4	79,0	13,3	IP	4,6	0,0	0,1	3,6	5,6	2,6	0,3	0,0
AGO	25,5	111,5	15,2	IP	4,4	0,0	0,1	2,1	5,7	2,2	0,6	0,0
SEP	37,5	98,5	16,5	1,5	6,8	0,0	0,0	1,3	7,8	3,9	2,9	0,0
OCT	51,5	137,0	15,6	1,3	9,0	0,3	0,0	0,4	12,9	3,7	9,2	0,0
NOV	60,6	234,5	18,4	0,0	8,3	1,8	0,0	0,0	16,8	2,4	15,9	0,9
DIC	60,3	193,0	17,9	4,4	8,5	2,9	0,0	0,1	18,6	2,1	17,5	1,9
ANUAL	574,9	-	19,2	-	93,1	16,4	2,1	12,9	146,9	37,2	110,8	8,9

CUADRO 3.
DATOS DE TEMPERATURAS DEL AÑO MEDIO (PERÍODO 1931 - 1996),
CORRESPONDIENTES A LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE ALAR DEL REY

ESTACIÓN DE ALAR DEL REY 1931-1996

MES	PRECIPITACIÓN (mm/m ²)				Nº DE DÍAS DE										TEMPERATURA (°C)					
	MEDIA	MÁXIMA	MÁXIMA 24 H	MÍNIMA	LLUVIA	NIEVE	GRANIZO	TORMENTA	NIEBLA	ROCÍO	ESCARCHA	NIEVE EN EL SUELO	EXTREMAS		OSCILACIONES		VALORES MEDIOS			
													MÁXIMA	MÍNIMA	EXTREMA	MEDIA	MÁXIMA	MÍNIMA	MEDIA	
ENE	67,8	225,9	18,0	0,0	6,9	3,7	0,1	0,1	8,1	0,1	14,1	3,2	13,1	-8,5	21,6	8,6	6,7	-1,9	2,4	
FEB	52,2	177,8	15,3	1,4	5,9	4,0	0,2	0,1	3,7	0,3	11,6	3,1	15,4	-7,2	22,5	10,1	8,7	-1,4	3,7	
MAR	47,3	130,5	15,1	1,5	7,2	2,2	0,4	0,2	2,1	0,9	10,3	1,2	20,1	-4,9	25,0	11,5	12,4	0,8	6,6	
ABR	60,3	203,1	19,3	1,9	8,3	1,3	0,9	0,9	1,2	1,9	7,7	0,6	23,7	-2,9	26,7	12,3	15,1	2,8	8,9	
MAY	60,8	170,3	18,0	7,5	10,0	0,2	0,8	2,7	0,8	3,8	4,8	0,1	28,2	-0,2	28,4	13,2	19,2	6,1	12,6	
JUN	48,7	122,4	18,6	2,9	7,2	0,0	0,2	3,0	0,8	6,2	1,2	0,0	33,0	3,4	29,6	14,7	23,8	9,1	16,5	
JUL	29,0	126,4	15,0	0,0	4,0	0,0	0,2	2,7	0,7	6,0	0,2	0,0	35,8	6,8	29,0	16,7	28,4	11,7	20,0	
AGO	23,2	99,5	12,7	0,0	3,9	0,0	0,1	2,3	1,3	9,5	0,2	0,0	34,9	6,2	28,7	16,0	27,5	11,5	19,4	
SEP	42,7	138,8	18,2	0,0	6,6	0,0	0,1	1,6	1,9	8,8	3,8	0,0	32,1	3,6	28,4	14,6	23,9	9,3	16,6	
OCT	60,9	213,7	20,3	0,0	9,6	0,2	0,0	0,4	3,3	3,9	11,6	0,1	24,8	-0,2	25,0	12,0	17,4	5,4	11,4	
NOV	70,9	283,6	20,7	0,0	9,3	1,6	0,1	0,1	6,0	0,3	13,5	1,0	18,2	-4,6	22,8	9,5	10,9	1,4	6,1	
DIC	61,9	176,5	19,3	0,0	7,0	2,8	0,1	0,1	8,8	0,2	13,5	1,9	13,7	-7,2	20,9	8,2	7,2	-1,0	3,0	
ANUAL	625,6	-	20,7	-	86,0	16,0	3,0	14,2	38,6	41,9	92,5	11,2	35,8	-8,5	44,3	12,3	16,8	4,5	10,6	

CUADRO 4.
DATOS DE PRECIPITACIONES Y TEMPERATURAS DEL AÑO MEDIO (PERÍODO 1967 - 1996),
CORRESPONDIENTES A LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DEL PANTANO DE BURGOS - VILLAFRÍA

ESTACIÓN DE BURGOS-VILLAFRÍA 1967 - 1996

MES	PRECIPITACIÓN (mm/m ²)				Nº DE DÍAS DE										TEMPERATURA (°C)					
	MEDIA	MÁXIMA	MÁXIMA 24 H	MÍNIMA	LLUVIA	NIEVE	GRANIZO	TORMENTA	NIEBLA	ROCÍO	ESCARCHA	NIEVE EN EL SUELO	EXTREMAS		OSCILACIONES		VALORES MEDIOS			
													MÁXIMA	MÍNIMA	EXTREMA	MEDIA	MÁXIMA	MÍNIMA	MEDIA	
ENE	46,2	189,2	13,1	0,9	12,5	7,0	2,8	2,8	9,7	3,9	14,4	5,4	12,6	-8,5	21,1	6,1	6,6	0,5	2,7	
FEB	45,3	116,2	13,2	2,1	11,1	8,0	3,5	3,0	5,6	4,0	12,3	5,7	14,7	-7,2	21,9	6,7	8,3	1,6	3,8	
MAR	36,3	118,8	10,9	4,1	8,2	3,9	0,8	0,3	1,9	3,2	8,9	1,5	19,8	-5,8	25,6	7,3	11,3	4,1	5,9	
ABR	57,6	164,5	16,9	3,0	10,2	2,7	1,2	1,2	1,3	4,2	4,2	0,9	21,7	-3,5	25,2	7,6	13,0	5,5	7,6	
MAY	71,5	140,0	18,6	15,8	14,2	0,4	1,0	3,2	1,1	7,9	0,8	0,0	25,3	-0,4	25,7	7,6	16,7	9,1	11,0	
JUN	44,1	146,0	18,6	0,0	8,4	0,0	0,3	3,1	1,7	7,4	0,0	0,0	30,0	2,7	27,3	8,0	21,7	13,7	15,0	
JUL	25,1	83,7	12,0	-0,3	6,3	0,0	0,2	3,9	1,3	8,2	0,1	0,0	34,1	6,1	28,1	9,4	26,3	16,9	18,7	
AGO	28,1	151,3	14,1	0,0	5,6	0,0	0,1	2,8	2,5	7,1	0,0	0,0	33,8	5,1	28,7	9,0	26,3	17,3	18,6	
SEP	33,2	126,7	14,5	0,0	8,7	0,0	0,1	1,4	2,6	10,2	0,3	0,0	30,7	2,1	28,6	9,1	22,6	13,6	15,5	
OCT	45,9	114,6	14,1	1,7	12,5	0,2	0,2	0,4	3,6	9,8	1,7	0,0	24,3	-0,8	25,1	7,9	16,6	8,7	10,9	
NOV	52,5	178,2	14,9	0,0	10,7	2,0	0,1	0,2	4,7	5,5	6,5	1,0	18,5	-4,7	23,2	7,1	10,9	3,8	6,3	
DIC	47,9	153,4	13,8	3,8	11,5	3,6	0,1	0,0	7,1	3,1	9,6	2,4	13,7	-7,0	20,7	7,0	7,2	0,2	3,6	
ANUAL	533,7	-	18,6	-	119,9	27,7	10,5	22,2	43,1	74,6	58,8	16,9	34,1	-8,5	42,6	7,7	15,6	7,9	10,0	

En las figuras 2 a 5 se muestran los gráficos de precipitación y de temperatura de las estaciones consultadas.

2.2. TOPOGRAFÍA

El Tramo de estudio está situado en la comunidad autónoma de Castilla y León, y comprende parte de las provincias de Burgos y Palencia.

Geográficamente se ubica en el límite septentrional de la Cuenca del Duero, y el borde meridional de la Cordillera Vasco-Cantábrica.

Desde el punto de vista topográfico, en el Tramo se muestra una gran diferencia entre los paisajes del Norte y los del Sur. El Norte, montañoso y de elevada altitud, forma parte de la Cordillera Vasco-Cantábrica. En el Sur, formando parte de la Cuenca del Duero, cabe distinguir dos paisajes principales, desarrollados sobre materiales terciarios horizontales y predominantemente blandos: en el SE se levantan las mesas de los Páramos, y en el SO, el paisaje está compuesto de formas más suaves que caracterizan a la Campiña.

En el Sureste, la característica fisiográfica más destacable la constituye la presencia de altiplanos, denominados "páramos", que forman superficies elevadas disectadas por una red fluvial muy encajada, donde los ríos crean una morfología de valles de fondo plano y vertientes pronunciadas. Los páramos son estrechos (de 1 a 6 km) y alargados, dispuestos según una dirección N-S, que es la dirección que siguen los ríos principales.

La altitud media en la zona de páramos presenta cotas variables entre 910 y 1.020 m, ascendentes de SO y S a NE y N. Las diferencias altimétricas con los fondos de los valles tienen valores del orden de los 100 m.

En el Suroeste, el tipo de paisaje predominante es de escaso relieve, débilmente alomado, desarrollado sobre los materiales terciarios blandos y subhorizontales de la Cuenca del Duero. Es lo que se conoce como "campiña".

En la campiña, la altura media es de unos 850 m, existiendo unas diferencias medias de cotas entre interfluvios y fondos de valle, de 40 m. Estas diferencias adquieren su valor máximo en las vertientes del río Pisuerga.

El sector Norte, situado sobre materiales mesozoicos, ofrece un paisaje algo diferente; es accidentado y se encuentra disectado, de una manera importante, por la red fluvial. Los términos carbonatados predominan en las elevaciones, y los términos detríticos en los valles. Son características las superficies de erosión, bien conservadas, que conforman zonas altas aplanadas, originando las típicas "mesas" o "loras".

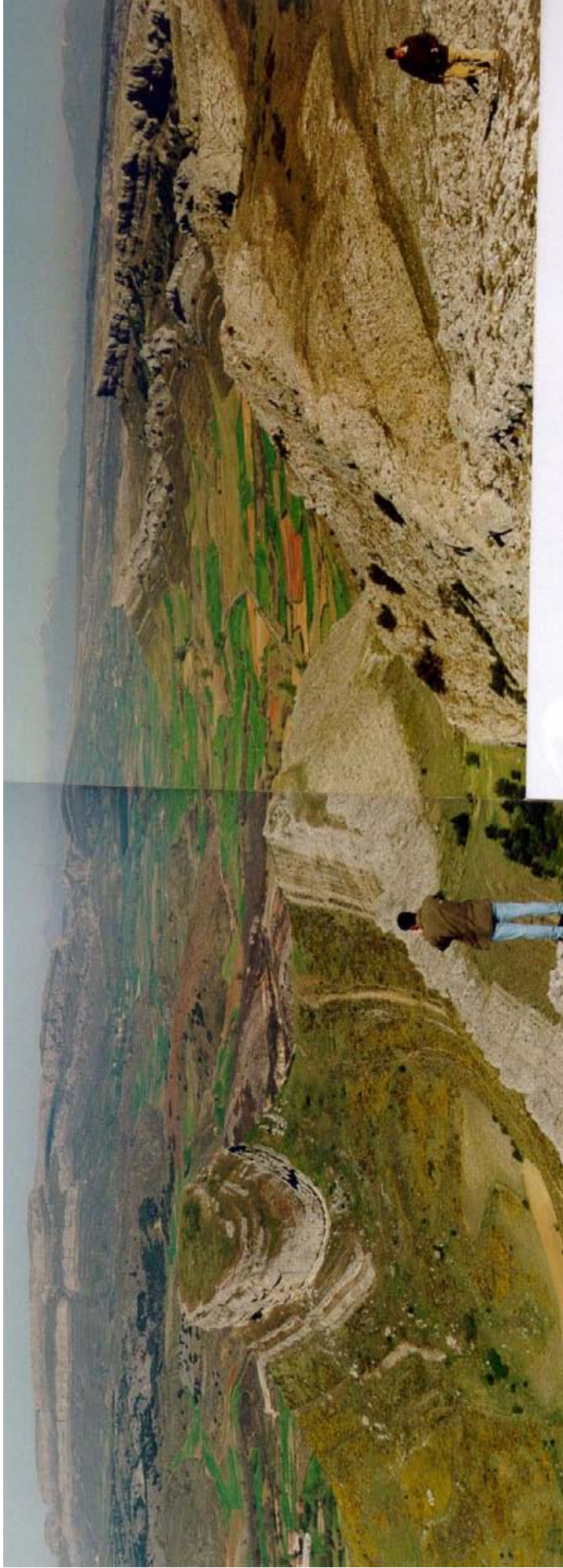
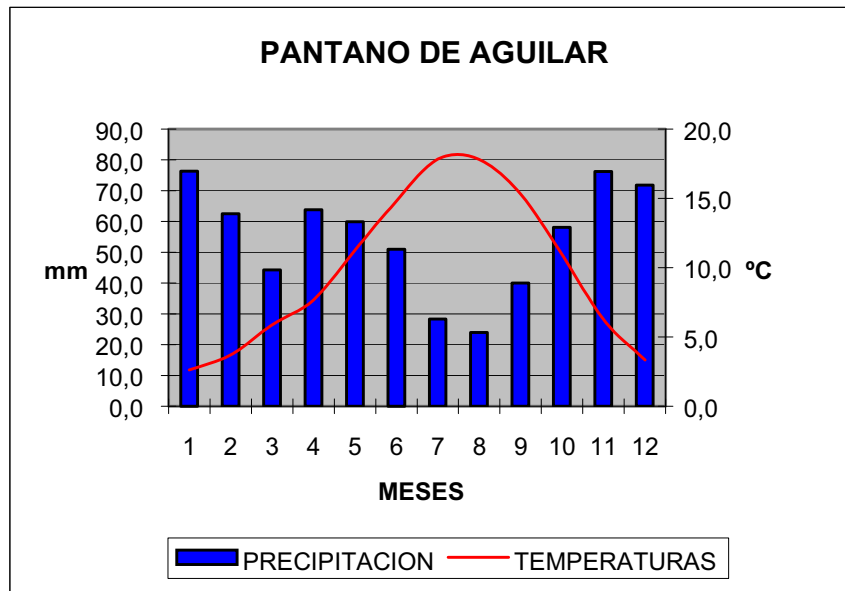


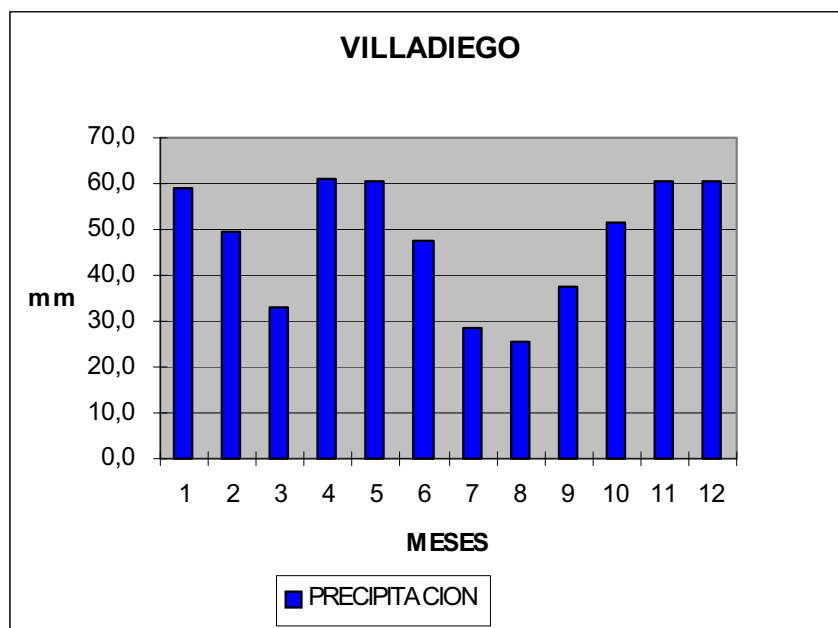
FOTO N° 1. Desde la Peña Ulaña, en primer término se sitúa la Peña del Castillo, y al fondo, la Peña Amaya.

Fig. 2: Precipitaciones y temperaturas de la estación del Pantano de Aguilar de Campóo



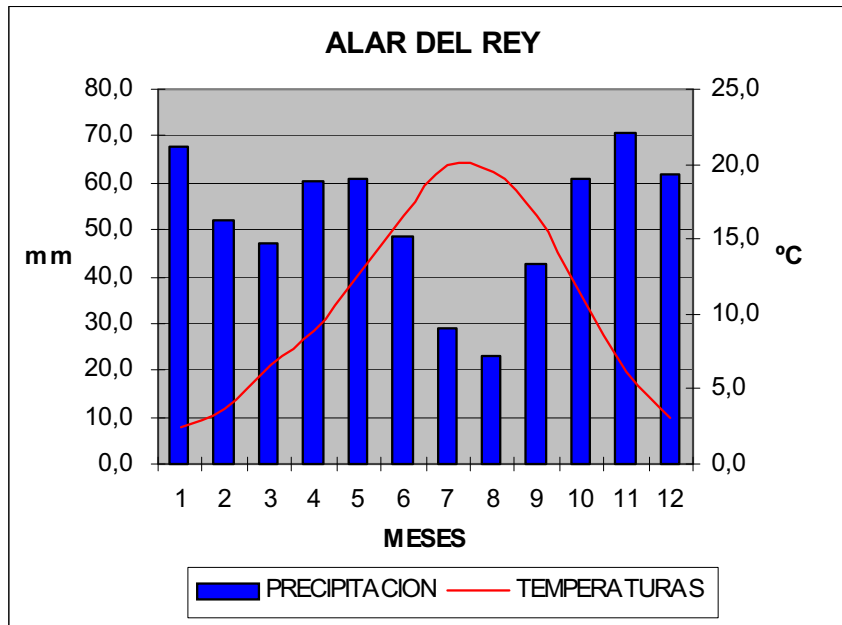
Precipitación anual = 656,1 mm
Temperatura media anual = 9,8°C

Fig. 3: Precipitaciones y temperaturas de la estación del Pantano de Villadiego



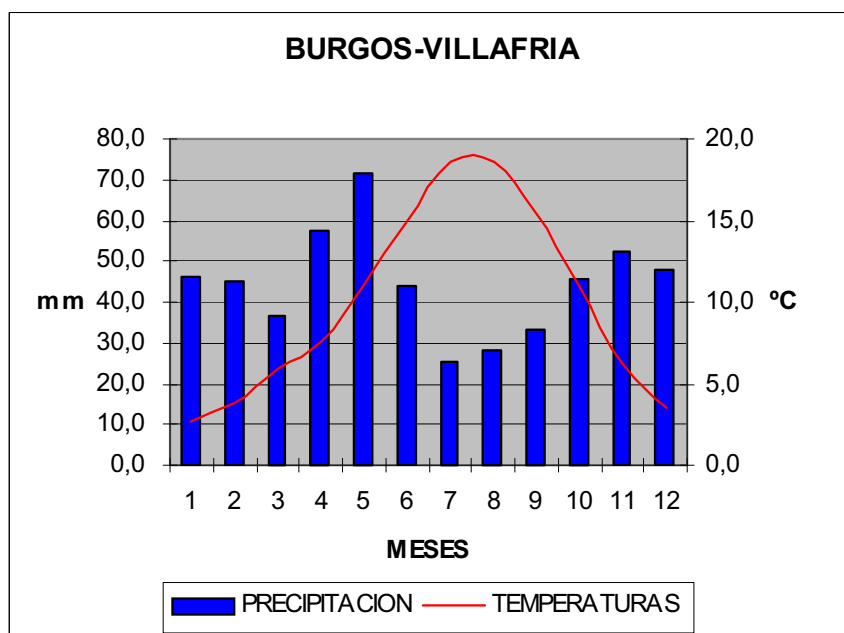
Precipitación anual = 574,9 mm

Fig. 4: Precipitaciones y temperaturas de la estación del Pantano de Alar del Rey



Precipitación anual = 625,6 mm
 Temperatura media anual = 10,6°C

Fig. 5: Precipitaciones y temperaturas de la estación del Pantano de Burgos-Villafria



Precipitación anual = 533,7 mm
 Temperatura media anual = 10,0°C

La altitud media en la zona de los relieves mesozoicos es elevada, en torno a los 1.000 m. Las zonas bajas, por las que discurren los ríos más importantes están alrededor de los 900 m.

Las cotas máximas del Tramo se sitúan en las sierras mesozoicas, (1.362 m en Peña Amaya), y las mínimas en la zona de la campiña, concretamente en el cauce del río Brullés a su paso por Villegas (820 m).

La red fluvial, que nace en las estribaciones de las sierras mesozoicas, se encuentra bien desarrollada, y vierte sus aguas en el Arlanzón y Pisuerga, pertenecientes a la Cuenca del Duero.

Una de las características principales del paisaje meseteño es el modelado fluvial. La red hidrográfica en la zona de páramos es de escasa entidad, ya que, salvo los principales cursos de agua de los ríos Ubierna, Urbel, Ruyales y Hormazuelas, el resto de la red la constituyen riachuelos de poca importancia y funcionamiento estacional. La dirección de los cursos principales es submeridiana.

En la campiña, los principales ríos son el Brullés, Odra, Riomane y Pisuerga.

En las sierras mesozoicas, la red hidrográfica secundaria sigue a grandes rasgos las directrices estructurales, mientras los cursos principales suelen cortar las estructuras geológicas. El río Pisuerga es el que vertebral esta zona, siendo sus principales afluentes los ríos Sauguillo, Monegro, Lucio, Camesa y Reitobas.

El asentamiento humano se verifica en pequeños núcleos urbanos, normalmente de menos de 500 habitantes, localizados a lo largo de los principales valles. Las poblaciones más importantes son Villadiego, Herrera de Pisuerga, Alar del Rey, Prádanos de Ojeda y Aguilar de Campóo.

En cuanto a las comunicaciones, las principales vías corresponden a las carreteras N-623 de Burgos a Santander, que apenas atraviesa el Tramo en su extremo suroriental, la N-627 de Burgos a Aguilar, y la N-611 de Palencia a Santander, que atraviesa el Tramo en dirección N-S; junto con la línea de ferrocarril Madrid-Santander.

El resto de las vías de comunicación son estrechas carreteras locales y comarcales, además de numerosos caminos resultado de la concentración parcelaria.

2.3. GEOMORFOLOGÍA

En el Tramo se muestra una gran diferencia entre los paisajes del Norte y los del Sur. El Norte, montañoso y de elevada altitud, forma parte de la Cordillera Cantábrica (Orla mesozoica Vasco-Cantábrica). En el Sur, formando parte de la Cuenca del Duero, cabe distinguir dos paisajes principales, desarrollados sobre materiales terciarios horizontales y

predominantemente blandos: En el SE se levantan las mesas de los Páramos, y en el SO, el paisaje está compuesto de formas más suaves que caracterizan a la Campiña.

En razón de todo lo descrito anteriormente, el Tramo Quintanadueñas-Aguilar de Campóo se puede dividir en tres áreas geomorfológicamente bien diferenciadas: área de páramos y área de campiña, emplazadas en la Cuenca terciaria del Duero, y área mesozoica de la Cordillera Vasco-Cantábrica.

En el área de páramos, el relieve es típicamente tabular y amesetado; y debe su morfología al contraste litológico entre las capas subhorizontales duras (calizas de los páramos), que protegen a los materiales blandos subyacentes de la erosión.

Las mesetas terciarias presentan cotas variables entre 910 y 1.020 m, ascendentes de SO y S a NE y N. La red fluvial se presenta encajada hasta un máximo de 120 m bajo los páramos.

El límite de la superficie estructural de los páramos da lugar, en el borde de los mismos, a escarpes, bajo los cuales arranca la cuesta, que va a enlazar con el fondo de los valles. Estas cuestas, de pendientes fuertes, construidas en terrenos esencialmente margosos y tapizadas en gran parte por derrubios de gravedad, muestran con bastante frecuencia signos de inestabilidad fósiles, latentes, e incluso activos.



FOTO Nº 2. *Deslizamiento fósil en una ladera situada a 1,5 km de Ros, en dirección a los Tremellos. Los materiales involucrados son margas de la Facies Cuestas (Grupo 321e).*

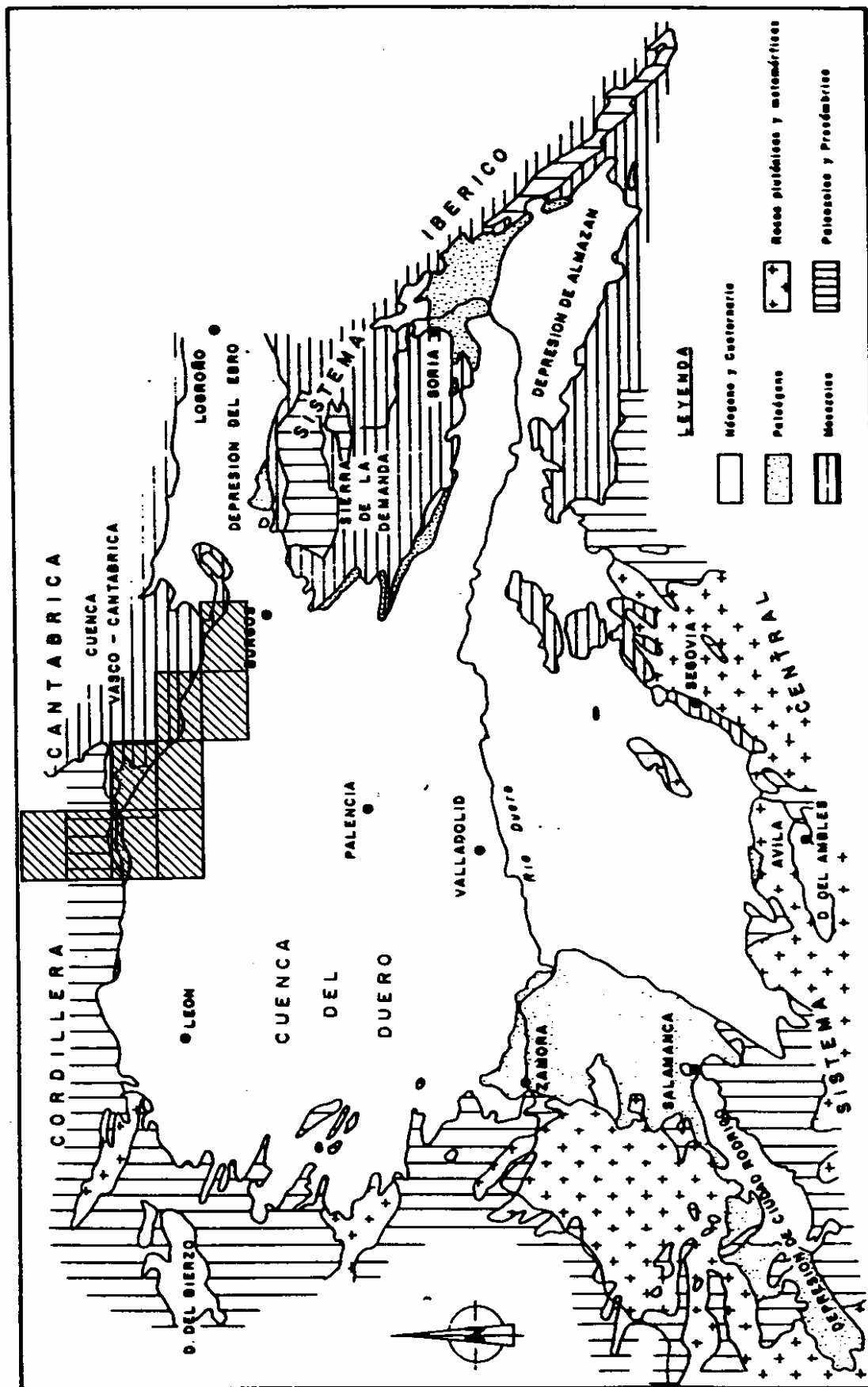


FIG.- 6 ESQUEMA DE SITUACION DEL TRAMO EN EL CONTEXTO GEOLOGICO DE LA CUENCA DEL DUERO

El área de campiña se caracteriza por el desarrollo de un relieve escasamente accidentado, de lomas suaves y barrancos poco profundos, que responde a la actuación de los procesos de disección fluvial sobre los fangos del substrato terciario, de carácter blando. Las vertientes están en general regularizadas, encontrándose la ladera cubierta por un tapiz de gravas y fangos.

La red fluvial principal ha creado un entorno de llanuras fluviales, separadas por lomas, que constituyen unos interfluvios poco elevados sobre los cauces. También cuenta con varios replanos constituidos por terrazas fluviales.

El área de la Cordillera, de relieve abrupto, contrasta morfológicamente las dos áreas anteriores, pertenecientes al Dominio Morfoestructural de la Cuenca del Duero. Presenta un relieve variado, donde destacan grandes formas estructurales: mesas, crestas, etc., y los ríos se encajan violentamente dando lugar a profundos valles y desfiladeros.

La morfología de esta zona ha sido controlada fundamentalmente por la diferente competencia de los materiales del substrato mesozoico y por la estructura geológica del mismo; así, calizas y dolomías constituyen los elementos duros y más resistentes, y margas y arenas los más incompetentes. El relieve resultante se manifiesta en relieves invertidos, con amplias zonas deprimidas en el núcleo de los anticlinales (en los que aflora el Weald, arenoso) y las mesas o loras constituidas en los sinclinales (formados sobre todo por calizas del Cretácico Superior). Entre ambas hay formas de cuesta, replanos estructurales y crestas, asociadas con fallas o pliegues en calizas, y localizadas en estrechas zonas de corredores con mayor complicación tectónica.

En este área se conservan huellas de un arrasamiento generalizado que da lugar a la "Superficie de Erosión Fundamental", sobre la que destacan algunos relieves, en forma de mesas, que coinciden con los anteriormente citados, correspondientes a relieves residuales.

Por lo que se refiere a los procesos activos, en este área de la Cordillera se han localizado numerosas inestabilidades ligadas a movimientos de ladera en estado fósil, latente o activo, principalmente en laderas donde afloran arenas débilmente cementadas de la Facies Utrillas; desprendimientos de los escarpes calizos, y otros procesos relacionados con fenómenos de erosión.

Dentro de este área, existe una banda que podría considerarse como de transición con las áreas adyacentes de la Cuenca del Duero, situadas hacia el Sur, constituida por materiales paleógenos plegados solidariamente con el mesozoico.

Existen una serie de formas de erosión y acumulación que son comunes a todas las áreas diferenciadas en el Tramo. Dentro de estas últimas, los fondos de valle, las vegas y las terrazas son los más importantes.

Los depósitos aluviales tapizan los fondos de los valles excavados por los ríos y arroyos en el substrato. Son depósitos poco coherentes, cuya composición es de arenas y gravas en una matriz limo-arcillosa. Están constituidos por aportes de procedencia longitudinal (fluvial) y lateral (laderas), dando fondos planos o en "U". Se apunta para estos valles una génesis por soliflucción, con concavidad de enlace en las laderas, y cuya alimentación principal procede de las vertientes regularizadas, en las que los depósitos se han movido también por soliflucción.

En muchos casos, estos valles de arroyos poco funcionales, adquieren un amplio desarrollo lateral, creando áreas llanas, de escasa pendiente, y mal drenaje superficial.

En los valles de los principales ríos, especialmente el río Pisuerga, la llanura de inundación ha creado extensas vegas. Su anchura llega alcanzar los 2 km al SE de Aguilar. Estos ríos, en su proceso de encajamiento, han dejado unos sistemas de terrazas, pudiéndose distinguir un total de hasta 10 plataformas escalonadas por encima del nivel del cauce, en el caso del río Pisuerga.

Asentados sobre los fondos de valle, llanura aluvial o terrazas bajas, a la salida de varias torrenteras, se forman conos de deyección.

En cuanto a los coluviones que se encuentran en el Tramo, son pequeños y de poca potencia, al igual que los canchales, que se localizan al pie de los escarpes calcáreos.

La Raña es otra forma acumulativa común al Tramo, aunque de escasa representación. Se localiza al Norte y aparece entre los 940 y los 1.060 m, ofreciendo una pendiente aproximada del 2 %, siempre dirigida hacia el centro de la cuenca.

Por lo que respecta a las formas erosivas, a estas pertenece la incisión lineal, que actúa principalmente en las cabeceras de la red fluvial secundaria, y las cárcavas, formadas en laderas de pendiente acusada, no tapizadas por depósitos coluvio-eluviales.

La red fluvial, sobre el Terciario, drena principalmente hacia el Sur, desde la Cordillera Cantábrica hacia el centro de la cuenca. Sobre el Mesozoico, lo hace con otras direcciones, adaptándose a las estructuras y a la litología.

Los principales cursos fluviales son el río Ubierna, Urbel, Ruyales, Hormazuelas, Brullés, Odra, Riofresno, Burejo, Pisuerga y Camesa; todos ellos afluentes del Arlanzón y Pisuerga y, a través de estos, del Duero.

La red fluvial secundaria en el Dominio de la Cuenca del Duero, es de tipo dendriforme, fruto de su encajamiento en materiales más o menos homogéneos y con estratificación horizontal o subhorizontal. Los cauces se encajan en las capas blandas, mientras que las duras dan fuertes resaltes, es el tipo de red denominada "en reja", con un gran control estructural.

En las proximidades de Aguilar de Campóo, el Pisuerga queda regulado por un embalse de 100 a 200 Hm³ de capacidad, situándose en 942 m la cota máxima de embalse.

Finalmente, indicar que para cada una de las zonas en que se ha dividido el tramo de estudio, se hace más adelante una descripción fisiográfica y morfoestructural particularizada, en la que se describe la disposición actual del relieve, como consecuencia de la naturaleza de los materiales que forman el substrato geológico y de la disposición estructural de los mismos; y, por otro lado, se efectúa un análisis de las principales formas que componen cada una de estas unidades, y la influencia de los procesos exógenos en el modelado.

2.4. ESTRATIGRAFÍA

La columna estratigráfica general del Tramo consta de materiales mesozoicos, terciarios y cuaternarios. Desde el punto de vista estratigráfico se diferencian claramente dos áreas, una situada al Norte y formada por materiales mesozoicos pertenecientes a la Región Vasco-Cantábrica; y otra, al Sur, caracterizada por la presencia de unidades terciarias de la Cuenca del Duero.

Los materiales mesozoicos corresponden a los sistemas Triásico, Jurásico y Cretácico. El primero está constituido por materiales lutítico-arcillosos con niveles de yesos dispersos, en facies Keuper; su desarrollo superficial es escaso y se encuentra asociado siempre a grandes fracturas regionales, por lo que sus contactos, al menos parcialmente, son mecánicos.

En continuidad estratigráfica aparente, se disponen depósitos carbonatados del Triásico Superior-Jurásico Inferior, formado por términos de calizo-dolomíticos y carniolas oquerosas sobre los que se dispone una serie alternante de margas, margocalizas y calizas, correspondientes a las facies rítmicas del Lías y Dogger. Sobre estas unidades jurásicas marinas se disponen términos detríticos y carbonatados sedimentados en condiciones continentales, con alguna esporádica conexión marina, afines a la Facies Purbeck.

El Cretácico Inferior se dispone discordante sobre estas unidades del Purbeck, mediante términos detríticos asignables a la Facies Weald, que se compone de un conjunto alternante de areniscas, arenas y limolitas, con términos groseros. La serie estratigráfica se

continúa con el ciclo detrítico del Aptiense-Albiense, que, de Norte a Sur, se disponen gradualmente sobre la Facies Weald, la Facies Purbeck y el Jurásico marino, faltando el resto por erosión. Es característica la presencia de intercalaciones carbonosas en estos materiales.

El Cretácico Superior comienza con una importante discordancia sobre la que se sitúan los característicos términos detríticos en Facies Utrillas, de edad Albiense-Cenomaniense. Sobre esta transición se deposita el resto del Cretácico Superior, que está organizado en tres complejos de barras calcáreas sucesivos, a veces dolomitizadas, con facies margosas que se intercalan a diferentes alturas, destacando en el Santoniense un importante conjunto margoso que representa el máximo transgresivo del Cretácico Superior. Culminan esta sedimentación carbonatada unos términos carbonatados y margo-dolomíticos, de edad Campaniense Alto-Maastrichtiense, que dan paso a la Facies Garum, compuesta por materiales arcillosos rojos y verdes de afinidad continental.

Se diferencian dos contextos paleogeográficos, separados por el Accidente de Becerril, que tienen un importante reflejo en la estratigrafía hasta la parte media del Santoniense, momento en el que se homogeneiza la sedimentación. Los afloramientos más meridionales (Rebolledillo de la Orden, Cuevas de Amaya), se caracterizan por presentar un importante hiato sedimentario que comprende al Cenomaniense Superior, Turoniense y Coniaciense, y el substrato de la Facies Utrillas es el Lías inferior. En los sectores situados al norte del Accidente, se encuentran bien representados todos los términos de la serie, y el substrato de la Facies Utrillas corresponde a los términos detríticos del Aptiense-Albiense, o a diferentes unidades jurásicas marinas.

El Terciario de la Cuenca del Duero está representado por sedimentos continentales generados mediante un dispositivo de relleno de abanicos aluviales (facies detríticas) en los bordes, que pasan gradualmente a facies lacustres (margas, calizas y evaporitas) en las partes centrales. La construcción y relleno de la cuenca se inicia en el Paleógeno, prosiguiendo a lo largo de todo el Paleoceno hasta el Plioceno.

Hacia los bordes de la Cuenca del Duero se diferencian varios ciclos de relleno, compuestos esencialmente por depósitos terrígenos, correspondientes a sistemas de abanicos aluviales y fluviales, más o menos desarrollados, cuyos ápices se localizan en el borde meridional mesozoico de la Cordillera Vasco-Cantábrica, dando lugar, a su vez, a distintos ambientes sedimentarios que vienen caracterizados por sus facies, de las cuales a continuación se describen las más representativas.

Los materiales paleógenos afloran adosados al borde de la cuenca. La primera etapa de sedimentación Paleógena está constituida por términos detríticos silíceos depositados en clara discordancia sobre la Facies Garum. También en discordancia se disponen, sobre

el Paleógeno basal y sobre otras unidades cretácicas y jurásicas, potentes depósitos conglomeráticos de color rojizo, que intercalan depósitos más finos en menor proporción, de edad Eoceno-Oligoceno.

El siguiente ciclo tiene una edad Astaraciense. Coexisten múltiples abanicos aluviales de pequeño radio, con importantes sistemas de abanicos fluviales, que constituyen las redes principales de drenaje. El área comprendida entre estos abanicos fluviales se caracteriza por la presencia de facies carbonatadas charcustres-palustres, originadas por deficiencias en el drenaje. Las facies conglomeráticas, pertenecientes a los contextos proximales de los abanicos, se denominan Facies Alar del Rey-Vega de Riacos, y los depósitos del frente, que se caracterizan por la elevada proporción de lutitas, son conocidos como Facies Grijalba-Villadiego.

El ciclo siguiente, discordante sobre el anterior, se sitúa en el Mioceno Superior. Es de naturaleza principalmente silíceo y las facies conglomeráticas de orla media y frente proximal corresponden a la denominación de Abanico de Cantoral. Los depósitos de frente distal se conocen como Facies de La Serna.

Discordantes sobre materiales neógenos y paleógenos en la Cuenca del Duero, y sobre términos principalmente cretácicos en la Cordillera Vasco-Cantábrica, se encuentran diseminados pequeños afloramientos de sistemas aluviales groseros del Plioceno Superior, que corresponden al último episodio aluvial finineógeno (Raña).

Los materiales del Mioceno Inferior, Medio y Superior, constituyen la mayor parte de la extensión cartográfica del Terciario en el Tramo. Las tres grandes unidades neógenas de la zona central de la Cuenca son la Facies Tierra de Campos (Astaraciense), la Facies Cuestas (Mioceno Superior, Astaraciense-Vallesiense) y Calizas del Páramo (Turolense-Plioceno).

La Facies Tierra de Campos y su equivalente lateral la Facies Grijalba-Villadiego, de tonos rojos y ocreos, está constituida por arcillas, limos, arenas, areniscas y conglomerados; estos últimos más frecuentes en el cuadrante NE de la Hoja de Herrera de Pisuerga. Estos materiales afloran extensamente en el sector SO del Tramo.

La Facies Cuestas está representada esencialmente por margas, frecuentemente yesíferas, que intercalan niveles de calizas más o menos margosas y lechos detríticos. De forma generalizada, estos materiales afloran en las fuertes pendientes que unen los fondos de los valles con las superficies de las parameras del sector SE del Tramo.

Las Calizas del Páramo incluyen los niveles calizos terminales de la sucesión miocena, y dan lugar a los horizontes de páramos existentes en la región, en el extremo SE del Tramo.

A muro de la Facies Tierra de Campos se define la Facies Dueñas, formada por margas y arcillas calcáreas, con intercalaciones de calizas. Se hace muy evaporítica en el sector oriental del Tramo, correspondiente a la Hoja de Burgos (Facies Villatoro).

Los depósitos más recientes son cuaternarios, resultado de la disección fluvial y la evolución de pendientes consiguiente. Son destacables las terrazas y la llanura aluvial del río Pisuerga, de gran extensión al SE de Aguilar de Campóo.

2.5. TECTÓNICA

El Tramo de estudio engloba la terminación estructural suroccidental de la Cordillera Vasco-Cantábrica y el borde septentrional de la Cuenca del Duero.

La Cordillera Vasco-Cantábrica se caracteriza por estar afectada por los acontecimientos geodinámicos que conforman el Ciclo Alpino. Durante la etapa distensiva sinsedimentaria se ve afectada, entre otras, por las fases kimméricas, neokimméricas y aústricas. Durante las fases compresivas pirenaicas actúa una tectónica de cobertera, de carácter tangencial, que se ve favorecida por la existencia de un importante nivel de despegue, a favor de los materiales plásticos del Triásico. Los movimientos de desgarre han sido muy importantes, tanto en las etapas sedimentarias como en las de actividad orogénica.

Toda esta superposición de fases deformativas conforman el aspecto tectónico observable en esta Región, con una estructura compleja, que muestra una coexistencia de distintas direcciones de ejes de plegamiento y una superposición de la Fase Pirenaica y la Neokimérica; aunque los efectos más patentes son responsabilidad de la Fase Pirenaica.

Los materiales mesozoicos de la Región Vasco-Cantábrica se han dividido en varias unidades, según su grado de deformación y posición geográfica. El Tramo de estudio comprendido en esta Región engloba una gran parte de la denominada Franja o Banda Plegada de Montorio (Dominio Periastruriano), y el límite occidental de la Plataforma Burgalesa o Plataforma Estructural de los Páramos de la Lora (Dominio Cántabro-Navarro), separados ambos por el Accidente de Ubierna.

La Banda Plegada de Montorio, a su vez, se subdivide en cuatro áreas separadas por accidentes tectónicos. Así, el Accidente de Becerril del Carpio, separa la zona de La Ojeda, al Suroeste, de la zona de Amaya-Pisuerga, al Noreste. Y el Accidente de Villamartín de Villadiego separa a esta última de la zona de Ulaña-Coculina, situada al Este. La Sierra de Ubierna constituiría la cuarta zona, situada en la terminación E-SE de la Banda Plegada.

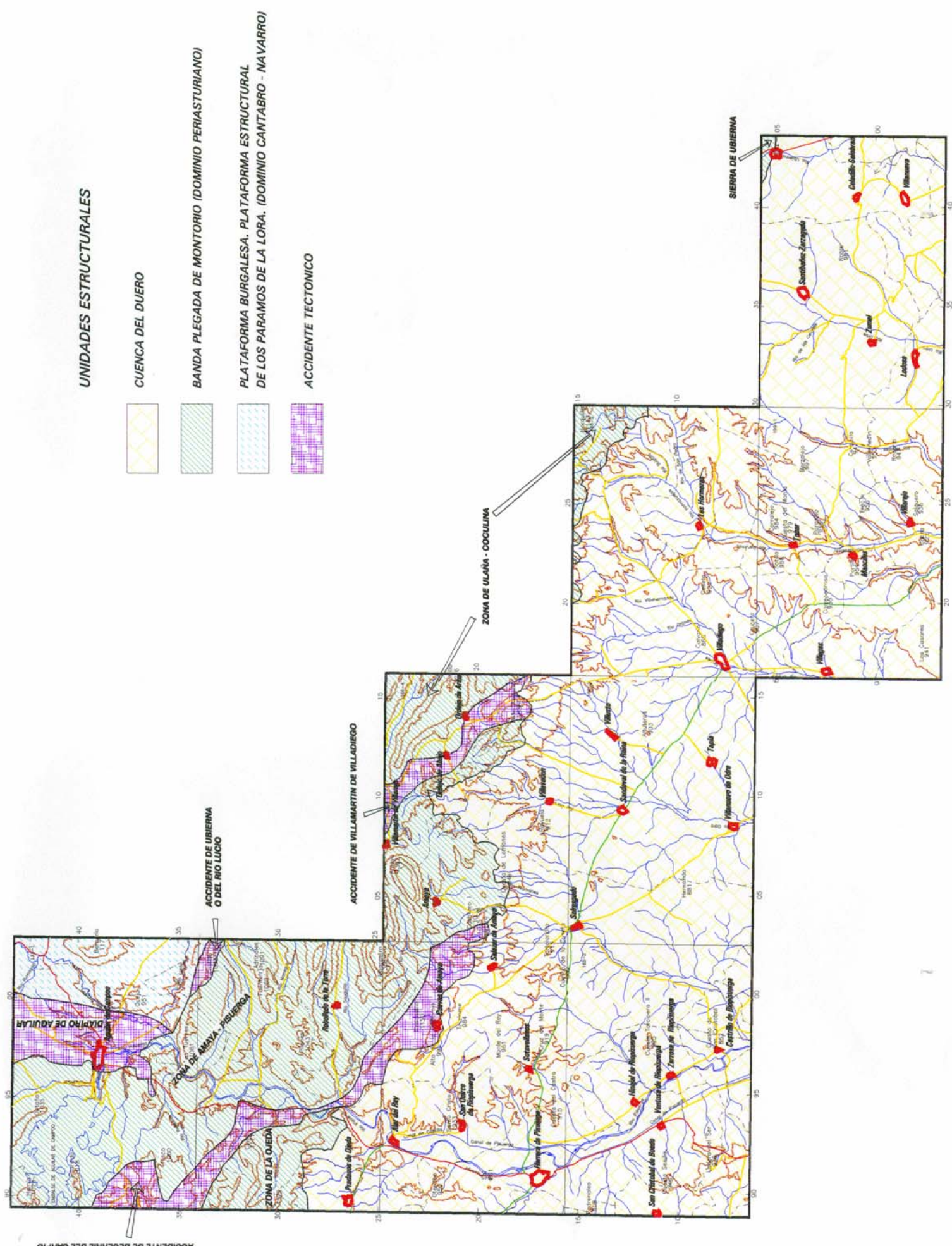


FIG. 7 ESQUEMA ESTRUCTURAL DEL TRAMO UNIDADES ESTRUCTURALES

Escala 1:200.000

La zona de contacto entre la Cuenca del Duero y la Cordillera Vasco-Cantábrica está constituida por conglomerados terciarios, que se encuentran débilmente basculados hacia el Sur. Esta formación conglomerática suele ser discordante sobre el Mesozoico, y, en algunos puntos, el Cretácico Superior de la Banda Plegada suele cabalgar a los conglomerados terciarios, incorporándolos incluso en algunas escamas.

Los materiales de la Cuenca del Duero se caracterizan por la disposición horizontal o subhorizontal, y por la ausencia casi completa de actividad tectónica.

Las etapas alpinas tardías desencadenan la configuración de la Cuenca del Duero a través de una distensión relativa inducida por desgarres. Las siguientes manifestaciones tectónicas afectan a los conglomerados calcáreos terciarios que conforman la zona de borde de la Cuenca del Duero. Estas pueden ser reflejo de las Fases Sábrica y Stayrica.

Durante el Mioceno Medio (Aragoniense Superior) tiene lugar una reactivación del Borde Cantábrico durante la fase de deformación denominada Intraaragonesa. Esta reactivación se manifiesta por una discordancia estructural entre materiales del Mioceno Inferior y Medio.

A finales del Vallesiense, una nueva fase de deformación, denominada Intravallesiense o Atica, se pone de manifiesto por la presencia de una nueva discontinuidad, que afecta a la Facies Cuestas e inicia el comienzo de un nuevo ciclo, cuya superficie de colmatación son las Calizas de los Páramos.

A partir de esta última fase, tiene lugar, aunque de forma muy restringida, una etapa de deformación de pequeña intensidad, con fracturas, alabeos, etc., y el consiguiente nuevo ciclo sedimentario correspondiente a las Calizas del Páramo 2. Estas afloran al Sur, fuera del Tramo estudiado, y corresponderían a la Fase Iberomanchega I.

La última fase tectónica de cierta importancia tiene lugar en el Plioceno. Su actividad se ve limitada a suaves basculamientos con los que posiblemente estén relacionados los episodios sedimentarios detríticos correspondientes al Aluvial Finineógeno. Se sitúan en la región, con un carácter extensivo, a techo de los materiales neógenos previos de la Cuenca del Duero, y sobre términos preneógenos deformados, en las áreas de la Banda Plegada.

2.6. SISMICIDAD

En cuanto a la sismicidad, la zona de estudio tiene una aceleración básica de cálculo $a_b < 0,04$ g.

APARTADO
DEROGADO

La aceleración sísmica de cálculo viene dada por la expresión:

$$a_c = \rho \cdot a_b$$

Para construcciones de normal importancia con un período de vida de 50 años $\rho = 1,00$.

Para construcciones de especial importancia con un período de vida de 100 años $\rho = 1,30$.

Para los dos tipos de construcciones anteriores, la aceleración sísmica de cálculo resulta menor de 0,06 g.

De acuerdo con la Norma Sismorresistente NCSE-94 de construcción al ser la aceleración sísmica de cálculo menor de 0,06 g no es necesaria la consideración de las acciones sísmicas en las obras y servicios realizados en la zona.

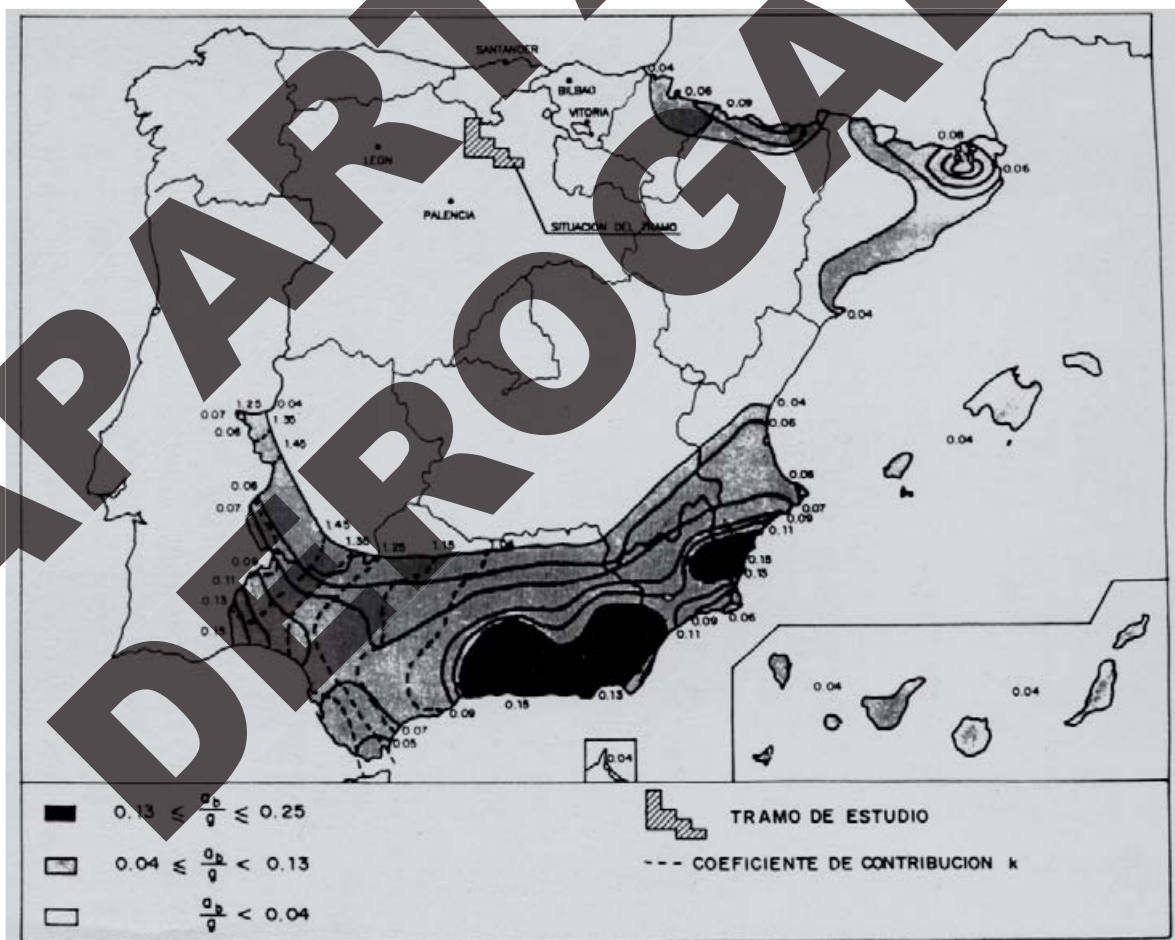


Fig. 8: Situación del tramo en el Mapa Sismorresistente

3. ESTUDIO DE ZONAS

3.1. DIVISIÓN DEL TRAMO EN ZONAS DE ESTUDIO

Para una mejor sistematización de este Estudio se ha establecido una división del Tramo en tres zonas, atendiendo a sus características litológico-estructurales y geomorfológicas, que son las que principalmente pueden condicionar las obras viales a realizar en un futuro. La distribución geográfica de estas zonas se muestra en la Figura 9, y sus características diferenciadoras son las siguientes:

- ZONA 1: Se ha denominado "Área de Páramos". Está situada en el sector suroccidental del Tramo estudiado, en el borde septentrional de la Cuenca del Duero. Morfológicamente constituye una unidad formada por páramos y cuevas con valles encajados. La naturaleza de los materiales es eminentemente carbonatada, margosa y arcillosa. La edad de estos materiales es terciaria.

El acceso a esta Zona 1 es fácil a través de los principales cursos fluviales, que la surcan según una dirección N-S. La intercomunicación entre los distintos valles presenta dificultades de trazado y problemas geotécnicos relacionados con las laderas.

- ZONA 2: Se ha denominado "Área de Campiña". Está situada en el sector suroccidental del Tramo estudiado, borde noroccidental de la Cuenca del Duero. Morfológicamente se caracteriza por un relieve suave y alomado, surcado por arroyos poco funcionales, en valles abiertos y poco encajados en el substrato. La naturaleza de los materiales es detrítica, principalmente arcillosa, y la edad terciaria.

En esta Zona 2 la morfología es suave y los problemas son escasos, en principio adecuada para obras viales.

- ZONA 3: Se ha denominado "Área Mesozoica. Cordillera Vasco-Cantábrica". Se sitúa en el sector Norte del Tramo estudiado, correspondiente al borde meridional de la Cordillera Cantábrica. Morfológicamente se caracteriza por un relieve accidentado, montañoso en algunos casos, y de elevada altitud. La naturaleza de los materiales es tanto carbonatada como detrítica, y su edad mesozoica.

En esta Zona 3, la disposición estructural responde a una orientación general ONO-ESE y, dada su morfología accidentada, son poco practicable los accesos, sobre todo en dirección distinta a la de las estructuras. Las laderas manifiestan problemas localizados de estabilidad.

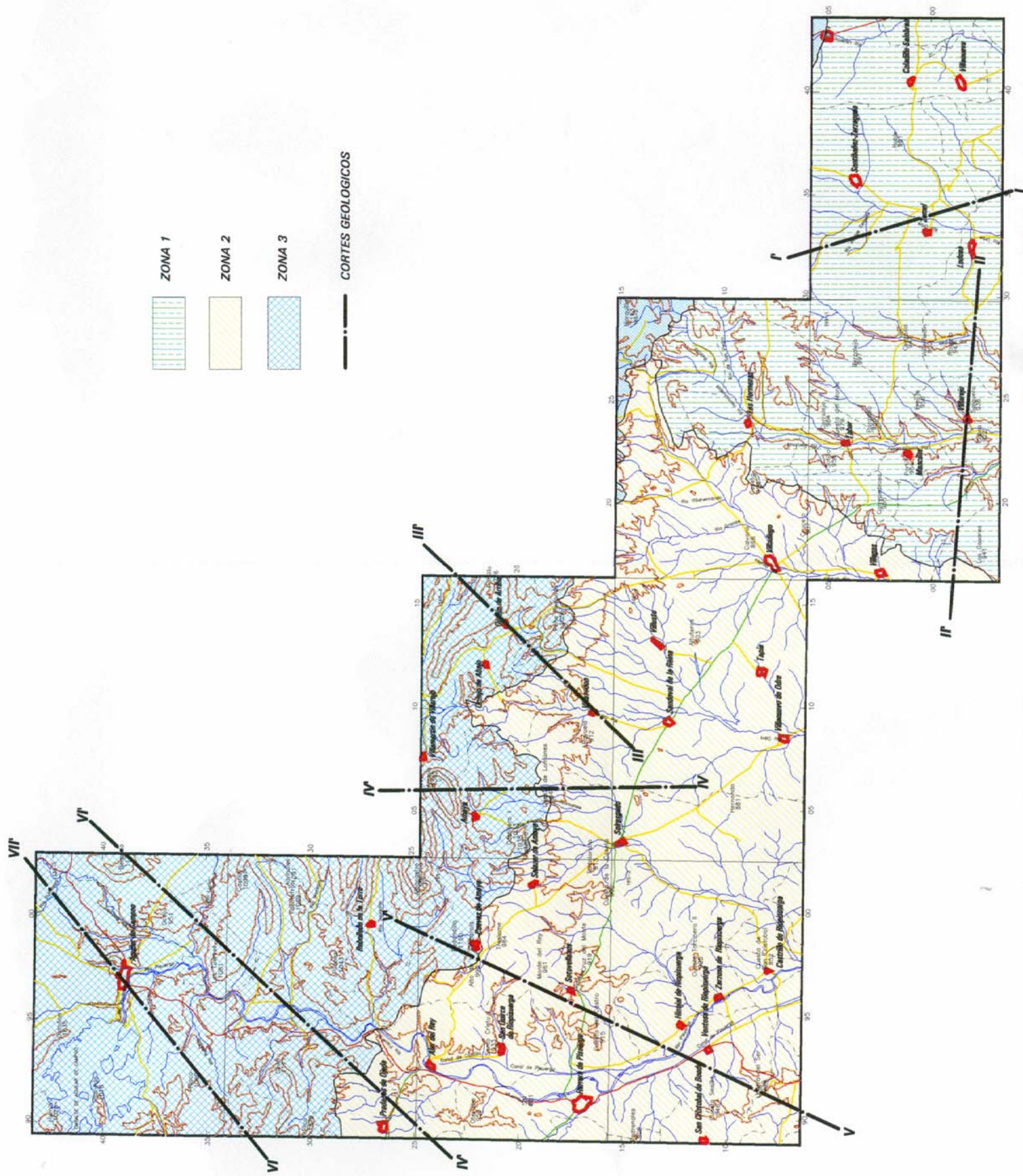


FIG. 9 ESQUEMA DONDE SE MUESTRA LA DISTRIBUCION EN ZONAS DEL TRAMO DE ESTUDIO Y LA TRAZA DE LOS CORTES GEOLOGICOS REALIZADOS.

3.2. ZONA 1: ÁREA DE PÁRAMOS

3.2.1. Geomorfología

Está situada en el sector suroriental del Tramo estudiado, en el borde septentrional de la Cuenca del Duero.

El relieve es típicamente tabular y amesetado; y debe su morfología al contraste litológico entre las capas subhorizontales duras y blandas que la componen. Así, las calizas de los Páramos y las calizas terminales de la Facies Cuestas protegen los materiales blandos subyacentes de la erosión, y constituyen una superficie estructural, ligeramente inclinada hacia el suroeste, retocada posteriormente por una serie de procesos exógenos. En algunos sitios, la erosión de la red fluvial ha exhumado bancos de calizas, intercalados en la serie terciaria margosa, que constituyen superficies estructurales de pequeña extensión, a cotas inferiores, y forman un enlace, en cierto modo escalonado, con la Zona 2 de la Campiña.

Las mesetas terciarias presentan cotas variables entre 910 y 1.020 m, ascendentes de SO y S a NE y N. La red fluvial, que tiende a ser dendriforme, se presenta encajada hasta un máximo de 120 m bajo las Calizas de los Páramos.

La red fluvial drena principalmente hacia el Sur. Los principales cursos fluviales son el Ubierna, Urbel, Ruyales y Hormazuelas; todos ellos afluentes del Arlanzón y Pisuerga, y, a través de estos, del Duero. Es de destacar el aspecto dendriforme de la red fluvial secundaria (afluentes de los ríos citados), fruto de su encajamiento en materiales blandos y arcillosos.

La morfología de la zona es el resultado de la actuación de procesos de tipo fluvial, kárstico y de gravedad. En el ámbito de la misma es posible distinguir tres formas de modelado:

- Formas poligénicas: Altiplanicies de los páramos.
- Formas de ladera: Escarpes y cuestas.
- Formas fluviales: Fondos de valle y conos de deyección.

FORMAS POLIGÉNICAS: ALTIPLANICIES DE LOS PÁRAMOS

Se desarrollan sobre las Calizas del Páramo, aunque buena parte de ellas se encuentran en estado degradado. En su génesis han intervenido varios procesos exógenos, como la kastificación, alteración, acumulación y erosión.

En varias partes, la intensa karstificación ha destruido los bancos de calizas, lo que ha dado lugar a una superficie ondulada y, en detalle, ligeramente irregular, sin llegar, en la mayoría de los casos, a producirse zonas karstificadas espectaculares o lapiazes. Existen algunas dolinas de fondo plano y pequeña dimensión.

Las arcillas de descalcificación, que fueron producidas por la karstificación, posiblemente han sido afectadas por procesos de erosión y acumulación, y rellenan, en la actualidad, los huecos de disolución de las calizas. Las alteraciones se manifiestan localmente como costras.

Se han localizado también cerros cónicos en el límite de la zona de los páramos (Zona 1) y la campiña (Zona 2), correspondiendo a antiguas mesetas en las que las calizas suprayacentes han desaparecido por erosión.

Los materiales que constituyen estas plataformas son calizas y calizas margosas, margo-calizas y margas, a veces yesíferas.

FORMAS DE LADERA: ESCARPES Y CUESTAS

El límite de la superficie estructural de los páramos da lugar, en el borde de los mismos, a escarpes cuyas alturas pueden oscilar entre muy pocos metros y más de veinticinco metros.

Bajo el escarpe arranca la cuesta, que va a enlazar con el fondo de los valles. Las cuestas son de dos tipos: Unas tienen pendientes fuertes o muy fuertes y carecen de suelos de recubrimiento, por lo que se desarrolla, en la actualidad, una fuerte erosión con formación de cárcavas; las otras (la gran mayoría) poseen un tapiz de derrubios de gravedad, en el que toman especial significación los fragmentos y bloques calizos desprendidos de los escarpes de la zona alta. Estos depósitos, originados en un clima más frío que el actual y situados sobre pendientes fuertes construidas en terrenos esencialmente margosos, se estructuran con bastante facilidad como deslizamientos fósiles, latentes, e incluso activos.

Cuando las cuestas no están coronadas por los niveles de Calizas de los Páramos, o se desarrollan sólo sobre substratos detríticos, disminuyen o están ausentes los problemas de inestabilidad potencial de las laderas.



FOTO N° 3. *Deslizamiento circular en una ladera del río Ruyales, al N de Avellanosa del Páramo. El deslizamiento afecta a las margas de la Facies Cuestas (Grupo 321e), y el escarpe del mismo se sitúa en la unidad superior, compuesta por una alternancia de calizas y margas (Grupo 321c).*

El origen de dicha inestabilidad hay que buscarlo en tres factores esenciales: por una parte en la constitución litológica del Mioceno, caracterizada por un predominio de materiales impermeables, margosos o arcillosos, y con intercalaciones de niveles calizos o detríticos más o menos permeables; de otra, la disposición estratigráfica que sitúa a los niveles calizos en los horizontes más altos de la serie, en especial los más potentes, con elevada permeabilidad por fisuración y karstificación, que constituyen las plataformas de los páramos; y, por último, la propia estructura horizontal, que da lugar en última instancia a la creación de dichos páramos y que facilita el paso del agua meteórica a las profundidades, a través de las fracturas y diaclasas, o siguiendo niveles permeables conectados a distinta altura como consecuencia de cambios laterales de facies. Este agua surge a media ladera en numerosos puntos del terreno, y ha sido y es la causa de la existencia de óptimas condiciones para la inestabilidad.

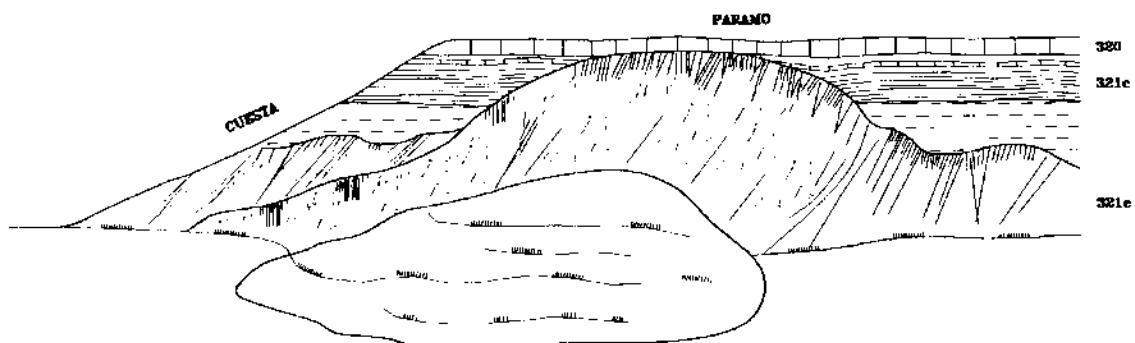


Fig. 10: Deslizamiento fósil en una ladera del parámetro, que afecta a las margas de la Facies Cuestas (Grupo 321e), situándose el escarpe en la unidad superior, en la que alternan calizas y margas (Grupo 321c). El parámetro está coronado por una superficie subhorizontal de calizas (Grupo 320)

FORMAS FLUVIALES: FONDOS DE VALLE Y CONOS DE DEYECCIÓN

Dentro de este grupo, se pueden distinguir tanto formas de erosión, como de acumulación. De las últimas, los fondos de valle son las más importantes. Tapizan los fondos de los valles, excavados por los ríos y arroyos en el substrato terciario. Son depósitos poco coherentes, cuya composición es de arenas y gravas en una matriz limo-arcillosa. Están constituidos por aportes de procedencia longitudinal (fluvial) y lateral (laderas) dando fondos planos o en "U", apuntándose para estos valles una génesis por solifluxión con concavidad de enlace en las vertientes, y cuya alimentación principal procede de las vertientes regularizadas en las que los depósitos se han movido también por solifluxión.

Si exceptuamos el valle del río Ubierna, de mayor anchura, el resto de los ríos y arroyos de la Zona 1 son estrechos, de fondo plano y de pequeño canal de avenamiento.

Asentados sobre los fondos de valle y llanura aluvial, a la salida de varios barrancos, se forman conos de deyección. Poseen la morfología de abanico y el perfil convexo típico de estas formas. Están compuestos por cantos y gravas calcáreas y subredondeados, en una matriz limo-arcillosa. Los conos de mayor dimensión están situados en las márgenes de los ríos Ubierna y Urbel.

A las formas erosivas pertenece la incisión lineal, que actúa, principalmente, en las cabezas de la red fluvial secundaria.

Las cárcavas son poco importantes, habiéndose formado en laderas donde afloran materiales blandos (sobre todo margas y arcillas de la Facies Cuestas) no tapizados por depósitos de ladera.

3.2.2. Tectónica

La Zona 1, situada íntegramente en la Cuenca del Duero, se caracteriza por la disposición horizontal y subhorizontal de los materiales que la integran y por la ausencia casi completa de actividad tectónica.

Durante el Mioceno Medio (Aragoniense Superior) tiene lugar una reactivación del Borde Cantábrico, durante la Fase de deformación denominada Intraaragonesa. Esta reactivación se manifiesta por una discordancia estructural entre materiales del Mioceno Inferior y Medio.

A finales del Vallesiense, una nueva fase de deformación denominada Intravallesiense o Atica, se pone de manifiesto por la presencia de una nueva discontinuidad, que afecta a la Facies Cuestas e inicia el comienzo de un nuevo ciclo, cuya superficie de colmatación son las Calizas de los Páramos.

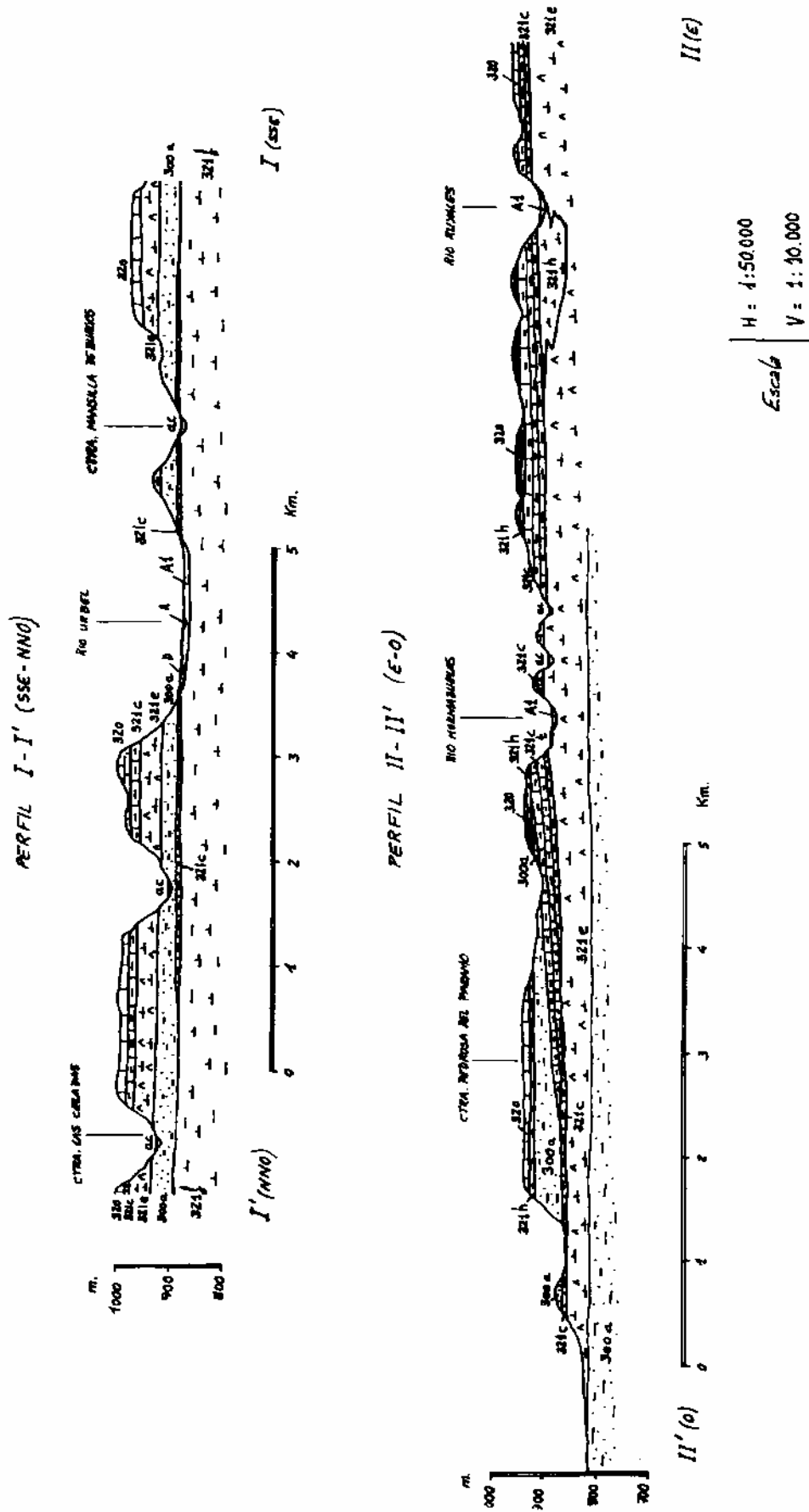
A partir de esta última fase tiene lugar, aunque de forma muy restringida, una etapa de deformación de pequeña intensidad, con fracturas, alabeos, etc., y el consiguiente nuevo ciclo sedimentario correspondiente a las Calizas del Páramo 2. Estas afloran al Sur, fuera del Tramo estudiado, y corresponderían a la Fase Iberomanchega I.

No se han detectado muestras de actividad neotectónica importante. En este sentido, el basculamiento generalizado hacia el SO que presenta la superficie fundamental del páramo, puede ser debido a un levantamiento de pequeña magnitud de la Cordillera Cantábrica, ya que la pendiente va disminuyendo conforme se adentra en la Cuenca del Duero.

Así pues, de todo lo dicho cabe deducir una actividad tectónica de elevación para el borde mesozoico, y durante el lapso de tiempo indicado por las formaciones terciarias representadas. Esta actividad parece haberse ido amortiguando progresivamente.

Además de la inclinación mencionada de la superficie del páramo, hacia el interior de la cuenca, fuera ya del Tramo de estudio, hay fracturas y pliegues de gran radio. Todos estos fenómenos deben testimoniar la existencia de ligeros movimientos diferenciales de elevación-hundimiento en zonas de la cuenca un poco más alejadas del borde, o bien el reflejo superficial de fracturas de zócalo, también puestas de manifiesto por las orientaciones dominantes de la red hidrográfica, que básicamente tienden a recorrer la zona en las direcciones N-S, N25E y N120-130E.

FIG.- 11 CORTES GEOLOGICOS CORRESPONDIENTES A LA ZONA 1



Columna estratigráfica

La columna estratigráfica de esta Zona 1 aparece en la Figura 12.

3.2.3. Grupos litológicos

En este apartado se describen la litología, estructura y características geotécnicas de los grupos litológicos que se han individualizado dentro de la Zona 1, en el presente Tramo del Estudio.

ALUVIONES ACTUALES, (A)

- Litología

Aluviones constituidos por gravas y bolos redondeados, de naturaleza poligénica, principalmente silíceo metamórfica, y arenas, arenas limosas y limos.

Los aluviales de los ríos Ubierna y Urbel están constituidos por arcillas y limos arenosos, ligeramente cohesivos y de plasticidad media y baja, con algunos cantos calizos, en general redondeados, dispersos en su masa, o reunidos en pequeños lentejones de escasa potencia.

- Estructura

Este grupo está situado en el área ocupada por el cauce mayor los ríos más importantes; es decir, el que se supone puede ser ocupado por las aguas en avenidas de normal recurrencia.

Posee una estructura canalizada y netamente discordante con los grupos litológicos infrayacentes. Los materiales se disponen en forma de barras de canal, surcadas por numerosos canales de estiaje.

Los cauces más importantes, donde ha sido diferenciado este grupo son: Ubierna, Urbel, Odra, Pisuerga y Camesa.

Su potencia está comprendida entre los 0,5 m y 2 m (aluvial "a"), y los 2 m y 5 m (aluvial "A").

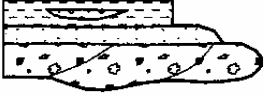








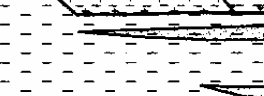

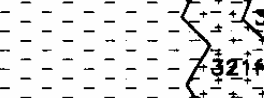


COLUMNA LITOLOGICA	GRUPO LITOLÓG.	GRUPO GEOTEC.	LITOLOGIA	POTENCIA EN m.	EDAD
	A	G-1	Gravas poligénicas, arenas y limos.	1-6	HOLOCENO
	A1	G-2	Limos arenosos con gravas dispersas, lechos de arenas y gravas silíceas principalmente.	1-6	HOLOCENO
	AC	G-4	Limos y arcillas arenosas, con gravas y gravillas dispersas en lechos discontinuos.	1-3	HOLOCENO
	T	G-3	Gravas poligénicas, principalmente silíceas, arenas, limos y arcillas.	1-6	HOLOC./PLEISTOC.
	D	G-5	Arcillas y limos con arenas y gravas poligénicas.	1-6	HOLOC./PLEISTOC.
	C	G-5	Arcillas con bastante fragmentos de rocas calizas. Limos arenosos y arcillas con bastantes gravas silíceas.	1-5	HOLOC./PLEISTOC.
	320	G-6	Calizas y calizas margosas con lechos delgados de margas (Calizas del Páramo).	4-25	MIOCENO SUP./PLIOCENO
	321 c	G-7	Alternancia de calizas oquerosas más o menos margosas con margas y margocalizas.	30-40	MIOCENO
	321 h	G-8	Margas de tonos blancos y grisáceos.	25-35	MIOCENO
	321 e	G-8	Margas frecuentemente yesíferas de tono blanquecino. Se intercalan estratos de margocalizas, calizas, yesos, arcillas, limos y arenas.	25-35	MIOCENO
	300 a	G-10	Limos y arcillas arenosas con arena y areniscas y algunos horizontes de conglomerados silíceos.	8-45	TERCIARIO
	321 f	G-9	Arcillas más o menos margosas que alternan con tramos carbonatados, a veces calcarenitas.	40	MIOCENO INF.
	321 g	G-9	Margas, arcillas e intercalaciones de yesos.	45	MIOCENO INF.
	300 c	G-11	Conglomerados calcáreos con escasa matriz y arcillas rojas.	50-70	TERCIARIO

FIGURA.-12 COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LA ZONA 1: AREA DE PARAMOS

- Geotecnia

- Permeabilidad: Media-alta, por infiltración, con niveles freáticos próximos a la superficie.
- Problemas geomorfológicos: Los procedentes de la dinámica fluvial.
- Capacidad portante: Se estima en general baja, aunque dada la escasa potencia que en algunos casos tienen estos sedimentos, cualquier requerimiento algo importante de esfuerzo de una estructura habrá de ser remitido siempre al substrato.
- Ripabilidad/Excavabilidad: Estos materiales se consideran excavables por medios mecánicos normales.
- Empleo: Pueden ser considerados como adecuados o tolerables como material de préstamo. Sólo parcialmente constituyen yacimientos granulares.

TERRAZA BAJA ALUVIAL, (A1)

- Litología

Aluviones constituidos por limos más o menos arenosos, bastante materia orgánica, con grava silíceas dispersa y lechos de gravas y arenas.

Los aluviales de los ríos Ubierna y Urbel están constituidos por arcillas y limos arenosos, ligeramente cohesivos y de plasticidad media y baja, con algunos cantos calizos, en general redondeados, dispersos en su masa, o reunidos en pequeños lentejones de escasa potencia.

- Estructura

Constituye este grupo la terraza baja aluvial o llanura de inundación de los ríos más importantes de la región.

Los lechos de gravas y arenas presentan una distribución irregular, como corresponde a 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 con bastante continuidad.

Este grupo alcanza mayor entidad en los valles de los ríos Ubierna, Urbel, Odra, y Pisuerga.

La potencia de estos depósitos puede oscilar entre 1 y 5 m.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Permeabilidad baja. El drenaje, efectuado por percolación natural, se considera desfavorable por el hecho de que la rápida evacuación de los aportes hídricos superficiales se ve muchas veces dificultada por la existencia en profundidad de niveles freáticos o lechos impermeables, factores que evitan o interfieren en su normal saneamiento. Escorrentía poco activa.
- Problemas geomorfológicos: Los derivados de la dinámica fluvial. Problemas locales por socavación.
- Capacidad portante: Oscila de media a baja, siendo previsible que puedan producirse asientos diferenciales cuando la potencia de los depósitos sea pequeña y el bulbo de presiones afecte al substrato arcilloso mioceno, interfiriendo de forma negativa el previsible horizonte freático existente entre la terraza y el substrato.
- Ripabilidad/Excavabilidad: Estos materiales se consideran excavables por medios mecánicos normales.
- Empleo: El conjunto de los materiales de este grupo puede considerarse como adecuado o tolerable para préstamos, y sólo parcialmente dichos materiales constituyen yacimientos granulares. Los aluviales del río Pisuerga son en los que aparecen, con mayor frecuencia e importancia, lechos detríticos gruesos.

ALUVIAL-COLUVIAL, (AC)

- Litología

Este grupo litológico está constituido por materiales limo-arenosos y arcillosos, junto con gravas y gravillas poligénicas bastante redondeadas, dispersas o dispuestas en lechos discontinuos. En esta Zona 1 pueden aparecer yesos diseminados, heredados de las formaciones terciarias. Posee una compacidad y dureza muy bajas.

- Estructura

Estos materiales suelen estar ubicados en los cursos de arroyos y riveras, y vaguadas de fondo muy amplio y llano, donde los aportes de tipo coluvial se ven tímidamente retrabajados por una incipiente acción aluvial. La potencia de este grupo litológico está comprendida entre 0,5 y 3 m.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Permeabilidad baja o muy baja. El drenaje, efectuado por percolación natural, se considera desfavorable por el hecho de que la rápida evacuación de los aportes hídricos superficiales se ve muchas veces dificultada por la existencia en profundidad de niveles freáticos o lechos impermeables, factores que evitan o interfieren en su normal saneamiento. Escorrentía poco activa. Pueden aparecer aguas agresivas.
- Problemas geomorfológicos: Este grupo delimita áreas potenciales de actividad hidrodinámica.
- Capacidad portante: Se estima en principio baja a muy baja, principalmente si presenta yesos en su composición.
- Ripabilidad/Excavabilidad: Estos materiales se consideran excavables por medios mecánicos normales.
- Empleo: En general, no son utilizables como préstamos.

TERRAZAS FLUVIALES, (T)

- Litología

Son depósitos aluviales formados por gravas redondeadas poligénicas, principalmente silíceas, y arenas, con una matriz limosa o limo-arcillosa. En menor proporción existen lechos de arenas y limos más o menos arenosos.

- Estructura

Depósitos lenticulares con potencias variables, de 1 a 6 m y disposición subhorizontal. Poseen estructuras típicas de canales rellenos por gravas y arenas, y, aquellas mejor conservadas, están recubiertas por limos y arenas de llanura de inundación. El tamaño medio de los clastos es de grava media, con predominio de tamaños comprendidos entre 2 y 4 cm, y es muy frecuente el menor de 2 cm.

Las terrazas que alcanzan un mayor desarrollo son las del valle del río Pisuerga, en su curso medio, donde existen hasta nueve niveles escalonados por encima de la llanura de inundación.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Alta. Escorrentía superficial poco activa.
- Problemas geomorfológicos: Pendientes naturales subhorizontales y estables, salvo en aquellas zonas próximas a los bordes que forman escarpes.
- Taludes artificiales observados:

Pendientes: Taludes bajos (<2 m) de 60°.

Problemas: Erosiones superficiales y caídas de gravas.

- Taludes recomendados: Se podrán adoptar pendientes en torno a los 45°. La existencia de niveles freáticos en el contacto con el substrato mioceno impermeable puede dar lugar a problemas de inestabilidad en los taludes de excavación cuando este grupo quede colgado en la cabecera del desmonte. En tales circunstancias deben cuidarse las medidas de drenaje, tender los taludes a pendientes iguales o inferiores a 30°, o diseñar medidas de contención.
- Capacidad portante: Moderada, con posibilidad de que puedan darse asientos diferenciales cuando la potencia de la terraza es tal que el bulbo de presiones no llega al substrato arcilloso mioceno; o cuando llegando a él, la existencia de un posible nivel freático en el contacto terraza-substrato interfiera negativamente en la capacidad soporte del terreno.
- Ripabilidad/Excavabilidad: Son excavables con medios mecánicos normales.
- Empleo: Suelen constituir yacimientos granulares de reducidas dimensiones. Algunos de ellos aprovechados en obras locales. En el caso de las terrazas del río Pisuerga, la importancia de los yacimientos es ya considerable.

CONOS DE DEYECCIÓN, (D)

- Litología

Arcillas y limos con arenas y gravas de naturaleza poligénica, abundando las angulosas y poco rodadas, de origen calcáreo.

- Estructura

Son depósitos lenticulares de tipo abanico aluvial, que se encuentran sobre la terraza baja aluvial de los principales valles, en la desembocadura de pequeños arroyos. Su potencia puede oscilar entre 1 y 6 m.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Moderada o baja permeabilidad. Escorrentía superficial poco activa.
- Problemas geomorfológicos: Forman pendientes muy tendidas y, en general, estables.
- Taludes artificiales observados: No se han observado.
- Taludes recomendados: No deben superar pendientes mayores de 45°.
- Capacidad portante: Moderada a baja.
- Ripabilidad/Excavabilidad: Son materiales excavables.
- Empleo: Se estiman tolerables para su utilización como préstamos.

COLUVIAL, (C)

- Litología

La composición de este grupo litológico varía en función de la composición de su área fuente. En general son arcillas y limos arenosos con gravas y bloques, generalmente abundantes, de naturaleza variable. Pueden aparecer yesos diseminados, heredados de las formaciones terciarias.

- Estructura

Son depósitos de gravedad, y por tanto se disponen al pie de las laderas, constituyendo bandas alargadas paralelas a las mismas.

Interiormente poseen una estructura masiva y son poco coherentes. Su potencia es muy irregular, pero oscila entre 0,5 m y 2,5 m.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Baja, por infiltración. Pueden aparecer aguas agresivas.
- Problemas geomorfológicos: Pendientes naturales de hasta 35°. Son frecuentes los suelos que presentan signos de reptación.
- Taludes artificiales observados:

Pendientes: 50°-60° en taludes bajos.

Problemas: Suelen ser bastante inestables y sufren una degradación apreciable.

- Taludes recomendados: No deberán superar pendientes de 40° en el caso de que sólo se afecte a los propios materiales del coluvión; si estos quedasen colgados en el talud, la pendiente de los mismos no debería sobrepasar los 30°.
- Capacidad portante: Se estima en principio baja a muy baja, principalmente si aparecen yesos en su composición.
- Ripabilidad/Excavabilidad: Estos materiales se consideran excavables por medios mecánicos normales.
- Empleo: Varían de inadecuados a tolerables como material de préstamo.

CALIZAS, MARGAS Y MARGOCALIZAS (321c)

- Litología

Tramo calcáreo compuesto por bancos de 10 a 25 cm, separados entre sí por finas capas de margas blancas y blanco-verdes, masivas y compactas; aunque otras veces (hacia el NE) se presentan bancos de caliza de potencia métrica. Las calizas suelen ser micríticas, de color crema, más o menos oquerosas. Se desarrolla un karst relleno parcialmente por arcillas rojas de neoformación.



FOTO N° 4. *Aspecto que presentan los materiales del grupo 321c, que corresponde a una alternancia de calizas oquerosas más o menos margosas, margas y arcillas higroscópicas.*

Los cambios de facies son frecuentes, y así, se encuentran intercalados en la serie niveles decimétricos de arcillas margosas ocre y areniscas de color variable.

Superficialmente puede existir un suelo de alteración de naturaleza arcillosa que engloba fragmentos de roca caliza y que difícilmente supera el metro de potencia en zonas llanas o de suave morfología.

- Estructura

Presenta una disposición subhorizontal y los estratos experimentan variaciones laterales en su potencia; se pasa de bancos masivos a series alternantes métricas o decimétricas. Los bancos calizos bien desarrollados llegan a dar superficies llanas de páramos y producen escalonamientos y pendientes muy fuertes en las vertientes. Morfológicamente este grupo engloba formas de parameras y cuestas.

Alcanza un espesor máximo de 30 a 40 m. Existen tramos con potencias comprendidas entre 1 y 4 m.

No han sido observadas estructuras tectónicas reseñables.

Estos materiales afloran ampliamente en el cuadrante suroccidental de la Hoja de Villadiego y en el de Sasamón; y en menor grado en el cuadrante de la Hoja de Burgos.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Los materiales que constituyen el grupo son de naturaleza impermeable; no obstante, los niveles más competentes presentan un permeabilidad por fisuración y karstificación. La escorrentía superficial es poco activa en las áreas de parameras, y activa a muy activa en las vertientes; en estas últimas el agua de escorrentía puede percolar a través de los depósitos de ladera, circulando a través de la superficie de contacto substrato-recubrimiento, o quedar retenida en las zonas más arcillosas de estos. El agua que penetra en el terreno a favor de las capas más permeables aflora a media ladera en forma de surgencias, la mayor parte de las veces ocultas por los derrubios de la misma.

Todas estas aguas existentes en la cuesta son potencialmente agresivas, y han incidido e inciden muy negativamente en la estabilidad natural de las vertientes.

- Problemas geomorfológicos: Las vertientes se ven afectadas con bastante regularidad por fenómenos de deslizamientos, desplomes y desprendimientos, fósiles la mayor parte de ellos, latentes y activos otros.

La escorrentía superficial origina en algunos puntos de las laderas importantes procesos de erosión y acarreamientos.

A techo de este tramo calcáreo, y más importante cuanto más al norte, existe un karst de desarrollo vertical métrico-decimétrico.

- Taludes artificiales observados:

Pendientes: En taludes medios donde la proporción y el espesor de las capas de caliza y margas es más o menos similar, se observan pendientes de 45°.

Problemas: En los desmontes es frecuente la surgencia de freáticos colgados que dan lugar a importantes problemas de inestabilidad, incluso deslizamientos profundos que afectan de una forma generalizada a todo el talud.



FOTO N° 5. Deslizamiento del talud de la carretera local que conduce desde Pedrosa de Río Urbel a San Pedro Samuel, muy próximo a esta última localidad, en la cuesta del páramo. El deslizamiento ha afectado a los materiales del grupo 321c, constituidos por una alternancia de calizas, margocalizas y margas. Al pie del talud se observan afloramientos de agua.

- Taludes recomendados: Dependerá principalmente de la litología dominante. De forma general, en los taludes de alturas medias no deberán adoptarse pendientes superiores a 45° , excepto en los casos en que este estuviera dominado por un banco calizo. Cuando el dominio corresponde a las margas, la pendiente debe suavizarse, no sobrepasando los 35° .

Es importante, en la construcción de desmontes en estos terrenos, la realización de cunetas amplias al pie del talud, para la recogida de desprendimientos y derrubios en general.

Deberán tenerse muy en cuenta los procesos geomorfológicos mencionados anteriormente, a fin de poder prevenir incidencias negativas durante o posteriormente a la construcción. El drenaje del talud es un tema importante, ya que, como se ha dicho anteriormente, es frecuente la surgencia en el mismo de freáticos colgados, que pueden dar lugar a problemas de inestabilidad a corto o medio plazo.

- Capacidad portante: A excepción de aquellas áreas de ladera donde los derrubios y suelos de alteración están afectados por procesos de inestabilidad, el substrato estable posee una capacidad de soporte moderada y alta.
- Ripabilidad/Excavabilidad: El grupo es ripable por medios mecánicos normales en más de un 70 %.
- Empleo: Útil como material de relleno, en terraplenes.

MARGAS Y MARGAS YESÍFERAS CON INTERCALACIONES DE MARGOCALIZAS, CALIZAS Y YESOS, (321e)

- Litología

Este grupo está caracterizado por un conjunto heterogéneo formado por margas y margas yesíferas con intercalaciones de margocalizas, calizas margosas, yesos y arcillas. Localmente pueden existir tramos decimétricos oscuros, carbonosos. En algunas zonas se han observado lechos de limos y arenas. Corresponde a la Facies Cuestas.

Las margas son dolomíticas, masivas y compactas, de tonos blanco-verdes y grisáceos. Los margas yesíferas pueden presentar niveles milimétricos a centimétricos de yeso secundario hialino.

Las rocas carbonatadas (margocalizas y calizas) se presentan en bancos de espesor decimétrico o, más raramente, métrico. Se trata de micritas (mudstone) y biomicritas (wackestone).

Los depósitos yesíferos forman bancos tabulares, de 1 a 3 m de espesor, habiendo yesos químicos y yesos retrabajados. Los yesos químicos se presentan en niveles de 1 a 6 cm de espesor y gran continuidad lateral, con límites generalmente netos y planos. Muestran tonos verdes claros y son deleznable y masivos. Los niveles retrabajados constituyen capas de cierta continuidad lateral (30 m de longitud máxima observada) y 0,20 a 0,75 m de espesor, estando representados por arenas yesíferas de tonos verdes.



FOTO Nº 6. Margas con niveles de margocalizas aflorando en el talud de un desmonte situado en el P.K. 13+500 de la carretera local (BU-622), entre Arroyal y Mansilla de Burgos. Se originan caídas de pequeños bloques del nivel superior de margocalizas, por erosión diferencial.

Se corresponde estratigráficamente con el grupo 321h, del que se diferencia por cambio lateral de facies, al no aparecer en aquél las intercalaciones yesíferas.

Generalmente estos materiales se encuentran recubiertos por un manto coluvial que solamente ha sido representado en la cartografía cuando adquiere cierta entidad. Este suelo está integrado por arcillas margosas con abundantes fragmentos de caliza.

La edad de estos materiales es Mioceno.

- Estructura

Se encuentran típicamente en las laderas constituyentes del relieve amesetado del área, y de los cerros testigo. Su disposición es subhorizontal y alcanza una potencia máxima de 25-35 m, 10-15 m en algunos afloramientos.

Las margas y margas yesíferas, dominantes en el grupo, constituyen desde estratos masivos a capas decimétricas. Las calizas y margocalizas se intercalan de manera muy irregular y tienen potencias que oscilan desde unos pocos metros y algunos decímetros. Son frecuentes las alternancias métricas o decimétricas de capas compactas de margas, margocalizas o calizas más o menos margosas, con capas de margas deleznales o muy flojas. Los niveles calizos son frecuentes a muro y, sobre todo, a techo, en donde hay un tránsito gradual a la facies eminentemente calcárea que constituye el grupo 321c.

No se han observado estructuras tectónicas reseñables, salvo diaclasas y suaves combamientos.

Estos materiales afloran en los respectivos cuadrantes de las Hojas de Sasamón y Burgos.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Se trata de un grupo constituido por materiales impermeables, entre los cuales se intercalan algunos niveles calcáreos permeables por fisuración y karstificación. A favor de estos niveles pueden formarse pequeños horizontes freáticos de aguas agresivas. La escorrentía superficial es muy activa. En general, el agua que discurre sobre esta formación tiende a disolver los niveles de yeso, cargándose de iones sulfato, con lo cual su poder corrosivo frente a los aglomerantes hidráulicos ordinarios es muy elevado.
- Problemas geomorfológicos: Sobre estos materiales se observan numerosos procesos de inestabilidad en laderas; generalmente se trata de grandes deslizamientos, fósiles en su mayor parte, en los que se ven implicados los materiales calcáreos del grupo litológico que se superpone a ellos, estratigráfica y morfológicamente (320 o 321c). El origen de estos procesos está en las aguas colgadas existentes en estos niveles superiores, cuya incidencia es mayor que la que representan las aguas presentes en este grupo, unido a la alterabilidad que presentan estos materiales.

La escorrentía superficial origina en algunos puntos de las laderas importantes procesos de erosión y acarcavamientos.

- Taludes artificiales observados:

Pendientes: En taludes medios (5 a 8 m) la pendiente es de 45°.



FOTO N° 7. Deslizamiento circular en una ladera del río Ruyales, al N de Avellanosa del Páramo. El deslizamiento afecta a las margas de la Facies Cuestas (Grupo 321e), y el escarpe del mismo se sitúa en la unidad superior, compuesta por una alternancia de calizas y margas (Grupo 321c).

Problemas: La intensa meteorización que padecen estos materiales una vez expuestos a la acción de la intemperie, hace que sobre los taludes se manifiesten erosiones y deslizamientos superficiales, así como caídas de pequeños bloques de los niveles calizos por erosión diferencial.

- Taludes recomendados: En los taludes de alturas medias y en condiciones de estabilidad natural, las pendientes de estos no habrán de sobrepasar los 35°-40°.

Deberán tenerse muy en cuenta las características geomorfológicas e hidrogeológicas del terreno en cada zona, pues, como ya se ha comentado, son muy frecuentes los procesos de inestabilidad en laderas. En función de esto se deberá prever la necesidad de dar pendientes muy tendidas o diseñar medidas de contención en cada caso, y cuidar en extremo las medidas de drenaje superficial.

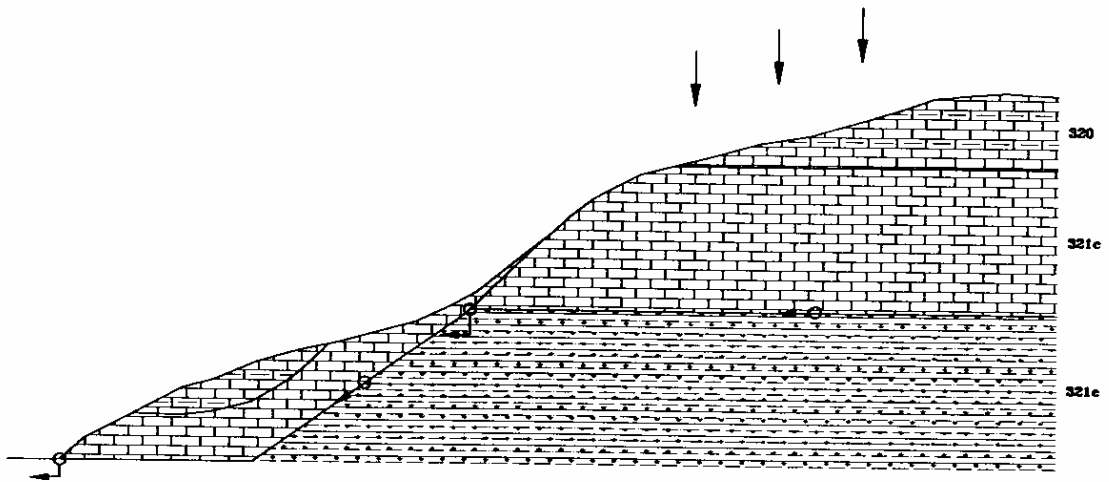


Fig. 13: El agua meteórica se infiltra a través de fracturas y karstificaciones de las calizas de los grupos litológicos 320 y 321c, y surge a media ladera, por el contacto con los materiales margosos y arcillosos del grupo 321e, que constituyen el substrato impermeable. Esto da lugar a frecuentes deslizamientos en los taludes de la carretera

- Capacidad portante: La capacidad de carga se considera de tipo medio, aunque en laderas donde se detecten procesos de inestabilidad se debe estimar como baja.
- Ripabilidad/Excavabilidad: El grupo es excavable con medios mecánicos normales, a excepción de algunos niveles calizos que pueden presentarse intercalados, y que, en cualquier caso, serán ripables.
- Empleo: No se considera adecuado, como material de relleno, en terraplenes.

MARGAS Y ARENAS YESÍFERAS, (321f)

- Litología

La unidad está constituida por arcillas más o menos margosas, verdosas, que alternan con tramos más carbonatados y blancos, a veces calcareníticos. En partes muy concretas, junto al borde sur de la Sierra de Ubierna, intercalan arcillas y limos rojizos de potencia métrica y longitud hectométrica.

La edad de estos materiales es Mioceno Inferior.

- Estructura

Ocupan una amplia extensión dentro del sector Sur, y presentan un cambio lateral de facies con respecto a las margas, yesos y arcillas del grupo 321g, aflorantes hacia el Sur. Alcanza un espesor máximo visible de 40 m.

La alterabilidad de estos materiales hace que frecuentemente se hallen recubiertos por un potente suelo arcilloso de origen coluvio-eluvial.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Se trata de un grupo constituido por materiales, en general, impermeables. La escorrentía superficial es activa. El agua que discurre sobre esta formación tiende a disolver los niveles de yeso, cargándose de iones sulfato, con lo cual su poder corrosivo frente a los aglomerantes hidráulicos ordinarios es muy elevado.
- Problemas geomorfológicos: Sobre estos materiales se observan algunos procesos de inestabilidad en laderas; generalmente se trata de deslizamientos superficiales de escasa entidad, y reptaciones del recubrimiento coluvio-eluvial.

La escorrentía superficial origina, en algunos puntos de las laderas, erosiones y acaravamientos.

- Taludes artificiales observados:

Pendientes: En taludes medios (8 m) las pendientes son de 45°.

Problemas: La alteración que padecen estos materiales una vez expuestos a la acción de la intemperie, hace que sobre los taludes se manifiesten erosiones y deslizamientos superficiales.

- Taludes recomendados: En los desmontes se recomiendan paramentos con pendientes muy tendidas (< 30°), o diseñar elementos de contención en cada caso, y cuidar en extremo las medidas de drenaje superficial.
- Capacidad portante: La capacidad de carga se considera media-baja.
- Ripabilidad/Excavabilidad: El grupo es excavable con medios mecánicos normales.

- Empleo: No se considera adecuado, como material de relleno, en terraplenes.

MARGAS, YESOS Y ARCILLAS, (321g)

- Litología

Constituyen una serie heterolítica con arcillas muy plásticas, margas y gypsarenitas, e intercalaciones de yesos diagenéticos que pueden alcanzar hasta 15 cm de espesor. Alternan colores grisáceos y negruzcos a blanquecinos y amarillentos, existiendo incluso capas de color negro.

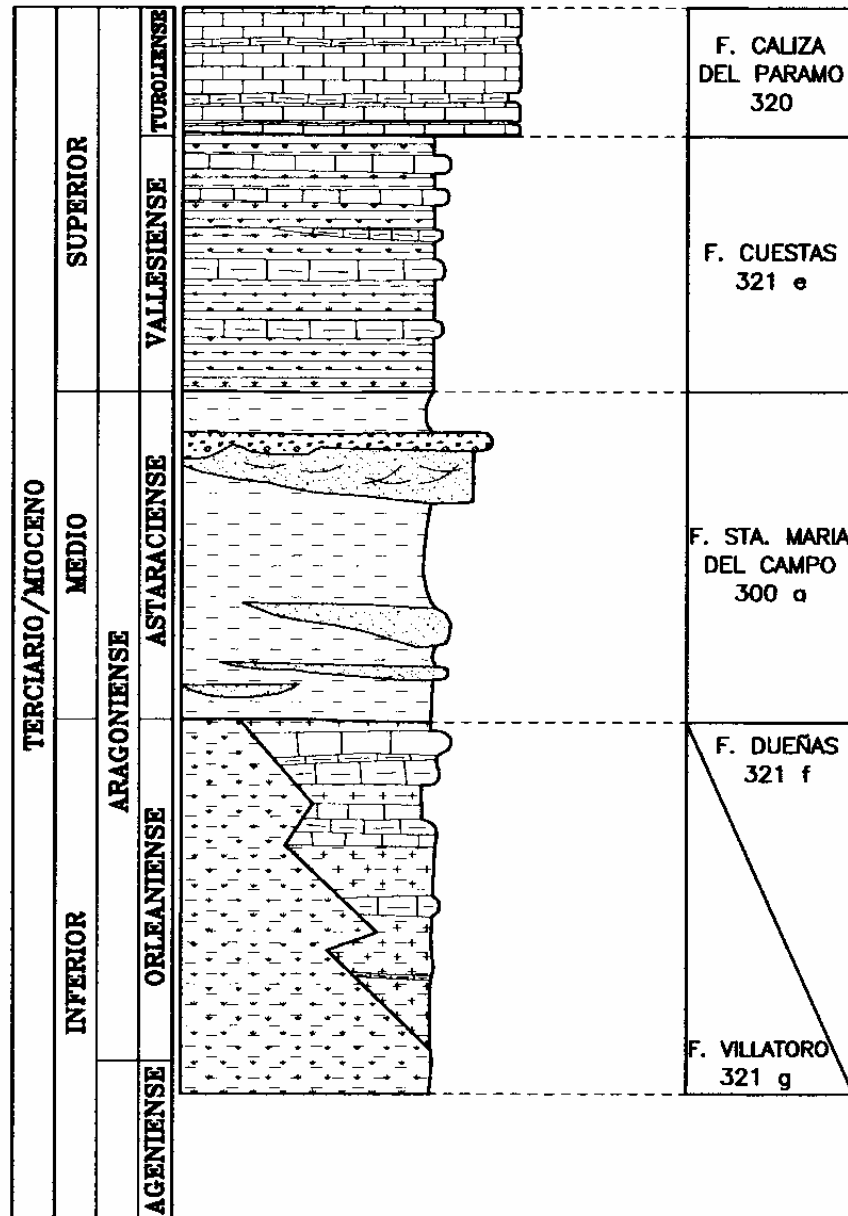


Fig. 14: Columna estratigráfica de un sector de la Zona 1 (Área de Páramos), en las proximidades de la localidad de Quintanadueñas



FOTO N° 8. *Aspecto que presentan en detalle las margas, arcillas y yesos de la F. Villatoro (grupo 321g).*

La edad de estos materiales es Mioceno Inferior.

- Estructura

Corresponde a una facies lacustre, evaporítica, que aflora en la cuenca del río Ubierna, y es el equivalente lateral de la facies de margas y arenas yesíferas (321f) aflorantes hacia el Norte. Se trata de sedimentos lacustres de aspecto varvado, finamente estratificado en capas milimétricas y centimétricas. Presenta una potencia máxima aflorante de 45 m.

La alterabilidad de estos materiales y la escasa pendiente de las áreas en que afloran, hace que frecuentemente se hallen recubiertos por un potente suelo arcilloso de origen coluvio-eluvial.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Se trata de un grupo constituido por materiales impermeables. La escorrentía superficial es poco activa, dada la escasa pendiente que muestran las áreas donde afloran. El agua que discurre sobre esta formación tiende a disolver los niveles de yeso, cargándose de iones sulfato, con lo cual

su poder corrosivo frente a los aglomerantes hidráulicos ordinarios es muy elevado.

- Problemas geomorfológicos: Sobre estos materiales se observan algunos procesos de inestabilidad en laderas; generalmente se trata de deslizamientos superficiales de escasa entidad y reptaciones del recubrimiento coluvio-eluvial.

La escorrentía superficial origina, en algunos puntos de las laderas, erosiones y acarreamientos.

- Taludes artificiales observados:

Pendientes: Taludes medios (6 m) con pendientes de 30° a 80°, en función de la proporción de niveles yesíferos.

Problemas: La alteración de los niveles margosos, hace que sobre los taludes se manifiesten erosiones, deslizamientos superficiales y desprendimientos, por erosión diferencial.



FOTO N° 9. *Desmorte situado en la carretera local de Sotragero a Villanueva de río Ubierna, en las proximidades de esta última localidad. Sobre el talud se manifiestan signos de inestabilidad que afectan a margas, yesos y arcillas de la F. Villatoro (grupo 321g).*

- Taludes recomendados: El efecto de trabazón que ejercen los niveles de yeso permite adoptar pendientes de 45° a 50° en taludes medios. Es necesario cuidar las medidas de drenaje superficial.
- Capacidad portante: La capacidad de carga se considera media. Existe la posibilidad de que puedan producirse asientos diferenciales por karstificación de los niveles yesíferos.
- Ripabilidad/Excavabilidad: El grupo es excavable con medios mecánicos normales.
- Empleo: No se considera adecuado, como material de relleno, en terraplenes.

MARGAS, (321h)

- Litología

Son una serie de margas y arcillas más o menos margosas, blanquecinas, grisáceas y verdosas, que alternan con tramos más carbonatados, en niveles decimétricos. Pueden aparecer, de forma minoritaria, arcillas carbonosas oscuras. Las margas son frecuentemente dolomíticas, masivas y compactas.

Se corresponde estratigráficamente con el grupo 321e, del que se diferencia por cambio lateral de facies.

La edad de estos materiales es Mioceno.

Por lo general, sobre estos materiales existe un recubrimiento coluvial, principalmente al pie de laderas, y que cuando adquiere potencia significativa se ha cartografiado independientemente. Este suelo está integrado por arcillas margosas con abundantes fragmentos de caliza.

- Estructura

Muestran estratos horizontales y cambio lateral de facies rápidos. Alcanzan un espesor máximo de 40 m.

Se encuentra ampliamente representado en el cuadrante suroriental de la Hoja de Villadiego, así como en las de Sasamón y Burgos.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Son materiales impermeables en su gran mayoría, entre los cuales se intercalan algunos lechos calcáreos o detríticos, permeables por fisuración y karstificación, o porosidad, respectivamente. A favor de estos pueden constituirse pequeños horizontes freáticos, cuyos efectos negativos en la estabilidad natural de las laderas son claros. La escorrentía superficial es muy activa.



FOTO N° 10. *Deslizamiento de tierras en un talud situado en el P.K. 76+400 de la carretera local entre Melgosa de Villadiego y Brullés. El recubrimiento cuaternario se ha visto inestabilizado a favor del contacto con las margas del grupo 321h, que constituyen el substrato, en un punto donde se observan afloramientos de agua.*

- Problemas geomorfológicos: Sobre estos materiales se observan numerosos procesos de inestabilidad en laderas; generalmente se trata de deslizamientos, fósiles en su mayor parte, en los que se ven implicados los materiales calcáreos del grupo litológico que se superpone a ellos, estratigráfica y morfológicamente (320 o 321c). El origen de estos procesos está en las aguas colgadas existentes en estos niveles superiores, cuya incidencia es mayor que la que representan las aguas presentes en este grupo, unido a la alterabilidad que presentan estos materiales.

La escorrentía superficial origina en algunos puntos de las laderas importantes procesos de erosión y acarreamientos.

- Taludes artificiales observados:

Pendientes: 45° en taludes bajos.

Problemas: La intensa meteorización que padecen estos materiales una vez expuestos a la acción de la intemperie, hace que sobre los taludes se manifiesten erosiones y deslizamientos superficiales.

- Taludes recomendados: En los taludes de alturas medias y en condiciones de estabilidad natural, las pendientes de estos no habrán de sobrepasar los 35°-40°.

Deberán tenerse muy en cuenta las características geomorfológicas e hidrogeológicas del terreno en cada zona, pues, como ya se ha comentado, son muy frecuentes los procesos de inestabilidad en laderas. En función de esto se deberá prever la necesidad de dar pendientes muy tendidas o diseñar medidas de contención en cada caso, y cuidar en extremo las medidas de drenaje superficial.

- Capacidad portante: La capacidad de carga se considera media, aunque en laderas en que se hayan detectado procesos de inestabilidad se debe estimar como baja.
- Ripabilidad/Excavabilidad: El grupo es excavable con medios mecánicos normales, a excepción de algunos niveles calizos que pueden presentarse intercalados y que, en cualquier caso, serán ripables.
- Empleo: No se considera adecuado, como material de relleno, en terraplenes.

CALIZAS CON INTERCALACIONES MARGOSAS, (320)

- Litología

Está formada por un conjunto alternante de calizas, calizas margosas y margas con frecuentes variaciones laterales de facies. Son conocidas como Calizas del Páramo. Su color es fundamentalmente gris blanquecino, a veces crema, y aparecen en bancos de 0,5 a 1,5 m de espesor, mientras que las intercalaciones margosas no llegan a superar los 20 cm.

En general son cavernosas, y desde el punto de vista petrográfico son micritas y biomicritas.

Los niveles margosos son frecuentes y se intercalan entre los litosomas carbonáticos, encontrándose a veces estos sustituidos por arcillas rojas como consecuencia también de los procesos de karstificación y lavado que afectaron a estos niveles.

Las calizas son duras y muy compactas; cuando se hacen margosas su dureza y compacidad se ve reducida.

La edad de estos materiales es Mioceno Superior-Plioceno.

Superficialmente existe un suelo de alteración, distribuido irregularmente, formado por arcillas de descalcificación y bloques de rocas calizas.

- Estructura

Constituyen el nivel calcáreo superior de la serie terciaria de la zona, originando una extensa superficie morfológica que sigue en continuidad hacia el interior de la Cuenca del Duero. Son los característicos Páramos o Parameras, formas planas situadas a cotas superiores a los 900 m, que generan mesetas más o menos aisladas típicas de la región. Su disposición es subhorizontal, con una ligera inclinación deposicional hacia el SO, junto con suaves abombamientos. No se han observado estructuras tectónicas reseñables.

Su espesor muestra oscilaciones notables, estando comprendido entre 1 y 25 m, alcanzando su máxima potencia hacia el noroeste, y sus mínimos hacia el Sur y Este. Estas variaciones de potencia son debidas tanto a los cambios laterales de facies como a los efectos de la erosión.

Afloran ampliamente en las Hojas de Burgos y Sasamón, y también en el cuadrante suroriental de la Hoja de Villadiego.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Las calizas presentan un grado de porosidad variable, siendo la fisuración y una muy desarrollada karstificación lo que las hace muy permeables. No obstante, la intercalación de horizontes margosos y la existencia de arcillas de descalcificación en superficie, crean problemas locales de escorrentía superficial.

Los páramos, en general, infiltran gran parte del agua de escorrentía, agua que pasa a niveles más profundos a favor de planos de diaclasado y de fractura, superficies de estratificación y horizontes permeables o semipermeables intercalados en la serie miocena; aflorando posteriormente a distintos niveles en las laderas.

- Problemas geomorfológicos: Es destacable la inestabilidad gravitacional, fósil y activa, que se observa en los bordes escarpados de los páramos. Bloques y masas de roca caliza se han desplomado y deslizado sobre los materiales margosos subyacentes, principalmente por la alteración, deformación y erosión diferencial de estos últimos.

También se observan procesos de karstificación que pueden dar lugar a inestabilidades por hundimientos.

- Taludes artificiales observados:

Pendientes: Taludes bajos con inclinaciones de 80°.

Problemas: Caída ocasional de bloques de pequeñas dimensiones, por erosión diferencial.

- Taludes recomendados: Los taludes de desmontes de alturas medias, podrán ser, en general, con pendientes muy fuertes (> 60°), y será conveniente diseñar una amplia cuneta que recoja los materiales que puedan llegar a desprenderse por erosión diferencial.
- Capacidad portante: En principio debe estimarse como alta e incluso muy alta. No obstante, estas características pueden sufrir modificaciones importantes en los siguientes casos y circunstancias: En los bordes de las plataformas, donde existe un riesgo de inestabilidad gravitacional; en las zonas de profunda alteración de las calizas, con formación de un suelo potente de arcillas de descalcificación; en las zonas donde los procesos de karstificación pueden inducir riesgo de hundimientos; en las zonas en que hay cambios rápidos de facies entre las calizas y las margas, tanto en lo que se refiere a la naturaleza litológica como a la estructura sedimentaria; en las zonas en que se producen cambios de los niveles freáticos cautivos o colgados, y, por último, en las zonas en que existe mal drenaje superficial.

- Ripabilidad/Excavabilidad: Los materiales de este grupo se consideran, en general, no ripables por medios mecánicos normales. No obstante, debido a los cambios laterales de facies, algunos niveles o zonas sí podrán ser ripables.
- Empleo: Localmente útil como material canterable.

LUTITAS, ARENAS Y GRAVAS, (300a)

Este grupo se describe en la Zona 2 (pág. 89), ya que en ella presenta un desarrollo más importante.

BRECHAS Y CONGLOMERADOS CALCAREOS Y ARCILLAS ROJAS, (300c)

Este grupo se describe en la Zona 2 (pág. 99), ya que en ella presenta un desarrollo más importante.

3.2.4. Grupos geotécnicos

Las formaciones geológicas individualizadas en el apartado anterior como grupos litológicos, se agrupan según ciertas características geotécnicas comunes. A estas agrupaciones se les denomina en este Estudio "grupos geotécnicos", y en la Zona 1 son las siguientes:

- Grupo geotécnico G1

Aluviones actuales del cauce de los ríos y arroyos de la Zona 1. Son gravas y arenas de naturaleza poligénica, y limos abundantes. Problemas de dinámica fluvial. Capacidad portante baja. Depósitos adecuados o tolerables para préstamos.

El grupo geotécnico G1 está constituido por el grupo litológico A.

- Grupo geotécnico G2

Terraza baja aluvial o llanura de inundación. Son limos más o menos arenosos, con gravas y arenas silíceas que constituyen lechos importantes y discontinuos. Drenaje natural desfavorable y problemas locales de socavación. Capacidad portante de media a baja. Posibles asientos diferenciales. Materiales parcialmente adecuados o tolerables como préstamos.

El grupo geotécnico G2 está constituido por el grupo litológico A1.

- Grupo geotécnico G3

Terrazas. Materiales detríticos constituidos mayoritariamente por gravas y arenas de naturaleza silíceas y, en menor proporción, calcáreas. Formaciones permeables, sin problemas importantes en taludes naturales o de excavación, dadas las potencias normales de estos depósitos. En el caso de taludes importantes en que estos materiales queden colgados en la coronación de los mismos, se pueden originar problemas de estabilidad relacionados con la posible presencia de niveles freáticos colgados en el contacto de estos con el substrato, generalmente impermeable. La capacidad portante debe considerarse moderada en principio, y prever la posibilidad de que el horizonte freático que pueda existir en el contacto de estos materiales con el substrato impermeable llegue a provocar asentamientos diferenciales. Materiales adecuados o tolerables como préstamos, y localmente pueden constituir yacimientos granulares.

El grupo geotécnico G3 está constituido por el grupo litológico T.

- Grupo geotécnico G4

Coluvio-aluviales de arroyos y vaguadas de esta zona. Son limos y arcillas generalmente arenosos, con gravas y gravillas dispersas de naturaleza poligénica, y elevado contenido en materia orgánica. En esta Zona 1 pueden aparecer yesos diseminados heredados de las formaciones terciarias, con el consiguiente riesgo que implican de agresividad de las aguas y problemas mecánicos. Materiales con permeabilidad baja y drenaje natural desfavorable, capacidad de soporte baja a muy baja, y no utilizables como préstamos.

Constituyen este grupo geotécnico el grupo litológico AC.

- Grupo geotécnico G5

Coluviales y conos de deyección asociados a las laderas y vaguadas de la Zona 1. Son limos y arcillas arenosos con gravas poligénicas, donde pueden aparecer yesos diseminados heredados de las formaciones terciarias, con el consiguiente riesgo que implican de agresividad de las aguas y problemas mecánicos. Materiales con permeabilidad y capacidad de carga bajas, e inmersos con bastante frecuencia en procesos de inestabilidad. Se consideran parcialmente útiles como préstamos.

Este grupo geotécnico está constituido por los grupos litológicos C y D.

- Grupo geotécnico G6

Calizas del Páramo, frecuentemente oquerosas y margosas, con intercalaciones de delgados lechos de margas blancas, duras y muy compactas. Muy permeables y con problemas locales de escorrentía superficial debidos a la presencia de horizontes margosos y arcillas de descalcificación. Inestabilidad por desprendimientos y desplomes en los bordes escarpados que limitan las parameras a que dan lugar, y posibles problemas locales de asientos diferenciales en dichos bordes o a consecuencia de la existencia de cavidades (generalmente de reducidas dimensiones) en el terreno, debido a procesos de karstificación. Los taludes de excavación podrán ser subverticales, aunque los fenómenos de erosión diferencial darán lugar a desprendimientos en los mismos. Materiales no ripables en general.

Este grupo geotécnico está integrado por el grupo litológico 320.

- Grupo geotécnico G7

Alternancia de calizas más o menos margosas y margas, con intercalaciones de arcillas margosas y areniscas. Los bancos calizos bien desarrollados llegan a dar superficies llanas de páramos y producen escalonamientos y pendientes muy fuertes en las vertientes, englobando formas de parameras y cuestas. Las vertientes se ven afectadas con bastante regularidad por fenómenos de deslizamientos, desplomes y desprendimientos, fósiles la mayor parte de ellos, latentes y activos otros.

La escorrentía superficial origina en algunos puntos de las laderas importantes procesos de erosión y acaravamientos.

Solamente son permeables los niveles calizos más competentes, por donde aflora agua a media ladera en forma de surgencias que han incidido e inciden muy negativamente en la estabilidad natural de las vertientes. En los desmontes es frecuente la surgencia de freáticos colgados que dan lugar a importantes problemas de inestabilidad, incluso deslizamientos profundos que afectan de una forma generalizada a todo el talud.

En los taludes de alturas medias no deberán adoptarse pendientes superiores a 45°, excepto en los casos en que este estuviera dominado por un banco calizo. Cuando el dominio corresponde a las margas, la pendiente debe suavizarse, no sobrepasando los 35°, debiendo tenerse muy en cuenta los procesos geomorfológicos antes mencionados y el buen drenaje de las aguas freáticas y superficiales.

La capacidad portante es de moderada a alta, salvo en áreas inestables en donde se considera baja. Grupo ripable en general en más de un 70 %.

Este grupo geotécnico está constituido por el grupo litológico 321c.

- Grupo geotécnico G8

Materiales margosos y margo-yesíferos con yesos, intercalaciones de calizas más o menos margosas y algunos niveles detríticos. Se encuentran típicamente en las laderas constituyentes del relieve amesetado del área, recubiertas generalmente por un manto de derrubios.

Sobre estos materiales y los derrubios que los cubren se observan numerosos procesos de inestabilidad en laderas; generalmente se trata de deslizamientos, fósiles en su mayor parte, en los que ejerce un efecto muy negativo las aguas que afloran en numerosos puntos, procedentes de freáticos colgados, unido a la alterabilidad que presentan estos materiales.

Se trata de materiales impermeables entre los cuales se intercalan algunos niveles calcáreos permeables, a favor de los cuales pueden formarse pequeños horizontes freáticos de aguas agresivas. La esorrentía superficial es muy activa.

En los taludes de alturas medias y en condiciones de estabilidad natural, las pendientes de estos no habrán de sobrepasar los 35°-40°, debiéndose tener muy en cuenta las características geomorfológicas e hidrogeológicas del terreno, y cuidar el buen drenaje de las aguas freáticas y superficiales, que generalmente serán agresivas. En función de estas últimas características, la capacidad de soporte puede oscilar ampliamente desde valores altos a bajos, estimándose normal un valor medio moderado. Son materiales excavables a ripables.

Este grupo geotécnico está constituido por los grupos litológicos 321e y 321h, así como los recubrimientos coluviales existentes sobre los mismos.

- Grupo geotécnico G9

Arcillas más o menos margosas y plásticas que alternan con tramos más carbonatados y niveles de yesos. La alterabilidad de estos materiales hace que frecuentemente se hallen recubiertos por un potente suelo arcilloso de origen coluvio-eluvial. Son materiales impermeables, donde la esorrentía superficial es activa. Aguas agresivas.

Sobre estos materiales se observan algunos procesos de inestabilidad en laderas; generalmente se trata de deslizamientos superficiales de escasa entidad y reptaciones del recubrimiento coluvio-eluvial.

En los desmontes será necesario dar pendientes muy tendidas ($< 30^\circ$), o diseñar elementos de contención en cada caso, y cuidar en extremo las medidas de drenaje superficial. El efecto de trabazón que ejercen los niveles de yeso, cuando estos están presentes en el grupo 321g, permite adoptar pendientes de 45° a 50° en taludes medios.

La alteración hace que sobre los taludes se manifiesten erosiones y deslizamientos superficiales. La capacidad de carga se considera media-baja. Son excavables.

Este grupo geotécnico está constituido por los grupos litológicos 321f y 321g.

- Grupo geotécnico G10

Constituido por limos y arcillas rojos y pardos con niveles arenosos, y paleocanales de arenisca y conglomerados. Muy poco permeable en conjunto, con acuíferos multicapa en los lentejones de arena y gravas, y escorrentía superficial poco activa. Taludes generalmente estables, con problemas localizados de rotura gravitacional y erosión lineal (cárcavas). Surgencias frecuentes de aguas freáticas. Los taludes de excavación en ausencia de estratos duros (areniscas y conglomerados cementados) no deben superar normalmente los 45° , o 35° si existe agua en el talud. Podrán excavarse taludes con pendientes más fuertes, entre 45° y 60° , en aquellas áreas en las cuales dominen los elementos detríticos consolidados. No obstante, los problemas de erosión diferencial y la interferencia de las aguas colgadas podrán provocar una degradación relativamente rápida. Un drenaje efectivo de las aguas de escorrentía y, muy especialmente, de las existentes en freáticos libres cercanos a la carretera, es condición esencial para obtener una capacidad soporte media aceptable. Materiales excavables a ripables. Son útiles como préstamo, y los niveles de arenas y conglomerados constituyen fuentes de áridos, de los que existen aprovechamientos locales reducidos, generalmente intermitentes.

Este grupo geotécnico está constituido por el grupo litológico 300a.

- Grupo geotécnico G11

Son conglomerados con cantos principalmente de caliza, englobados en una matriz arenosa, y capas de arenisca, arcillas y margas. Son materiales moderadamente permeables, con drenaje por percolación donde la cementación es débil, y por

karstificación en los tramos bien cementados. No se manifiestan importantes signos de inestabilidad en las laderas donde afloran. En desmontes se pueden adoptar pendientes de 45° cuando la cementación es débil, y de 80° cuando esta es buena. La capacidad portante se considera moderada para aquellas zonas de cementación débil, y alta cuando el grado de cementación es bueno. Únicamente será ripable en aquellos términos débilmente cementados. Localmente puede ser útil como material de préstamo.

Pertenece a este grupo geotécnico el grupo litológico 300c.

3.2.5. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona 1

La Zona 1 está constituida en su mayor parte por materiales terciarios. Los problemas geotécnicos que presenta son de especial importancia en áreas concretas, estando relacionados con circunstancias negativas de orden topográfico, litológico, hidrológico y geomorfológico.

Topográficamente, los principales valles se presentan muy encajados y dispuestos según una orientación N-S; así pues, las carreteras que se tracen con una orientación E-O tendrán la necesidad de ascender desde el fondo de los valles a las plataformas de los páramos y volver a descender, sucesivamente. Las diferencias altimétricas no son importantes, pero las pendientes de las cuestas sí lo son.

El aspecto negativo de carácter litológico está representado por el componente yesífero que, disperso en las margas o en forma de lechos intercalados en las mismas, está presente en gran parte de la formación miocena que constituye las cuestas, y en los depósitos coluvio-eluviales/aluviales que tapizan las mismas y el fondo de los valles.

Los problemas de orden hidrológico podrán surgir como consecuencia de una mala escorrentía superficial en áreas de páramo y de fondo de valle, y, muy especialmente, a causa de las aguas surgentes a media ladera, que crean condiciones favorables de inestabilidad en las mismas. El agua que discurre sobre las formaciones yesíferas tiende a disolver los niveles de yeso, cargándose de iones sulfato, con lo cual su poder corrosivo frente a los aglomerantes hidráulicos ordinarios es muy elevado.

Los procesos geomorfológicos que representan una incidencia negativa sobre la construcción y conservación de carreteras provendrán esencialmente de la inestabilidad natural de las vertientes, representada por la erosión y, muy especialmente, por los movimientos gravitacionales. Estos fenómenos deben tenerse muy en cuenta a la hora de proyectar trazados a media ladera.

Los problemas geotécnicos serán consecuencia de todos los factores apuntados. Se manifestarán en los taludes de los desmontes, por causa y efecto de deslizamientos y desprendimientos, y en los substratos de apoyo, por falta de capacidad portante, asientos diferenciales y por agresividad de las aguas circulantes en el terreno. Debe imponerse en todo caso un sistema de drenaje efectivo, tanto de las aguas de superficie como de las freáticas que puedan instalarse bajo la estructura vial, hasta donde puedan llegar las presiones originadas por la misma.

Los materiales cuaternarios son en general muy flojos. Su reducida potencia hará que los problemas geotécnicos que puedan plantearse en estas áreas en relación a solicitudes de carga, se resuelvan llevando la cimentación al substrato terciario que recubren.

3.3. ZONA 2: ÁREA DE CAMPIÑA

3.3.1. Geomorfología

La Zona 2 está situada en la parte suroeste del Tramo estudiado.

Se caracteriza por el desarrollo de un relieve escasamente accidentado, de lomas suaves y barrancos poco profundos, que responde a la actuación de los procesos de disección sobre las lutitas del substrato terciario, de carácter poco consistente, y que confieren un tono pardo rojizo característico al paisaje de esta zona.

La red fluvial drena principalmente hacia el Sur, desde la Cordillera Cantábrica, hacia el centro de la cuenca. Marcando el límite occidental de los Páramos (Zona 1), se encuentra el río Brulles que, junto con el Odra, Riofresno, Burejo y Pisuerga, constituyen los principales cursos de agua de la Zona 2.

La red fluvial principal ha creado un entorno de llanuras fluviales, separadas por lomas que constituyen unos interfluvios poco elevados sobre los cauces. También cuenta con varios replanos constituidos por terrazas fluviales.

La red fluvial secundaria es de tipo dendriforme, con aspecto arborescente y textura media, fruto de su encajamiento en materiales blandos lutítico-arcillosos, más o menos homogéneos y con estratificación horizontal o subhorizontal.

Pueden diferenciarse distintos tipos de modelado, siendo las formas fluviales actuales las de mayor importancia y desarrollo superficial. Los principales tipos de modelado son los siguientes:

- Formas fluviales: Vegas, sistemas de terrazas y fondos de valle
- Formas poligénicas: Rañas y glaciais

- Formas de ladera: Vertientes
- Formas estructurales: Replanos estructurales

FORMAS FLUVIALES: VEGAS, SISTEMAS DE TERRAZAS Y FONDOS DE VALLE

Los cursos fluviales de los ríos Brulles, Odra, Riofresno, Burejo y, especialmente, el río Pisuerga, han creado extensas vegas y, en su proceso de encajamiento, han dejado unos sistemas de terrazas cuya característica más señalada radica en la disposición asimétrica de las mismas y su correspondencia con un dispositivo morfológico, en general, de terrazas colgadas.

A excepción del río Pisuerga, cuya morfología es la de un curso meandriforme, los cauces tienen una morfología trenzada, y en su composición litológica dominan los componentes cuarcíticos y el cuarzo.

En los valles principales, entre la terraza más baja y el aluvial actual, se encuentra la llanura de inundación. Su anchura es variable, oscilando entre los 500 m en el arroyo de Río fresno, y hasta 2 km en algún punto del valle del río Pisuerga.

La composición litológica es de limos y arcillas oscuras, con gravas dispersas. En superficie, se dibujan varios meandros abandonados.

Las terrazas constituyen unas formas deposicionales importantes, sobre todo las desarrolladas por el río Pisuerga; pudiéndose distinguir un total de hasta 9 plataformas escalonadas por encima del nivel de los cauces.

Las terrazas de los niveles más altos están situadas en los interfluvios, mientras que las terrazas más bajas bordean los valles de los cauces principales de la Zona 2. En el caso del río Pisuerga, la terraza más baja es la que alcanza mayor amplitud y da lugar a una franja paralela al curso actual.

La composición litológica es de gravas de cuarcita y cuarzo, en una matriz arenarcillosa. El porcentaje de componentes calcáreos es, generalmente, bajo.

Los fondos de valle también son formas deposicionales importantes dentro de esta Zona 2. Tapizan el fondo de la mayor parte de los ríos y arroyos excavados en el substrato terciario. Son depósitos poco cohesivos, cuya composición es de arenas y gravas en una matriz limo-arcillosa. Están constituidos por aportes de procedencia longitudinal (fluvial) y lateral (laderas) dando fondos planos en valles muy abiertos y poco encajados, apuntándose para estos valles una génesis por soliflucción con concavidad de enlace en las vertientes, y cuya alimentación principal procede de las vertientes regularizadas en las que los depósitos se han movido también por soliflucción.

En muchos casos, estos valles de arroyos poco funcionales, adquieren un amplio desarrollo lateral, creando áreas llanas, de escasa pendiente y mal drenaje superficial.

Asentados sobre los fondos de valle, llanura aluvial o terrazas bajas, a la salida de varias torrenteras, se forman conos de deyección. Poseen la morfología de abanico y el perfil convexo típico de estas formas. Están compuestos por cantos y gravas calcáreas y subredondeados, en una matriz limo-arcillosa. Los conos de mayor dimensión están situados en el valle del río Pisuerga, y al NO de la Zona 2, donde el relieve se hace más acusado.

A las formas erosivas, pertenece la incisión lineal, que actúa, principalmente, en las cabeceras de la red fluvial secundaria.

Las cárcavas son poco importantes, habiéndose formado en laderas de pendiente más acusada, no tapizadas por depósitos coluvio-eluviales.

FORMAS POLIGÉNICAS: RAÑAS Y GLACIS

El Aluvial Finineógeno (Raña) se localiza al norte de la Zona 2. Aparece entre los 940 y los 1.020 m, ofreciendo una pendiente aproximada del 2 %, siempre dirigida hacia el centro de la cuenca. Se trata de unos materiales conglomeráticos formados por gravas cuaríticas con matriz arenosa, cuya potencia oscila entre 10 y 20 m.

En cuanto a los glacis, se localizan en las laderas, principalmente en la margen derecha del valle del río Pisuerga, y constituyen las formas de enlace entre unas terrazas y otras. La naturaleza de sus depósitos es similar a la de las terrazas, pero con mayor abundancia de finos. Tienen una pendiente entre el 2 y el 4 %.

Sobre estos últimos y sobre algunas terrazas, se han reconocido una serie de zonas de drenaje deficiente y pequeñas lagunas (o navas) funcionales en épocas de lluvia. Se han originado por cambio de permeabilidad entre los materiales del recubrimiento y el sustrato.

FORMAS DE LADERA: VERTIENTES

En cuanto a los coluviones que se encuentran en la Zona 2, son pequeños y de poca potencia, ya que las laderas son, generalmente, mucho más planas y bajas, formándose también en los escarpes de las grandes terrazas. Son materiales blandos, predominantemente arcillo-arenosos.

Las vertientes de enlace entre unas terrazas y otras están en general regularizadas, encontrándose la ladera cubierta por un tapiz de cantos y material lutítico que no supera casi nunca los 2 m.

FORMAS ESTRUCTURALES: REPLANOS ESTRUCTURALES

La mayoría de estas formas son manifestaciones morfológicas de los contrastes litológicos existentes en el substrato terciario. Las superficies estructurales están definidas por bancos de calizas y conglomerados, intercalados en los materiales terrígenos finos miocenos, que aumentan su espesor y el tamaño de sus componentes hacia el sector de la cordillera, así como por suelos calcimorfos.

La erosión resalta los niveles más competentes dando lugar a una serie de replanos escalonados en la vertiente de los valles.

La presencia de pequeños cerros con morfología cónica, puede justificarse por la presencia de niveles duros a techo.

3.3.2. Tectónica

La Zona 2, situada íntegramente en la Cuenca del Duero, se caracteriza por la disposición horizontal y subhorizontal de los materiales que la integran, y por la ausencia casi completa de actividad tectónica.

Las etapas alpinas tardías desencadenan la configuración de la Cuenca del Duero a través de una distensión relativa inducida por desgarres. Las siguientes manifestaciones tectónicas afectan a los conglomerados calcáreos terciarios (Grupo 300c), que conforman la zona de borde de la Cuenca del Duero. Estas pueden ser reflejo de las Fases Sávica y Stayrica.

Durante el Mioceno Medio (Aragoniense Superior) tiene lugar una reactivación del Borde Cantábrico durante la fase de deformación denominada Intraaragoniense. Esta reactivación se manifiesta por una discordancia estructural entre materiales del Mioceno Inferior y Medio.

A finales del Vallesiense, una nueva fase de deformación denominada Intravallesiense o Atica, se pone de manifiesto por la presencia de una nueva discontinuidad que afecta a la Facies Cuestas (Grupo 321e) e inicia el comienzo de un nuevo ciclo, cuya superficie de colmatación son las Calizas del Páramo (Grupo 320).

A partir de esta última fase tiene lugar, aunque de forma muy restringida, una etapa de deformación de pequeña intensidad, con fracturas, alabeos, etc., y el consiguiente nuevo ciclo sedimentario correspondiente a las Calizas del Páramo 2. Estas afloran al Sur, fuera del Tramo estudiado, y corresponderían a la Fase Iberomanchega I.

La última fase tectónica de cierta importancia tiene lugar en el Plioceno. Su actividad se ve limitada a suaves basculamientos con los que posiblemente estén relacionados los episodios sedimentarios detríticos correspondientes al Aluvial Finineógeno (Grupo 322). Se sitúan en la región, con un carácter muy extensivo, a techo de los materiales neógenos previos de la Cuenca del Duero, y sobre términos preneógenos deformados en las áreas de la Banda Plegada de Montorio.

No se han detectado muestras de actividad neotectónica importante. En este sentido, el basculamiento generalizado hacia el SO que presenta la superficie fundamental del Páramo, puede ser debido a un levantamiento de pequeña magnitud de la Cordillera Cantábrica, ya que la pendiente va disminuyendo conforme se adentra en la Cuenca del Duero.

Así pues, de todo lo dicho cabe deducir una actividad tectónica de elevación para el borde mesozoico, y durante el lapso de tiempo indicado por las formaciones terciarias representadas. Esta actividad parece haberse ido amortiguando progresivamente.

Además de la inclinación mencionada de la Superficie del Páramo, hacia el interior de la Cuenca, fuera ya del Tramo de estudio, hay fracturas y pliegues de gran radio. Todos estos fenómenos deben testimoniar la existencia de ligeros movimientos diferenciales de elevación-hundimiento en zonas de la cuenca un poco más alejadas del borde, o bien el reflejo superficial de fracturas de zócalo, también puestas de manifiesto por las orientaciones dominantes de la red hidrográfica, que básicamente tienden a recorrer la Zona 2 en las direcciones N-S, N25E y N120-130E.

ZONA DE CONTACTO O BORDE ENTRE LA CUENCA DEL DUERO Y LA CORDILLERA VASCO-CANTÁBRICA

Litológicamente está constituida por conglomerados terciarios (Grupo 300c).

Constituyen el borde de la cuenca en casi todo el contacto con el mesozoico de la Franja Plegada de Montorio, y se encuentran débilmente basculados hacia el Sur. La formación conglomerática suele ser discordante sobre el Mesozoico, y, en algunos puntos, el Cretácico Superior de la Franja suele cabalgar a los conglomerados terciarios, incorporándolos incluso en algunas escamas. El cabalgamiento más espectacular es visible, con sus pequeñas rampas, inmediatamente al Norte de la población de Rioparaiso, donde las calizas y dolomías del Grupo 232c recubren con bajo ángulo y unos 500 m de componente horizontal los conglomerados, afectados también por pequeñas fallas inversas.

Esta formación conglomerática está frecuentemente fracturada, por fallas de dirección NNO-SSE a ONO-ESE, en varios puntos. Estas fallas son aparentemente normales y con labio hundido Sur.

3.3.3. Columna estratigráfica

La columna estratigráfica de esta Zona 2 aparece en la Figura 17.

3.3.4. Grupos litológicos

En este apartado se describen la litología, estructura y características geotécnicas de los grupos litológicos que se han individualizado dentro de la Zona 2, en el presente Tramo del Estudio.

ALUVIONES ACTUALES, (A)

- Litología

Aluviones constituidos por gravas y bolos redondeados, de naturaleza poligénica, principalmente silícea metamórfica, y arenas, arenas limosas y limos.

- Estructura

Este grupo está situado en el área ocupada por el cauce mayor de los ríos más importantes; es decir, el que se supone puede ser ocupado por las aguas en avenidas de normal recurrencia.

Posee una estructura canalizada y netamente discordante con los grupos litológicos infrayacentes. Los materiales se disponen en forma de barras de canal, surcadas por numerosos canales de estiaje.

Los cauces más importantes donde ha sido diferenciado este grupo son: Brullés, Odra y Pisuerga.

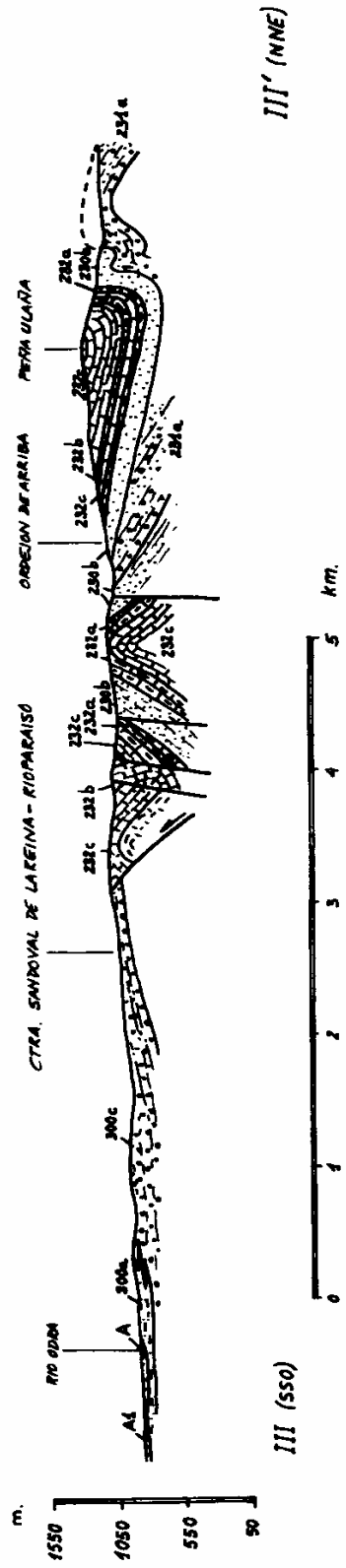
Su potencia está comprendida entre los 0,5 m y 2 m (aluvial "a"), y los 2 m y 5 m (aluvial "A").

- Geotecnia

- Permeabilidad: Media-alta, por infiltración, con niveles freáticos próximos a la superficie.

FIG.- 15 CORTES GEOLOGICOS CORRESPONDIENTES AL LIMITE ENTRE LAS ZONAS 2 Y 3

PERFIL III - III' (SSO - NNE)

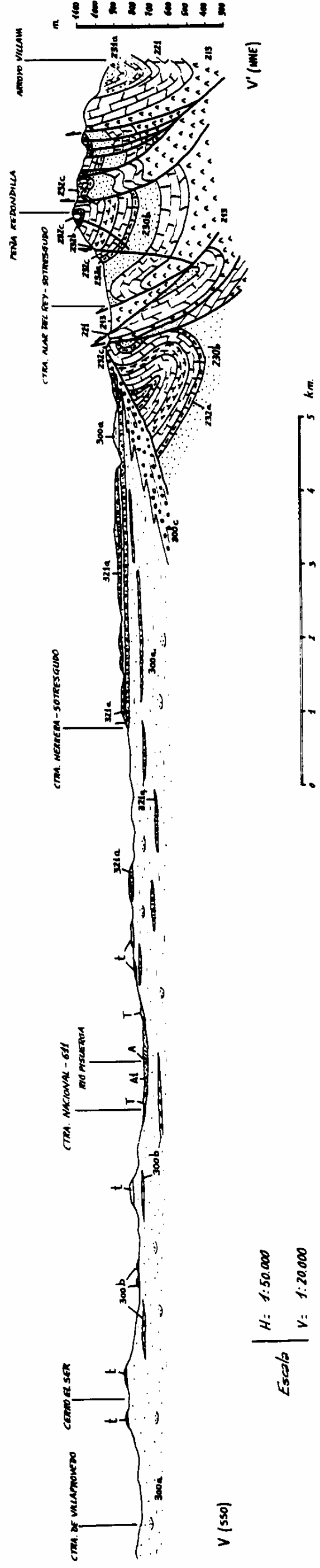


PERFIL IV - IV' (S - N)



FIG.- 16 CORTE GEOLOGICO CORRESPONDIENTE A LAS ZONAS 2 Y 3

PERFIL V-V' (550-NNE)



Escala | H: 1:50.000
| V: 1:20.000

COLUMNA LITOLÓGICA	GRUPO LITOLÓG.	GRUPO GEOTEC.	LITOLOGIA	POTENCIA EN m.	EDAD
	A	G-1	Gravas poligénicas, arenas y limos.	1-5	HOLOCENO
	A1	G-2	Limos arenosos con gravas dispersas, lechos de arenas y gravas silíceas principalmente.	1-6	HOLOCENO
	AC	G-4	Limos y arcillas arenosas, con gravas y gravillas dispersas en lechos discontinuos.	1-3	HOLOCENO
	T	G-3	Gravas poligénicas, principalmente silíceas, arenas, limos y arcillas.	1-6	HOLOC./PLEISTOC.
	D	G-5	Arcillas y limos con arenas y gravas poligénicas.	1-6	HOLOC./PLEISTOC.
	G	G-3	Gravas y gravillas principalmente silíceas, arenas y matriz limo-arcillosa.	1-3	HOLOC./PLEISTOC.
	C	G-5	Arcillas con bastantes fragmentos de rocas calizas. Limos arenosos y arcillas con bastantes gravas silíceas.	1-5	HOLOC./PLEISTOC.
	Q	G-8	Tobas calcáreas y travertinos con niveles de limos blancos.	3-4	PLEISTOCENO
	322	G-3	Gravas silíceas, arenas y ocasionalmente, arcillas (Rañas).	20-40	PLIOCENO
	321 h	G-8	Margas de tonos blancos y grisáceos.	25-35	MIOCENO
	300 a	G-10	Limos y arcillas arenosas con arenas y areniscas y algunos horizontes de conglomerados silíceos.	8-45	TERCIARIO
	321 a	G-10	Conglomerados y areniscas, poligénicas, parcialmente cementados. Algunos lechos de lutitas, más o menos arenosas.	0-40	MIOCENO
	321 d	G-8	Bancos calcáreos, margas blancas y caliches.	0-8	MIOCENO INF./MED.
	300 b	G-12	Arcillas margosas, margas, margocalizas, calizas, fangos y areniscas.	20-40	TERCIARIO
	300 c	G-11	Conglomerados calcáreos con escasa matriz y arcillas rojas.	50-70	TERCIARIO
	311	G-11	Conglomerados cuarcíticos, arcillas rojas y niveles arenosos cementados.	10-20	PALEOCENO

FIGURA.-17 COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LA ZONA 2:
AREA DE CAMPINA

- Problemas geomorfológicos: Los procedentes de la dinámica fluvial.
- Capacidad portante: Se estima en general baja, aunque dada la escasa potencia que en algunos casos tienen estos sedimentos, cualquier requerimiento algo importante de esfuerzo de una estructura habrá de ser remitido siempre al substrato.
- Ripabilidad/Excavabilidad: Estos materiales se consideran excavables por medios mecánicos normales.
- Empleo: Pueden ser considerados como adecuados o tolerables como material de préstamo. Sólo parcialmente constituyen yacimientos granulares.

TERRAZA BAJA ALUVIAL, (A1)

- Litología

Aluviones constituidos por limos más o menos arenosos, bastante materia orgánica, con grava silíceo dispersa y lechos de gravas y arenas.

- Estructura

Constituye este grupo la terraza baja aluvial o llanura de inundación de los ríos más importantes de la región. Los lechos de gravas y arenas presentan una distribución irregular, como corresponde a 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 con bastante continuidad.

Este grupo alcanza mayor entidad en los valles de los ríos Brullés, Odra, Riofresno y Pisuerga.

La potencia de estos depósitos puede oscilar entre 1 y 5 m.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Permeabilidad baja. El drenaje, efectuado por percolación natural, se considera desfavorable por el hecho de que la rápida evacuación de los aportes hídricos superficiales se ve muchas veces dificultada por la existencia en profundidad de niveles freáticos o lechos impermeables, factores que evitan o interfieren en su normal saneamiento. Escorrentía poco activa.

- Problemas geomorfológicos: Los derivados de la dinámica fluvial. Existen puntos donde pueden producirse socavaciones.
- Capacidad portante: Oscila de media a baja, siendo previsible que puedan producirse asientos diferenciales cuando la potencia de los depósitos sea pequeña y el bulbo de presiones afecte al substrato arcilloso mioceno, interfiriendo de forma negativa el previsible horizonte freático creado entre la terraza y el substrato.
- Ripabilidad/Excavabilidad: Estos materiales se consideran excavables por medios mecánicos normales.
- Empleo: El conjunto de los materiales de este grupo puede considerarse como adecuado o tolerable para préstamos, y sólo parcialmente dichos materiales constituyen yacimientos granulares. Los aluviales del río Pisuerga son en los que aparecen, con mayor frecuencia e importancia, lechos detríticos gruesos.

ALUVIAL-COLUVIAL, (AC)

- Litología

Este grupo litológico está constituido por materiales limo-arenosos y arcillosos, junto con gravas y gravillas poligénicas bastante redondeadas, dispersas o dispuestas en lechos discontinuos. Posee una compacidad y dureza muy bajas.

- Estructura

Estos materiales suelen estar ubicados en los cursos de arroyos y riveras, y vaguadas de fondo muy amplio y llano, donde los aportes de tipo coluvial se ven tímidamente retrabajados por una incipiente acción aluvial. La potencia de este grupo litológico está comprendida entre 0,5 y 3 m.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Permeabilidad baja. El drenaje, efectuado por percolación natural, se considera desfavorable por el hecho de que la rápida evacuación de los aportes hídricos superficiales se ve muchas veces dificultada por la existencia en profundidad de niveles freáticos o lechos impermeables, factores que evitan o interfieren en su normal saneamiento. Escorrentía poco activa.

- Problemas geomorfológicos: Este grupo delimita áreas potenciales de actividad hidrodinámica.
- Capacidad portante: Se estima en principio baja a muy baja.
- Ripabilidad/Excavabilidad: Estos materiales se consideran excavables por medios mecánicos normales.
- Empleo: En general, no son utilizables como préstamos.

TERRAZAS FLUVIALES, (T)

- Litología

Son depósitos aluviales formados por gravas redondeadas poligénicas, principalmente silíceas, y arenas, con una matriz limosa o limo-arcillosa. En menor proporción existen lechos de arenas y limos más o menos arenosos.

- Estructura

Depósitos lenticulares con potencias variables, de 1 a 6 m, y disposición subhorizontal. Poseen estructuras típicas de canales rellenos por gravas y arenas, y, aquellas mejor conservadas, están recubiertas por limos y arenas de llanura de inundación. El tamaño medio de los clastos es de grava media, con predominio de tamaños comprendidos entre 2 y 4 cm, y es muy frecuente el menor de 2 cm.

Las terrazas que alcanzan un mayor desarrollo son las del valle del río Pisuerga, en su curso medio, donde existen hasta nueve niveles escalonados por encima de la llanura de inundación.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Alta. Escorrentía superficial poco activa.
- Problemas geomorfológicos: Pendientes naturales subhorizontales y estables, salvo en aquellas zonas próximas a los bordes que forman escarpes.
- Taludes artificiales observados:

Pendientes: Taludes bajos (< 2 m) de 60°.

Problemas: Erosiones superficiales y caídas de gravas.

- Taludes recomendados: Se podrán adoptar pendientes en torno a los 45°. La existencia de niveles freáticos en el contacto con el substrato mioceno impermeable, puede dar lugar a problemas de inestabilidad en los taludes de excavación cuando este grupo se quede colgado en la cabecera del desmonte. En tales circunstancias deben cuidarse las medidas de drenaje, tender los taludes a pendientes iguales o inferiores a 30°, o diseñar posibles medidas de contención.
- Capacidad portante: Moderada, con posibilidad de que puedan darse asientos diferenciales cuando la potencia de la terraza es tal que el bulbo de presiones no llega al substrato arcilloso mioceno; o cuando llegando a él, la existencia de un posible nivel freático en el contacto terraza-substrato, interfiera negativamente en la capacidad soporte del terreno.
- Ripabilidad/Excavabilidad: Son excavables con medios mecánicos normales.
- Empleo: Suelen constituir yacimientos granulares de reducidas dimensiones, algunos de ellos aprovechados en obras locales. En el caso de las terrazas del río Pisuerga, la importancia de los yacimientos es ya considerable.

CONOS DE DEYECCIÓN, (D)

- Litología

Arcillas y limos con arenas y gravas de naturaleza poligénica, abundando las angulosas y poco rodadas, de origen calcáreo.

- Estructura

Son depósitos lenticulares de tipo abanico aluvial, que se encuentran sobre la terraza baja aluvial de los principales valles, en la desembocadura de pequeños arroyos. Su potencia puede oscilar entre 1 y 6 m.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Moderada o baja permeabilidad. Escorrentía superficial poco activa.
- Problemas geomorfológicos: Forman pendientes muy tendidas y, en general, estables o con ligeros signos de reptación.

- Taludes artificiales observados: No se han observado.
- Taludes recomendados: No deben superar pendientes mayores de 45°.
- Capacidad portante: Moderada a baja.
- Ripabilidad/Excavabilidad: Son materiales excavables.
- Empleo: Se estiman inadecuados a tolerables para su utilización como préstamos.

GLACIS, (G)

- Litología

Este grupo está formado por gravas y gravillas poligénicas, en las que abundan los cantos rodados silíceos, con matriz compuesta por arenas, limos y arcillas. En general, son materiales heredados de las terrazas y niveles de raña próximos.

- Estructura

Son depósitos de ladera con pendientes relativamente suaves, que, a veces, adquieren una estructura de terraza, conformando la superficie culminante de cerros.

Adquieren un mayor desarrollo en el curso medio del valle de río Pisuerga. Hoja de Herrera.

La potencia de estos depósitos oscila entre 1 y 4 m, como valores más probables.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Moderada a alta. La escorrentía superficial es poco activa, y a veces se ve dificultada por la existencia en superficie de un suelo arcilloso. En ocasiones llegan a producirse fenómenos de endorreísmo, con formación de charcas o navas más o menos permanentes.
- Problemas geomorfológicos: Laderas con pendientes muy tendidas y estables.

- Taludes artificiales observados:

Pendientes: Taludes bajos (< 2 m) con pendientes de 45°.

Problemas: Erosiones superficiales y caída de gravas.

- Taludes recomendados: Se podrán adoptar pendientes en torno a los 45°. La existencia de niveles freáticos en el contacto con el substrato mioceno impermeable, puede dar lugar a problemas de inestabilidad en los taludes de excavación, cuando este grupo se quede colgado en la cabecera del desmonte. En tales circunstancias deben cuidarse las medidas de drenaje, tender los taludes a pendientes iguales o inferiores a 30°, o diseñar posibles medidas de contención.
- Capacidad portante: Moderada a baja. Con espesores reducidos, cabe la posibilidad de que el horizonte freático que pueda existir en el contacto de estos materiales con el substrato mioceno impermeable, llegue a provocar asientos diferenciales.
- Ripabilidad/Excavabilidad: Excavable con medios mecánicos normales.
- Empleo: Son materiales adecuados o tolerables como préstamos, y sólo parcialmente pueden constituir yacimientos granulares.

COLUVIAL, (C)

- Litología

La composición de este grupo litológico varía en función de la composición de su área fuente. En general son arcillas y limos arenosos con gravas y bloques, generalmente abundantes, de naturaleza variable.

- Estructura

Son depósitos de gravedad, y por tanto se disponen al pie de las laderas, constituyendo bandas alargadas paralelas a las mismas.

Interiormente poseen una estructura masiva y son poco cohesivos. Su potencia es muy irregular, pero oscila entre 0,5 m y 2,5 m.

- Geotecnia
 - Permeabilidad: Baja, por infiltración.
 - Problemas geomorfológicos: Pendientes naturales de hasta 35°. Son frecuentes los suelos que presentan signos de reptación.
 - Taludes artificiales observados:
 - Pendientes: 50°-60° en taludes bajos.
 - Problemas: Suelen ser bastante inestables y sufren una degradación apreciable.
 - Taludes recomendados: No deberán superar pendientes de 40° en el caso de que sólo se afecte a los propios materiales del coluvión; si estos quedasen colgados en el talud, la pendiente de los mismos no debería sobrepasar los 30°.
 - Capacidad portante: Se estima en principio baja a muy baja.
 - Ripabilidad/Excavabilidad: Estos materiales se consideran excavables por medios mecánicos normales.
 - Empleo: Varían de inadecuados a tolerables como material de préstamo.

TRAVERTINOS Y TOBAS, (Q)

- Litología
 - Travertinos y tobas calcáreas de origen fluvial, y algunos niveles de limos blancos.
- Estructura
 - Afloramientos muy localizados y de escasa representación real. Potencia de 3 a 4 m.
- Geotecnia
 - Permeabilidad: Alta.
 - Problemas geomorfológicos: No manifiestan signos de inestabilidad.

- Taludes artificiales observados: No se observan.
- Taludes recomendados: Pendientes de hasta 75°.
- Capacidad portante: Moderada.
- Ripabilidad/Excavabilidad: Ripable.
- Empleo: Util como material de relleno, en terraplenes.

GRAVAS SILÍCEAS Y ARENAS (Raña), (322)

Este grupo se describe en la Zona 3 (pág. 128).

CONGLOMERADOS POLIGÉNICOS, ARENISCAS Y LUTITAS ROJAS, (321a).

- Litología

Son conglomerados y areniscas, con intercalaciones de lutitas más o menos arenosas. La litología de los cantos es esencialmente calcárea, con diámetros de 3 a 20 cm, matriz silíceo y cemento calcáreo.



FOTO N° 11. Aspecto que presentan los conglomerados que integran el grupo litológico 321a.

El grado de cementación es muy variable, y en un mismo nivel se puede pasar de un sector cementado a otro suelto, siendo en general débil.

Este grupo está relacionado estratigráficamente con el grupo 300a, del cual se han diferenciado los términos clásticos que alcanzan entidad cartográfica como grupo 321a.



FOTO Nº 12. P.K. 89+000 de la carretera N-611. En el talud afloran los conglomerados del grupo 321a sobre los fangos del grupo 300a. Existe un acuífero colgado cuyas aguas fluyen por el contacto entre ambas formaciones.

La edad de estos materiales es Aragoniense Superior (Astaraciense).

- Estructura

Se dispone en estratos horizontales con morfología de cuerpos canalizados intercalados en la formación detrítica de Facies Tierra de Campos y Grijalba-Villadiego (Grupo litológico 300a). Conforman replanos estructurales.

Corresponden a depósitos de ápice y orla proximal de abanico fluvial. Su potencia media es métrica (1 a 3 m) a decamétrica, con un máximo de 40 m.

Alcanzan un mayor desarrollo en el cuadrante nororiental de la Hoja de Herrera de Pisuerga.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Son materiales permeables, con buen drenaje superficial por percolación. El agua de escorrentía que se infiltra a través de estos depósitos, circula a través de ellos por la superficie de contacto con las lutitas de las facies Tierra de Campos y Grijalba-Villadiego que los engloba, generalmente impermeables. Este agua aflora a media ladera y sobre los taludes de los desmontes, favoreciendo los procesos de inestabilidad.
- Problemas geomorfológicos: Dan lugar a replanos estructurales de donde pueden llegar a desprenderse algunos bloques por erosión diferencial.
- Taludes artificiales observados:

Pendientes: Taludes bajos y medios (4 a 8 m) con pendientes de 45° a 50°.

Problemas: La erosión diferencial, que actúa sobre niveles de lutitas, más deleznales, puede dar lugar a desprendimientos de bloques, o deslizamientos en aquellos términos groseros menos cementados. En general, se producen desprendimientos y caídas de gravas por meteorización de la matriz que, en algún caso, ha llevado a la necesidad de colocar mallas de guiado.

- Taludes recomendados: Se recomiendan inclinaciones de unos 50° en taludes medios, y diseño de cunetas para recoger materiales desprendidos al pie de los mismos.
- Capacidad portante: Dependerá de la potencia de estos niveles y del grado de cementación de los mismos. En general se considera moderada.
- Ripabilidad/Excavabilidad: La mayor parte del grupo se considera ripable, salvo niveles de mayor potencia que excepcionalmente se presenten muy cementados.

- Empleo: Los niveles de arenas y conglomerados poco o nada cementados son útiles como préstamos, existiendo aprovechamientos locales reducidos, generalmente intermitentes, como fuente de áridos.

CALICHES Y CALIZAS, (321d)

- Litología

Caliches y calizas de color crema, dispuestas en bancos de 10 a 25 cm, separados entre sí por finas capas de margas blancas. Las calizas suelen ser micríticas, más o menos oquerosas.



FOTO N° 13. Detalle de las calizas que conforman el grupo 321d

La edad de estos materiales es Aragoniense.

- Estructura

Su disposición es horizontal y se intercalan a varios niveles dentro de los grupos 300a y 321h, donde dan lugar a resaltes estructurales. Son de potencia métrica.

Se localizan principalmente en la Hoja de Villadiego, próximos al límite septentrional de la Cuenca del Duero.



FOTO N° 14. *Aspecto que presentan los bancos calcáreos del grupo 321d, interestratificados en la formación de fangos del grupo 300a, en las cercanías de la localidad Sandoval de la Reina.*

- Geotecnia

- Permeabilidad: Los materiales que constituyen el grupo son de naturaleza impermeable; no obstante, los niveles calizos presentan permeabilidad por fisuración y karstificación. La escorrentía superficial es poco activa.
- Problemas geomorfológicos: No se observa una problemática reseñable en este grupo.
- Taludes artificiales observados:

Pendientes: Solamente se observan taludes muy bajos (< 2 m) con pendientes de 45° a 65°.

Problemas: No están afectados por una problemática especial.

- Taludes recomendados: Taludes bajos de 65°.
- Capacidad portante: Posee una capacidad de soporte moderada y alta.
- Ripabilidad/Excavabilidad: El grupo es ripable por medios mecánicos normales.
- Empleo: Útil como material de relleno, en terraplenes.

MARGAS, (321h)

Este grupo se describe en la Zona 1 (pág. 56), ya que en ella adquiere un desarrollo más importante.

CONGLOMERADOS Y ARENISCAS CUARCÍTICOS, (311)

- Litología

Conglomerados cuarcíticos con gravas de 2 a 3 cm, arcillas rojas y niveles arenosos cementados.

La edad de estos materiales es Plioceno, y representan la transición al terciario de los depósitos finicretácicos.

- Estructura

Afloramientos discontinuos en estrechas bandas. Su espesor es de 10 a 20 m.

Únicamente se han reconocido en el cuadrante suroriental de la Hoja de Prádanos de Ojeda.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Son materiales permeables con un moderado drenaje superficial por percolación donde la cementación es débil.
- Problemas geomorfológicos: No se observan signos importantes de inestabilidad.

- Taludes artificiales observados: Dado la reducida extensión de estos afloramientos, no se han observado desmontes sobre estos materiales.
- Taludes recomendados: En taludes medios se recomiendan inclinaciones de unos 45° para materiales débilmente cementados, y hasta 75° cuando la cementación es buena. Adicionalmente se recomienda el diseño de cunetas para recoger materiales desprendidos al pie de los taludes.
- Capacidad portante: En general se considera moderada.
- Ripabilidad/Excavabilidad: La mayor parte del grupo se considera ripable, salvo niveles que excepcionalmente se presentan muy cementados.
- Empleo: Útil como material de relleno, en terraplenes.

LUTITAS, ARENAS Y GRAVAS, (300a)

- Litología

Este grupo corresponde principalmente a las facies denominadas Tierra de Campos, Grijalba-Villadiego y Santa María del Campo; y está constituido por limos y arcillas rojos, pardos y verdosos, que imprimen una tonalidad rojiza característica al paisaje, niveles arenosos de grano medio-fino, e intercalan conglomerados poligénicos (paleocanales) aunque con una proporción bastante alta de cantos de cuarzo y cuarcita redondeados, irregularmente cementados. En la base de esta unidad pueden aparecer niveles de margas blanquecinas.

Las lutitas, de color rojo y aspecto masivo, pueden incluir ocasionalmente algunas capas de arenas finas de espesores centimétricos y aspecto tabular.

Es frecuente que los niveles arcillosos manifiesten un proceso de carbonatación importante, con estructuras típicas de arcillas almendradas. Existen, asimismo, algunas intercalaciones de horizontes calcáreos correspondientes a suelos calcimorfos.

Las arenas, más o menos cementadas, se organizan en cuerpos de escala métrica, y por lo general se encuentran con una base muy neta y tendida. Son de aspecto masivo y su color por lo general también es rojo, aunque a veces presentan tonalidades amarillentas.



FOTO N° 15. Desmonte en los fangos de la Facies Grijalba-Villadiego (Grupo 300a) situado en el P.K. 69+800 de la carretera N-611. En los taludes se observan erosiones y deslizamientos superficiales por alteración de los fangos, debida a las aguas de escorrentía y a las que afloran por el talud a favor de los paleocanales arenosos.

Este amplio grupo experimenta cambios laterales de facies importantes, de modo que cada uno de los términos que integran el grupo pasan lateralmente de unos a otros, a la vez que todo el conjunto puede tender al predominio de algunos términos o a la desaparición de otros.

- Estructura

Los materiales de este grupo están dispuestos subhorizontalmente, y se estructuran sedimentariamente en lechos lenticulares. En ellos no se han observado estructuras tectónicas reseñables.

Los niveles conglomeráticos dan lugar a resaltes estructurales que destacan de la morfología alomada generada en las lutitas, y adquieren cierta entidad en los cuadrantes de la Hoja de Herrera de Pisuerga, especialmente en las cercanías del relieve mesozoico que conforma la Zona 2; en este caso han sido diferenciados en la cartografía como grupo 321a.

El espesor observado del grupo fluctúa entre unos pocos metros (8 m) y 25 a 45 m.

Estos materiales están muy extendidos en el área comprendida en la Zona 1 del Estudio; se localizan en la mitad sur-oriental de la Cuenca del Duero, al este del río Pisuerga, aflorando con mayor extensión en las Hojas de Villadiego y Herrera de Pisuerga.

- Geotecnia

- Permeabilidad: En conjunto, este grupo litológico puede considerarse muy poco permeable; no obstante, se localizan acuíferos multicapa en lentejones de arenas y gravas distribuidos aleatoriamente en una matriz arcillo-limosa de carácter poco permeable. Consecuencia de ello son las frecuentes surgencias de agua que se observan.

En cuanto a la escorrentía superficial, esta es moderada o poco activa en la mayor parte del territorio dominado por estos terrenos, debido a la suave morfología que sobre ellos se desarrolla. En ocasiones, en zonas muy tendidas, con cierto grado de endorreísmo, las condiciones de drenaje superficial se hacen muy deficientes; lo que, unido a la baja permeabilidad de estos materiales, origina problemas de asentamiento en las carreteras.

En otros casos donde estos materiales ocupan zonas de ladera, la pendiente de las mismas facilita una escorrentía más activa.

- Problemas geomorfológicos: Salvo los ya comentados con referencia a su carácter endorreico, no se han observado problemas importantes en cuanto su estabilidad natural. Solamente se han localizado fenómenos de acarcavamiento y algunos problemas de estabilidad en estos materiales cuando se sitúan a media ladera en áreas de fuerte pendiente, en donde la incidencia de la erosión es mayor; o bien cuando se sitúan sobre materiales margosos y margoyesíferos, que se ven inestabilizados por la acción de las aguas que aportan los acuíferos colgados en este grupo litológico.
- Taludes artificiales observados:

Pendientes: Las pendientes observadas en taludes de alturas bajas y medias no sobrepasan los 45°. En taludes medios se diseña una berma de 4 m a media altura.

Problemas: El carácter lábil de estos materiales, unido a la presencia de niveles freáticos colgados, hace que los taludes se vean fácilmente erosionados y con formación de deslizamientos superficiales.



FOTO N° 16. Encharcamiento sobre los fangos del grupo 300a al quedar cegada una vaguada por el terraplén de la carretera autonómica P-232, en el P.K. 2+200, y carecer ésta de obra de drenaje transversal.

- Taludes recomendados: En taludes de alturas bajas y medias, en ausencia de estratos duros (areniscas y conglomerados cementados), se deberá adoptar la máxima pendiente que admita este tipo de materiales (unos 45°), para evitar en lo posible su degradación por erosión, con diseño de bermas intermedias a partir de los 8 m de altura. Si existe agua en el talud, las pendientes de excavación no deben superar normalmente los 35°. Podrán excavarse taludes con pendientes más fuertes, entre 45° y 60°, en aquellas áreas en las cuales dominen los elementos detríticos consolidados.

Es importante prever la construcción de una amplia cuneta que pueda recoger derrubios y posibles masas deslizadas, así como cuidar el correcto drenaje de los taludes y de la plataforma, dado el carácter poco permeable del grupo, la deficiente escorrentía superficial y la posible presencia de acuíferos colgados que pudieran interferir en la estabilidad de la carretera. Adicionalmente es muy recomendable proteger de la erosión a los taludes, mediante la creación de un manto vegetal sobre los mismos.



FOTO N° 17. P.K. 69+900 de la carretera N-611, donde afloran fangos y arenas del grupo 300a. Fuerte acarcavamiento del talud producido por el agua que aporta la cuneta de la antigua carretera, situada a un nivel superior, y cuyo drenaje se ha descuidado. Esta erosión origina el arrastre de tierras y el consiguiente anegamiento de cuneta actual.

- Capacidad portante: Se considera moderada, con posibilidad de que puedan presentarse asentamientos diferenciales. En áreas de media ladera y con fuertes pendientes, debe estudiarse muy detenidamente el estado de estabilidad natural de las mismas, dada la existencia, en ciertos sectores, de procesos de inestabilidad que rebajan de manera importante la calidad del terreno. Por otra parte, pueden presentarse problemas relacionados con la presencia de arcillas expansivas.
- Ripabilidad/Excavabilidad: Este grupo será excavable con medios mecánicos normales en su práctica totalidad; tan sólo aquellos niveles conglomeráticos de cierta entidad que se presentan total o parcialmente cementados serán considerados como ripables.
- Empleo: Materiales útiles como préstamos. Los niveles de arenas y conglomerados son fuentes de áridos, y existen aprovechamientos locales reducidos, generalmente intermitentes.



FOTO Nº 18. Deslizamiento de tierras en un talud situado en el P.K. 63+600 de la carretera comarcal C-627, entre Sotovellanos y Herrera de Pisuerga. El deslizamiento afecta a los fangos de la formación 300a, cuyas condiciones de estabilidad se han visto degradadas por la presencia de un horizonte freático en la base del desmonte, a favor de un paleocanal arenoso.

MARGAS, MARGOCALIZAS, CALIZAS, LUTITAS Y ARENISCAS, (300b)

- Litología

Arcillas margosas de tonalidad anaranjada, margas blancas, margocalizas y calizas de aspecto noduloso, en paquetes de espesores comprendidos entre 50 cm y 6 m. Se intercalan lutitas rojas y niveles de areniscas y conglomerados arenosos.

Este grupo está relacionado estratigráficamente con los grupos 300a y 321a, y corresponde a depósitos de facies charcustre-palustre.

A los materiales de este grupo se les asigna una edad comprendida entre el Oligoceno y Mioceno.



FOTO N° 19. Desmorte en los fangos de la Facies Grijalba-Villadiego (Grupo 300a) situado en el P.K. 72+000 de la carretera N-611. Los taludes alcanzan alturas de hasta 15 m y pendientes de 45°.



FOTO N° 20. Aspecto que presentan las arcillas margosas del grupo 300b.

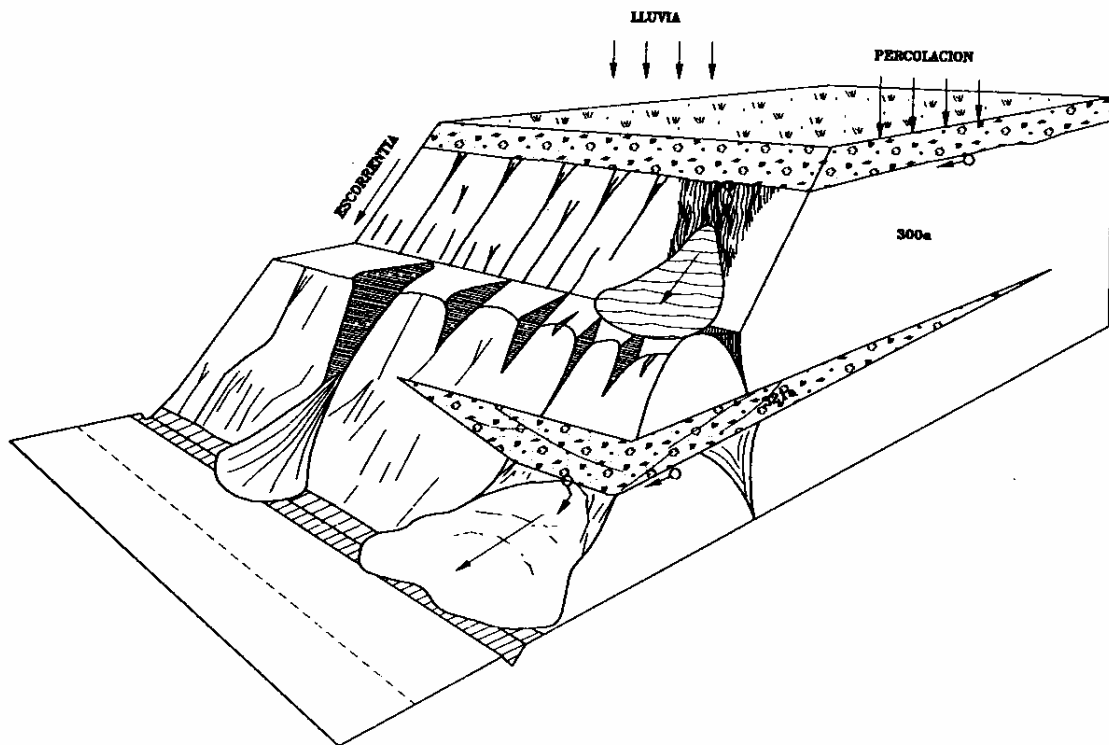


Fig. 18: Tanto el agua de escorrentía como la presencia de nivel freáticos colgados, bien en los recubrimientos cuaternarios (terrazas y glaciales), o bien en los lechos lenticulares de arenas y conglomerados (Grupo litológico 321a), hacen que los taludes se vean fácilmente erosionados, con formación de fuertes acarcavamientos y deslizamientos superficiales que afectan a los limos y arcillas del grupo litológico 300a

- Estructura

Se disponen en estratos horizontales y afloran principalmente en el cuadrante nororiental de la Hoja de Herrera de Pisuegra.

La potencia de este grupo es muy variable, con máximos comprendidos entre 20 y 40 m.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Se trata de un grupo constituido por materiales impermeables, entre los cuales se intercalan algunos niveles calcáreos permeables por fisuración y karstificación, así como areniscas permeables por porosidad intergranular. A favor de estos niveles pueden formarse pequeños horizontes freáticos. La escorrentía superficial es muy activa.
- Problemas geomorfológicos: Sobre estos materiales se observan algunos procesos de inestabilidad en laderas; generalmente se trata de deslizamientos superficiales de escasa entidad, que la mayor parte de las veces sólo afecta a los recubrimientos coluvio-eluviales.

La escorrentía superficial origina, en algunos puntos de las laderas, importantes procesos de erosión y acarcavamientos.

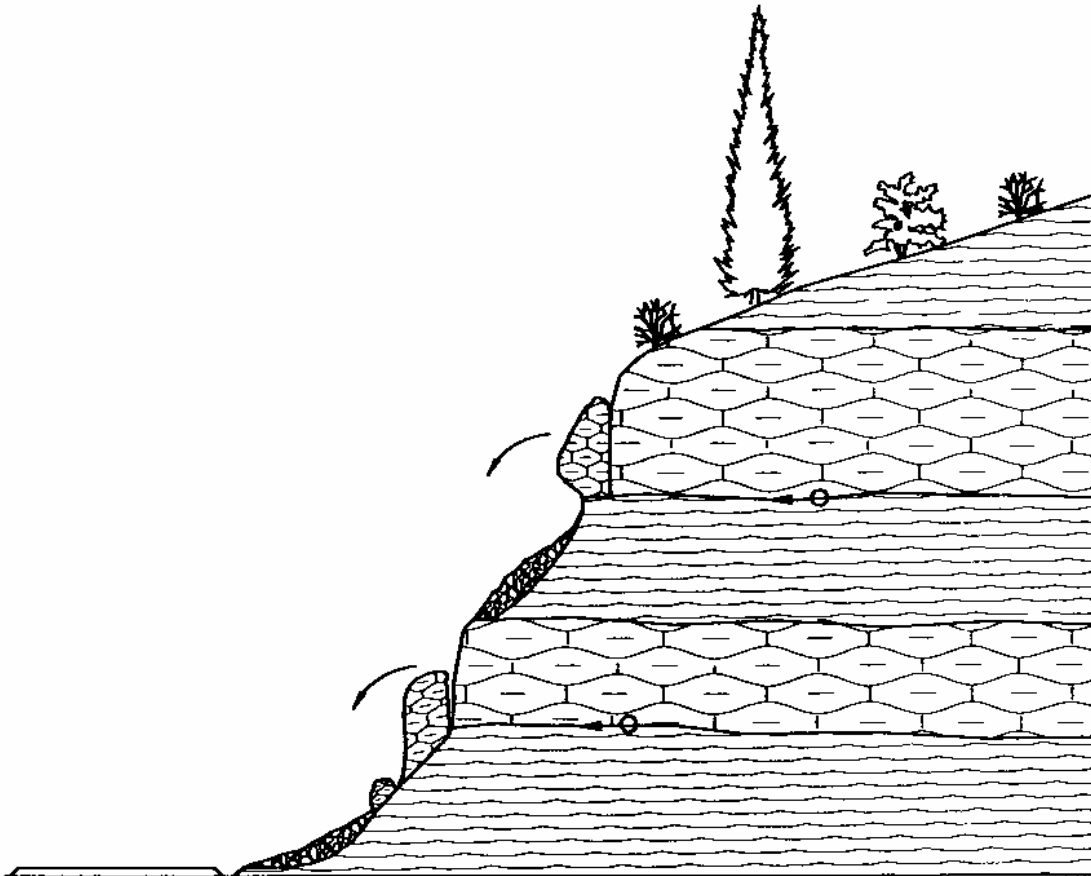


Fig. 19: Grupo litológico 300b. La erosión diferencial sobre los niveles de arcillas margosas, más débiles, provoca el descalce y posterior desprendimiento de bloques de los niveles margocalizos, más competentes

- Taludes artificiales observados:

Pendientes: En taludes medios (10-12 m) 65° y 4 m de ancho de cuneta.

Problemas: La intensa meteorización que padecen estos materiales una vez expuestos a la acción de la intemperie, hace que sobre los taludes se manifiesten erosiones y deslizamientos superficiales. La erosión diferencial sobre niveles más lábiles induce el desprendimiento de bloques de aquellos niveles más competentes.



FOTO N° 21. Desmante practicado en arcillas margosas y fangos con paleosuelos carbonatados perteneciente al grupo 300b. Sobre el talud se muestran fuertes erosiones, que originan arrastres de tierras caída de bloques por erosión diferencial. Estas inestabilidades han progresado por la ladera y en la actualidad se observan grietas y asentamientos por deslizamiento en puntos muy altos de la misma.

- Taludes recomendados: 45° para taludes medios. Es importante prever la construcción de una amplia cuneta que pueda recoger derrubios y posibles masas deslizadas, así como cuidar el correcto drenaje de los taludes y de la plataforma, dado el carácter poco permeable del grupo. Adicionalmente es muy recomendable proteger de la erosión a los taludes, mediante la creación de un manto vegetal sobre los mismos.
- Capacidad portante: Se considera moderada, con posibilidad de que puedan presentarse asientos diferenciales. En áreas de media ladera y con fuertes pendientes, debe estudiarse muy detenidamente el estado de estabilidad natural de las mismas, dada la existencia, en ciertos sectores, de procesos de inestabilidad que rebajan de manera importante la calidad del terreno.
- Ripabilidad/Excavabilidad: El grupo es excavable con medios mecánicos normales, a excepción de algunos niveles de calizas, conglomerados y areniscas, que pueden presentarse intercalados, y que, en general, serán ripables. Tan sólo algún nivel calizo de espesor métrico podrá ser no ripable.
- Empleo: Varían de inadecuados a tolerables, como material de relleno, en terraplenes.

BRECHAS Y CONGLOMERADOS CALCAREOS Y ARCILLAS ROJAS, (300c)

- Litología

Corresponden a la Facies Alar del Rey. Se trata de un conjunto de conglomerados con cantos de caliza (70 %), cuarzo y cuarcita englobados en una matriz arenosa muy mal clasificada, organizados en bancos de 1 a 3 m. Hay capas de arenisca, arcillas y margas. En la serie predominan los conglomerados calcáreos subredondados, de cantos decimétricos (10 a 20 cm de longitud máxima, habiendo algunos que superan los 50 cm). También hay tramos de arcillas con niveles de nódulos calcáreos de origen pedogenético. Constituyen afloramientos de característico color rojo intenso.



FOTO N° 22. Aspecto de los conglomerados calcáreos que integran el grupo litológico 300c.

- Estructura

Se organizan en secuencias granodecrecientes y estratocrecientes. Representan abanicos aluviales de desarrollo local hacia el sur y procedencia del Mesozoico. Generalmente están situados adosados a los materiales mesozoicos, discordantes sobre ellos. Se muestran moderadamente plegados (se han medido direcciones 120/35) y fracturados. La potencia de la serie no se puede conocer con precisión, dado el carácter de discordancia progresiva para su base, y que su techo puede estar erosionado. Cabe suponer, no obstante, que alcanzarán un gran espesor hacia el Sur, en el subsuelo, y que los niveles arcillosos se harán predominantes en esa dirección, conforme se produzca un alejamiento del área madre mesozoica. Se ha observado un espesor máximo de hasta 76 m.



FOTO N° 23. Ladera en la que afloran los conglomerados calcáreos del grupo 300c, adosados al borde mesozoico y dispuestos con un suave buzamiento hacia el interior de la Cuenca del Duero.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Son materiales moderadamente permeables, con drenaje superficial por percolación donde la cementación es débil, y por karstificación en los tramos bien cementados.
- Problemas geomorfológicos: Su erosión origina pequeñas cárcavas.
- Taludes artificiales observados:

Pendientes: En taludes medios (17 m) se han adoptado pendientes de 45° cuando la cementación es débil, y de 80° (10-12 m) cuando esta es buena.

Problemas: Se producen desprendimientos y caídas de gravas por meteorización de la matriz que, en algún caso, ha llevado a la necesidad de colocar barreras de contención en taludes ferroviarios. La fracturación inducida por voladura en aquellos desmontes practicados en áreas bien cementadas, da lugar a caídas de bloques.

- Taludes recomendados: Se recomiendan inclinaciones de unos 45° en taludes medios con grados de cementación bajos, y diseño de cunetas, para recoger materiales desprendidos, al pie de los mismos. Cuando la cementación es buena, se pueden diseñar taludes medios con una pendiente de hasta 80°.



FOTO Nº 24. Desmonte del ferrocarril Palencia-Santander, en el P.K. 380+400, practicado en los conglomerados calcáreos del grupo 300c. La débil cementación que presentan estos materiales, en este punto, ha favorecido la acción de los procesos erosivos que provocan arrastres de tierras y caídas de bloques y gravas. Por ello ha sido necesario la construcción de un muro de contención de hormigón recrecido con una barrera metálica, para evitar que los arrastres inunden la plataforma.



FOTO N° 25. P.K. 93+000 de la carretera N-611. Desmonte practicado mediante voladuras, en la formación de conglomerados calcáreos del grupo 300c, fuertemente cementados. En el talud se observan planos de fractura y conductos kársticos, que individualizan bloques que pueden verse inestabilizados.

- Capacidad portante: Dependerá del grado de cementación de los mismos. En general se considera moderada para aquellas zonas de cementación débil, y alta cuando el grado de cementación es bueno.
- Ripabilidad/Excavabilidad: Dependiendo del grado de cementación, una parte del grupo se considera ripable, mientras que otra no lo será. El porcentaje de cada una es muy variable.
- Empleo: Los niveles de conglomerados poco o nada cementados son útiles como préstamos, e incluso como fuente de áridos.



FOTO N° 26. *Deslizamiento del talud situado en la carretera local de Villamartín de Villadiego a Amaya. En este punto afloran arcillas y conglomerados del grupo 300c.*

3.3.5. Grupos geotécnicos

Las formaciones geológicas individualizadas en el apartado anterior como grupos litológicos, se agrupan según ciertas características geotécnicas comunes. A estas agrupaciones se les denomina en este Estudio "grupos geotécnicos", y en la Zona 2 son las siguientes:

- Grupo geotécnico G1

Aluviones actuales del cauce de los ríos y arroyos de la Zona 2. Son gravas y arenas de naturaleza poligénica, dominando el carácter silíceo, y limos abundantes. Problemas de dinámica fluvial. Capacidad portante baja. Depósitos adecuados o tolerables para préstamos.

El grupo geotécnico G1 está constituido por el grupo litológico A.

- Grupo geotécnico G2

Terraza baja aluvial o llanura de inundación. Son limos más o menos arenosos, con gravas y arenas silíceas que constituyen lechos importantes y discontinuos. Drenaje natural desfavorable y problemas locales de socavación. Capacidad portante de media a baja. Posibles asientos diferenciales. Materiales parcialmente adecuados o tolerables como préstamos.

El grupo geotécnico G2 está constituido por el grupo litológico A1.

- Grupo geotécnico G3

Terrazas, glaciares y rañas. Materiales detríticos constituidos mayoritariamente por gravas y arenas de naturaleza silícea y, en menor proporción, calcárea. Formaciones permeables, sin problemas importantes en taludes naturales o de excavación, dadas las potencias normales de estos depósitos. En el caso de taludes importantes en que estos materiales queden colgados en la coronación de los mismos, se pueden originar problemas de estabilidad relacionados con la posible presencia de niveles freáticos colgados en el contacto de estos con el substrato, generalmente impermeable. La capacidad portante debe considerarse moderada en principio, y prever la posibilidad de que el horizonte freático que pueda existir en el contacto de estos materiales con el substrato impermeable llegue a provocar asientos diferenciales. Materiales adecuados o tolerables como préstamos, y localmente pueden constituir yacimientos granulares.

El grupo geotécnico G3 está constituido por los grupos litológicos T, G y 322.

- Grupo geotécnico G4

Coluvio-aluviales de arroyos y vaguadas de la Zona 2. Son limos y arcillas generalmente arenosos, con gravas y gravillas dispersas de naturaleza silícea. Materiales con permeabilidad baja y drenaje natural desfavorable, capacidad de soporte baja a muy baja, y no utilizables como préstamos.

Constituyen este grupo geotécnico el grupo litológico AC.

- Grupo geotécnico G5

Coluviales y conos de deyección asociados a las laderas y vaguadas de la Zona 2. Son limos y arcillas arenosos con gravas poligénicas. Materiales con permeabilidad

y capacidad de carga bajas, e inmersos con bastante frecuencia en procesos de inestabilidad. Se consideran parcialmente útiles como préstamos.

Este grupo geotécnico está constituido por los grupos litológicos C y D.

- Grupo geotécnico G8

Alternancias de caliches, calizas y margas, limos y travertinos. Las margas son impermeables y los niveles calcáreos son permeables. A favor de estos últimos pueden constituirse pequeños horizontes freáticos que comportan efectos negativos en la estabilidad natural de las laderas. Los desmontes admiten pendientes de 35° a 40° en los tramos con predominio de margas, y hasta 75° en los materiales calizos. Poseen una capacidad de soporte moderada y alta. Son ripables y no se consideran útiles como préstamos.

Pertenecen a este grupo geotécnico los grupos litológicos 321d, 321h y Q.

- Grupo geotécnico G10

Constituido por limos y arcillas rojos y pardos con niveles arenosos, y paleocanales de arenisca y conglomerados. Muy poco permeable en conjunto, con acuíferos multicapa en los lentejones de arena y gravas, y escorrentía superficial poco activa. Taludes generalmente estables, con problemas localizados de rotura gravitacional y erosión lineal (cárcavas). Surgencias frecuentes de aguas freáticas. Los taludes de excavación en ausencia de estratos duros (areniscas y conglomerados cementados) no deben superar normalmente los 45°, o 35° si existe agua en el talud. Podrán excavarse taludes con pendientes más fuertes, entre 45° y 60°, en aquellas áreas en las cuales dominen los elementos detríticos consolidados. No obstante, los problemas de erosión diferencial y la interferencia de las aguas colgadas podrán provocar una degradación relativamente rápida. Un drenaje efectivo de las aguas de escorrentía y, muy especialmente, de las existentes en freáticos libres cercanos a la carretera, es condición esencial para obtener una capacidad soporte media aceptable. Pueden presentarse problemas relacionados con la presencia de arcillas expansivas. Materiales excavables a ripables. Los niveles de arenas y conglomerados son fuentes de áridos, y existen aprovechamientos locales reducidos, generalmente intermitentes.

Pertenecen a este grupo geotécnico los grupos litológicos 300a y 321a.

- Grupo geotécnico G11

Son conglomerados con cantos principalmente de caliza, englobados en una matriz arenosa, y capas de arenisca, arcillas y margas. Son materiales moderadamente permeables, con drenaje por percolación donde la cementación es débil, y por karsificación en los tramos bien cementados. No se manifiestan importantes signos de inestabilidad en las laderas donde afloran. En desmontes se pueden adoptar pendientes de 45° cuando la cementación es débil, y de 80° cuando ésta es buena. La capacidad portante se considera moderada para aquellas zonas de cementación débil, y alta cuando el grado de cementación es bueno. Únicamente será ripable en aquellos términos débilmente cementados. Localmente puede ser útil como material de préstamo.

Pertencen a este grupo geotécnico los grupos litológicos 311 y 300c.

- Grupo geotécnico G12

Arcillas margosas, margas, margocalizas y calizas con intercalaciones de lutitas rojas y niveles de areniscas y conglomerados arenosos. Se trata de un grupo constituido por materiales impermeables, entre los cuales se intercalan algunos niveles permeables a favor de los cuales pueden formarse pequeños horizontes freáticos. Sobre estos materiales se observan algunos procesos de inestabilidad en laderas e intensa meteorización en los taludes de excavación, con erosiones, deslizamientos superficiales y desprendimientos. Se recomiendan pendientes de 45° en los desmontes que se practiquen. La capacidad portante se considera moderada, con posibilidad de que puedan presentarse asientos diferenciales. El grupo es excavable a ripable. Estos materiales no se consideran útiles como material de préstamos.

Pertencen a este grupo geotécnico el grupo litológico 300b.

3.3.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona 2

La Zona 2 está constituida en su mayor parte por materiales terciarios, y los problemas que presenta son de naturaleza hidrológica, geomorfológica y litológica.

El agua ejerce un efecto negativo como consecuencia de una mala escorrentía superficial, dada la morfología de este área, de escasa o nula pendiente, y la presencia de terrenos de baja permeabilidad; y también, al constituir niveles freáticos muy próximos a la superficie. En ocasiones, en zonas muy tendidas, con cierto grado de endorreísmo, las

condiciones de drenaje superficial se hacen muy deficientes, lo que, unido a la baja permeabilidad de estos materiales, origina problemas de asentamiento en las carreteras.

La existencia de niveles freáticos, tanto en acuíferos multicapa en lentejones de arenas y gravas de las facies Tierra de Campos y Grijalba-Villadiego (grupo litológico 300a), como en el contacto entre los recubrimientos cuaternarios y el substrato mioceno impermeable, puede dar lugar a problemas de inestabilidad en las laderas y en los taludes de excavación, cuando este grupo se quede colgado en la cabecera del desmonte. Pueden originarse erosiones, deslizamientos superficiales y flujos de tierras si las pendientes son fuertes.

Otra problemática que se ha detectado en la Zona 2, está relacionada con la capacidad de carga y asientos diferenciales que pueden surgir como consecuencia de la existencia de niveles freáticos en cotas muy próximas a la superficie, pudiendo llegar a interferir sobre la plataforma de la carretera.

Los materiales cuaternarios son en general muy flojos. Su reducida potencia hará que los problemas geotécnicos que puedan plantearse en estas áreas, en relación a solicitudes de carga, se resuelvan llevando la cimentación al substrato que recubren. No obstante, podrán surgir problemas de asientos si existe agua en el contacto entre ambas formaciones.

Las terrazas bajas aluviales son en general muy limosas, y en ellas podrán surgir problemas de capacidad de carga, asientos diferenciales y mala escorrentía superficial.

Por último, y desde el punto de vista geomorfológico, los procesos que pueden llevar implícito un mayor riesgo a medio o largo plazo son aquellos derivados de la dinámica fluvial, principalmente grandes crecidas que originen erosiones, arrastres y aterramientos.

Sobre los materiales de la Zona 2 se observan algunos procesos de inestabilidad en laderas. Generalmente se trata de deslizamientos superficiales de escasa entidad, que la mayor parte de las veces sólo afecta a los recubrimientos coluvio-eluviales. La escorrentía superficial origina en algunos puntos de las laderas importantes procesos de erosión y acarreamientos. También se producen desprendimientos y caídas de bloques y gravas en aquellas formaciones conglomeráticas adosadas a la orla mesozoica, donde el perfil de las laderas es más escarpado.

Los principales problemas de índole litológica están ligados a la posible presencia de arcillas expansivas en el grupo litológico 300a.

3.4. ZONA 3: ÁREA MESOZOICA. CORDILLERA VASCO-CANTÁBRICA

3.4.1. Geomorfología

Esta zona se sitúa al norte y noroeste del Tramo estudiado, conformando el borde meridional de la Cordillera Cantábrica.

Morfológicamente contrasta el relieve abrupto de esta zona, con el suave y alomado de la anterior Zona 2. Presenta un relieve variado, donde destacan grandes formas estructurales (mesas, crestas, etc.), y los ríos se encajan violentamente, dando lugar a profundos valles y desfiladeros (La Horadada).

La morfología de la Zona 3 ha sido controlada fundamentalmente por la diferente competencia de los materiales del substrato mesozoico, y por la estructura geológica del mismo. Así, calizas y dolomías constituyen los elementos duros y más resistentes, y margas y arenas los más incompetentes. La morfología resultante se manifiesta en relieves invertidos, con amplias zonas deprimidas en el núcleo de los anticlinales (en los que aflora el Weald-Utrillas, arenoso) y las mesas o loras constituyendo los sinclinales (formados sobre todo por calizas del Cretácico Superior) como son Peña Ulaña, Peña Amaya, Peña Redondilla, El Bernorio, Las Tuerces, Peña Mesa, etc. Entre ambas hay formas de cuesta, replanos estructurales y crestas, asociadas con fallas o pliegues en calizas, y localizadas en estrechas zonas de corredores con mayor complicación tectónica.

En esta zona se conservan huellas de un arrasamiento generalizado que da lugar a la Superficie de Erosión Fundamental, sobre la que destacan algunos relieves, en forma de mesas, que coinciden con los anteriormente citados, correspondientes a relieves residuales.

Dentro de la Zona 3, existe una banda que podría considerarse como de transición con las Zonas 1 y 2, morfológicamente conocida como Subfrente Plegado de la Ojeda, y constituida por materiales paleógenos, plegados solidariamente con el mesozoico.

La cota media oscila entre los 1.000-1.100 m, situándose las máximas alturas en los parajes de Peña Amaya (1.362 m), Peña Ulaña (1.174 m), Albacastro (1.336), Peña Redondilla (1.149), Alto de la Pedrera (1.075), La Sierra (1.346 m), Peña Mesa (1.241 m), las Tuerces (1.081 m) y el Monte Bernorio (1.171 m); y las mínimas en el fondo de algunos valles, al sur de la zona, como el río Pisuerga (860 m).

Los principales cursos de agua son el río Pisuerga y el Camesa. El primero discurre con dirección NO-SE, hasta Aguilar de Campóo, donde sufre un brusco cambio en su curso,

pasando a adoptar una dirección submeridiana. En las proximidades de Aguilar de Campoo, el Pisuerga queda regulado por un embalse de 100 a 200 Hm³ de capacidad, situándose en 942 m la cota máxima de embalse.



FOTO N° 27. Valle diapírico de Villamartín de Villadiego y ladera oriental de Peña Amaya.

Aparecen además numerosos cursos de la red menor que, aunque de funcionamiento estacional, se caracterizan por su trazado largo y rectilíneo. Los cauces se encajan en las capas blandas, mientras que las duras dan fuertes resaltes. Es el tipo de red denominada "en reja", con un gran control estructural.

Pueden diferenciarse los siguientes tipos de modelado, tanto de erosión como de acumulación, derivados de la actuación de los agentes externos:

- Formas fluviales: Vegas, sistemas de terrazas y fondos de valle
- Formas poligénicas: Superficie de Erosión Fundamental y raña
- Formas de ladera: Coluviones, canchales y deslizamientos
- Formas kársticas
- Formas estructurales: Replanos estructurales, escarpes y resaltes de capas duras

FORMAS FLUVIALES: VEGAS, SISTEMAS DE TERRAZAS Y FONDOS DE VALLE

Los depósitos de llanura de inundación de los ríos Pisuerga y Camesa constituyen las vegas de la Zona 3. En los alrededores de Aguilar de Campóo, la llanura de inundación del río Pisuerga alcanza una gran extensión, que se verá limitada por el encajamiento que sufre el río en Villaescusa de las Torres, donde se interna en el desfiladero de La Horadada.



FOTO N° 28. Amplia llanura aluvial en el tramo de valle del río Pisuerga comprendido entre Aguilar de Campóo y el embalse del mismo nombre.

Sobre la llanura de inundación y terrazas bajas se observan cauces abandonados.

Otro tipo de formas fluviales, las terrazas, han sido depositadas principalmente por el río Pisuerga, que, en su proceso de encajamiento, deja una serie de plataformas escalonadas, habiendo sido cartografiadas hasta un número de cinco en esta zona, entre los 65-70 m y 5-7 m respecto al cauce actual. Estos depósitos muestran un reducido desarrollo.

Como fondos de valle han sido considerados todos aquellos depósitos asociados a pequeños valles y barrancos, que tapizan el fondo de los mismos. Su génesis puede ser

simplemente fluvial o debida a la interacción de los procesos fluviales con los de gravedad generados en las vertientes. En el primer caso el fondo del valle es plano, mientras que en el segundo tiene forma de U, siendo este último el más frecuente.

Al norte de Aguilar de Campóo, muy próximo a la Fuente del Pozo, se localiza una zona aluvial que se encharca con facilidad en épocas de lluvia, dando incluso origen a una pequeña laguna. La formación de esta zona puede explicarse por la presencia de materiales impermeables del Keuper en el substrato.

Asentados sobre los fondos de valle, llanura aluvial o terrazas bajas, a la salida de varias torrenteras, se forman conos de deyección. Poseen la morfología de abanico y el perfil convexo típico de estas formas. Están compuestos por cantos y gravas calcáreas y subredondeados, en una matriz limo-arcillosa.

A las formas denudativas pertenece la incisión lineal, que actúa, principalmente, en barrancos y en las cabeceras de la red fluvial secundaria. Otras, como la erosión lateral del cauce, actúa en algunos puntos de las márgenes del río Pisuerga.

Las cárcavas son poco importantes, habiéndose formado en laderas de pendiente más acusada, no tapizadas por depósitos coluvio-eluviales.

FORMAS POLIGÉNICAS: SUPERFICIE DE EROSIÓN FUNDAMENTAL Y RAÑA

La forma más representativa es la Superficie de Erosión Fundamental, identificada entre las cotas de 980-1.160 m. Se desarrolla principalmente sobre las calizas mesozoicas y, a veces, está afectada por procesos de karstificación posteriores a su formación. También ha sido reconocida sobre los conglomerados paleógenos.

El Aluvial Finineógeno (Raña) se localiza entre los 960 y los 1.060 m. Se trata de unos materiales conglomeráticos formados por gravas cuarcíticas con matriz arenosa, cuya potencia oscila entre 10 y 20 m.

FORMAS DE LADERA: COLUVIONES, CANCHALES Y DESLIZAMIENTOS

Los coluviones, en general, son de pequeñas dimensiones y se encuentran diseminados por toda la Zona 3, siendo más frecuentes en los terrenos de materiales poco coherentes.

En cuanto a los canchales, estos se localizan al pie de los escarpes calcáreos, pero, igualmente, son de escasa entidad.

Los deslizamientos se localizan sobre laderas de gran pendiente, principalmente excavadas en arenas de la Formación Utrillas (valles del arroyo Gallinas, del arroyo de los Tovares, arroyo de Villova, etc.), socavadas en algunas ocasiones por la acción de los ríos y arroyos que discurren al pie.



FOTO N° 29. Ladera afectada por importantes procesos de inestabilidad, relacionados con desprendimientos de bloques calizos del escarpe rocoso, integrado por el grupo 232c, y deslizamiento de los materiales arenosos del grupo 230b que conforman el tramo inferior de la ladera. Valle del arroyo de los Tovares, al N del pueblo abandonado de Puentes de Amaya.

FORMAS KÁRSTICAS

El modelado kárstico se debe fundamentalmente a la fracturación y diaclasado de los materiales carbonatados mesozoicos, dando formas como dolinas, lapices, etc. Las formas más espectaculares se localizan en la Mesa de Las Tuerces, donde se ha desarrollado, en toda la superficie, un karst ruiniforme de gran envergadura.



FOTO N° 30. Gran deslizamiento fósil en una ladera del valle del arroyo de los Tovares, cercano a la localidad de Salazar de Amaya. El deslizamiento afecta a los materiales arenosos del grupo 230b.

FORMAS ESTRUCTURALES: REPLANOS ESTRUCTURALES, ESCARPES Y RESALTES DE CAPAS DURAS

Como ya ha sido indicado anteriormente, la morfología de la Zona 3 ha sido controlada fundamentalmente por la diferente competencia de los materiales del substrato mesozoico, y por la estructura geológica del mismo. Así, sobre las calizas mesozoicas, en general inclinadas, se desarrollan replanos estructurales, que suelen constituir el dorso de las cuestas.

Limitando estos replanos y superficies estructurales se forman fuertes escarpes, que pueden superar los 100 m de altura, formando frentes de cuestas y hog-back.



FOTO Nº 31. Desprendimiento de grandes bloques del escarpe calizo formado por el grupo 232c, en las cercanías de la localidad de Ordejón de Arriba.

3.4.2. Tectónica

La Zona 3 constituye la terminación estructural suroccidental de la Cordillera Vasco-Cantábrica, y se caracteriza por estar afectada por los acontecimientos geodinámicos que conforman el Ciclo Alpino. Durante la etapa distensiva sinsedimentaria se ve afectada, entre otras, por las fases kimméricas, neokimméricas y aústricas. Durante las fases compresivas pirenaicas actúa una tectónica de cobertera, de carácter tangencial, que se ve favorecida por la existencia de un importante nivel de despegue, a favor de los materiales plásticos del Triásico. Los movimientos de desgarre han sido muy importantes, tanto en las etapas sedimentarias como en las de actividad orogénica. Las etapas alpinas tardías desencadenan la configuración de la Cuenca del Duero a través de una distensión relativa inducida por desgarres.

La última fase tectónica de cierta importancia tiene lugar en el Plioceno. Su actividad se ve limitada a suaves basculamientos con los que posiblemente estén relacionados los episodios sedimentarios detríticos correspondientes al Aluvial Finineógeno. Estos se sitúan en la región, con un carácter muy extensivo, a techo de los materiales neógenos de

la Cuenca del Duero, y sobre términos preneógenos deformados, en las áreas de la Banda Plegada.

Toda esta superposición de fases deformativas conforman el aspecto tectónico observable en la Zona 3, con una estructura compleja, que muestra una coexistencia de distintas direcciones de ejes de plegamiento y una superposición de la Fase Pirenaica y la Neoki-
mérica; aunque los efectos más patentes son responsabilidad de la Fase Pirenaica.

Los materiales mesozoicos de la Región Vasco-Cantábrica se han dividido en varias unidades, según su grado de deformación y posición geográfica. La Zona 3 engloba una gran parte de la denominada Franja o Banda Plegada de Montorio (Dominio Peria-
sturiano), y el límite occidental de la Plataforma Burgalesa o Plataforma Estructural de los Pá-
ramos de la Lora (Dominio Cántabro-Navarro) (Fig. 7).

FRANJA O BANDA PLEGADA DE MONTORIO (DOMINIO PERIASTURIANO)

Dentro de esta unidad estructural se sitúa la mayor parte de la Zona 3. A nivel regional, la Banda Plegada es una franja alargada según una dirección ONO-ESE, al norte de Bur-
gos, y NO-SE, en el norte de Palencia, que tiene unas dimensiones próximas al centenar de km de longitud, y constituye el límite de la Región Vasco-Cantábrica con la Cuenca del Duero, y con el Macizo Paleozoico Asturiano. Adosado al NE de esta Banda, y separado por el Accidente de Ubierna, se encuentra la Plataforma Estructural de los Páramos de la Lora o Plataforma Burgalesa (Dominio Cántabro-Navarro).

La Banda Plegada de Montorio, a su vez, se subdivide en cuatro áreas separadas por accidentes tectónicos. Así, el Accidente de Becerril del Carpio, separa la zona de La Ojeda, al Suroeste, de la zona de Amaya-Pisuerga, al Noreste. Y el Accidente de Villamartín de Villadiego, separa a esta última de la zona de Ulaña-Coculina, situada al Este. La Sierra de Ubierna constituiría la cuarta zona, situada en la terminación ESE de la Banda Plegada.

- Zona de Ulaña-Coculina

Esta zona muestra, como rasgos más característicos, una coexistencia de las di-
recciones de plegamiento NO-SE y E-O, y una fracturación NO-SE a NNO-SSE
aparentemente dextral, que tiende a disponerse según un corredor tectónico de
unos 3 km de anchura, que separa esta zona de la de Amaya-Pisuerga. Los plie-
gues presentan longitudes de 5 a 10 km y anchuras de 1-2 km, formando un carac-
terístico relieve invertido (con núcleos anticlinales de Weald-Utrillas arenoso, topo-
gráficamente bajo, y sinclinales de calizas del Cretácico Superior); presentan

siempre vergencia al SSO, siendo deducibles buzamientos máximos de 45-35 N o NE para sus planos axiales. En cuanto al corredor tectónico, con fracturación NO-SE, va desde la población de Castrecias, pasa por Villamartín de Villadiego y Ordejón de Arriba, y se pierde bajo la cobertera de la Cuenca del Duero. Las fracturas muestran desplazamiento dextral.

- Zona de Amaya-Pisuerga

Esta zona se encuentra limitada al Noreste por la Plataforma Burgalesa y al Oeste por el Accidente de Becerril del Carpio, que hace cabalgar la zona de Amaya-Pisuerga sobre la zona de la Ojeda.

La sucesión estratigráfica se caracteriza por un espesor sedimentario bastante menor que en la Plataforma Burgalesa, con una potencia total del Mesozoico en torno a 1.500 m, a pesar de que las unidades del Cretácico Superior (Grupo litológico 232c) están más desarrolladas que en las zonas limítrofes.

Las principales estructuras que conforman esta zona en la región, son pliegues de dimensiones kilométricas con dos direcciones de sus trazas axiales muy diferentes: NE-SO y ONO-ESE. Los primeros se han formado durante las deformaciones kiméricas y aústricas, y los segundos durante las fases alpinas compresivas del Terciario.

De los primeros, de direcciones NE-SO, los principales son el Sinclinal de Peña Amaya (de 1 x 3 km, respectivamente, según las direcciones NO-SE x NE-SO), el cabalgamiento del Portín de Llan, en el que el Jurásico "basal" de Peña Amaya monta sobre el Cretácico Superior muy cerca del borde terciario, el Sinclinal de Vilella, el Anticlinal de Pozancos y el Anticlinal de Aguilar.

En cuanto a las estructuras plegadas de dirección ONO-ESE, destaca el Sinclinal de la Mesa de Albacastro, Sinclinal de Peña Mesa y Sinclinal de la Mesa de Las Tuerces. Es también patente la fracturación ONO-ESE.

El Anticlinal de Aguilar de Campóo tiene una compleja estructura. Muestra una orientación NNE-SSO, y la migración diapírica de los plásticos materiales triásicos, en Facies Keuper (Grupo litológico 213), hacia el núcleo de la estructura.

La interferencia de pliegues produce complicadas figuras cartográficas, con estructuras internas en forma de seta, e inversiones de capas en todo el contorno del pliegue; conformando domos que suelen estar alargados según direcciones

NE-SO (Anticlinal de Aguilar, Anticlinal de Pozancos) y cubetas, de contornos más regulares (Sinclinal de Corvio, Sinclinal de Quintanilla de la Berzosa, etc.).

- Zona del Accidente de Becerril del Carpio

Este importante sistema de fracturación tiene una orientación NO-SE, y divide la Banda Plegada en dos zonas estructurales; al noreste se dispone la zona de Amaya-Pisuerga y al suroeste la zona de la Ojeda, sobre la que cabalgan las fracturas del sistema vergente hacia el Oeste.

Es de gran complejidad, y en torno a su traza afloran los materiales triásicos del nivel de despegue regional.

El Accidente de Becerril discurre desde Quintanilla de la Berzosa, pasa por las inmediaciones de Becerril del Carpio, el Este de Rebolledillo de la Orden y Sureste de Puentes de Amaya.

- Zona de la Ojeda

Esta subunidad estructural se sitúa al Suroeste del Accidente de Becerril del Carpio, y, a partir de este punto, constituye el límite de la Banda Plegada con la Cuenca del Duero.

Las fases tectónicas que deformaron este dominio tienen una edad Mioceno Inferior, y la complejidad estructural es menor que la de la zona de Amaya-Pisuerga.

La sucesión estratigráfica de esta zona se caracteriza por estar reducida a materiales mesozoicos de la parte superior del Cretácico Inferior, y del Cretácico Superior. La potencia total del Mesozoico es de unos 400 m.

Las direcciones de los pliegues y cabalgamientos de esta zona tienen una orientación NO-SE y ONO-SSE. Las estructuras más importantes son el Anticlinal y Sinclinal de Rebolledillo de la Orden y el Sinclinal y Anticlinal diapírico de Cuevas de Amaya, que presentan una clara vergencia hacia el Sur y Suroeste, y el área plegada de Prádanos de Ojeda.

- Zona de la Sierra de Ubierna

La Sierra de Ubierna presenta una anchura de unos 4 km y una estructura geológica complicada, derivada de la coexistencia de, al menos, dos tipos de ejes de plegamiento, y fracturas longitudinales ONO-ESE paralelas a su elongación general.

Esta zona aflora de manera muy reducida en la esquina NE del cuadrante noroccidental de la Hoja de Burgos, y aquí, se presenta como una estructura anticlinal, ligeramente vergente hacia el Sur.

PLATAFORMA BURGALESA (DOMINIO CÁNTABRO-NAVARRO)

Esta unidad del Dominio Cántabro-Navarro está estructurada como un amplio sinclinal, casi subhorizontal, y constituida en superficie fundamentalmente por materiales carbonatados del Cretácico Superior. A nivel regional, se extiende por un área de unos 50 km de largo y 25 de ancho, según una orientación ONO-ESE, entre las provincias de Burgos y Cantabria.

Está limitada al Oeste por el Anticlinal diapírico de Aguilar, y Sur por el Accidente de Ubierna, que en esta zona también se conoce como del río Lucio.

El área que ocupa esta unidad estructural dentro de la Zona 3, se sitúa en el extremo NNE, en el entorno del Monte Bernorio. En este punto se observa una potente sucesión sedimentaria jurásica y cretácica de 2.500-3.000 m de potencia.

Los materiales del Cretácico Superior del Bernorio están estructurados como un suave sinclinal E-O, coherente con las características de la Plataforma Burgalesa. En cambio, al Norte, en torno a Quintanilla de las Torres, al Sur en el área del río Lucio, y al Oeste en Camesa, las unidades inferiores del Cretácico Inferior y Jurásico, se encuentran deformadas, con altos grados de buzamiento, fracturadas e implicadas en cabalgamientos, debido todo ello a que estas zonas constituyen el límite con la Banda Plegada.

ACCIDENTE DEL UBIERNA

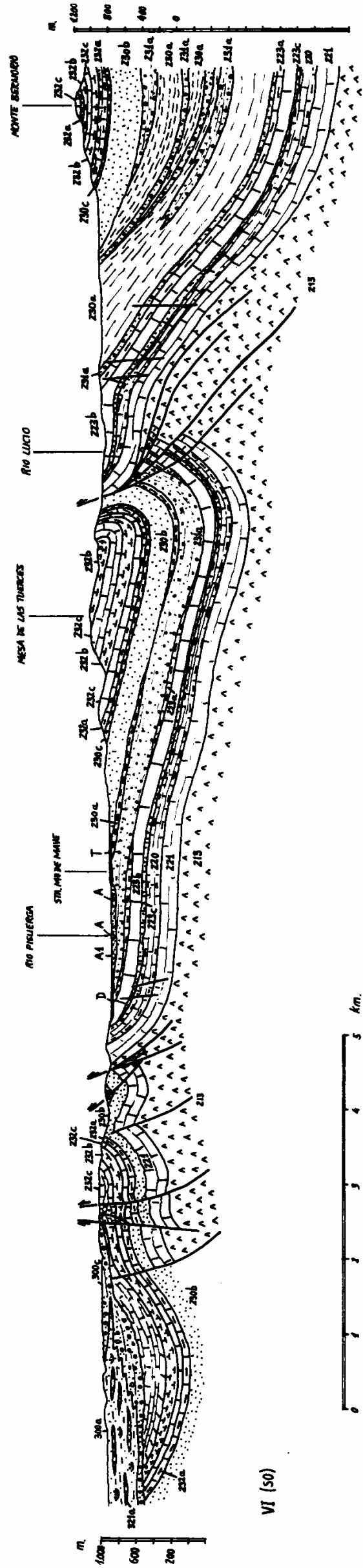
Es un importante sistema de fracturación ONO-ESE y NO-SE que se extiende hacia el Este y Sureste de la zona de estudio, con una longitud superior a 80 km. Constituye el límite entre la Plataforma Burgalesa, con gran potencia sedimentaria, y la Banda Plegada, con espesores más reducidos.

El sistema de fracturación de Ubierna se manifiesta al sur del río Lucio con un complejo cabalgamiento de vergencia S a SSO sobre el gran sinclinal de la Mesa de Las Tuerces.

Al Oeste del río Pisuegra este sistema de fracturas se sigue con dificultad, y transcurre a través de la Banda Plegada. Probablemente su traza se vea modificada por el Anticlinorio de Aguilar, por lo que se incurva hacia el Norte, continuando de nuevo por el valle del Pisuegra al oeste de Aguilar de Campóo. En este punto, el Accidente discurre por debajo del cuaternario del fondo del valle, y después está oculto por el embalse de Aguilar. Al Oeste del embalse de Aguilar, el Accidente de Ubierna se disgrega en varias fracturas que convergen sin mucha continuidad con el Accidente de Becerril del Carpio.

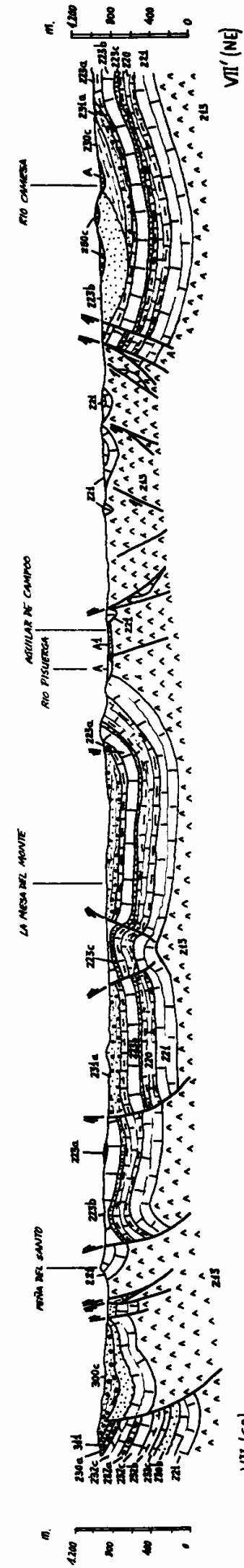
FIG.- 20 CORTES GEOLOGICOS CORRESPONDIENTES A LA ZONA 3

PERFIL VI-VI' (SO-NE)



VI' (NE)

PERFIL VII-VII' (SO-NE)



VII' (NE)

VII (SO)

Escales
H: 1:50,000
V: 1:50,000

COLUMNA LITOLÓGICA	GRUPO LITOLÓG.	GRUPO GEOTEC.	LITOLÓGIA	POTENCIA EN m.	EDAD
	A	G-1	Gravas poligénicas, arenas y limos.	1-5	HOLOCENO
	A1	G-2	Limos arenosos con gravas dispersas, lechos de arenas y gravas silíceas principalmente.	1-6	HOLOCENO
	AC	G-4	Limos y arcillas arenosas, con gravas y gravillas dispersas en lechos discontinuos.	1-3	HOLOCENO
	T	G-3	Gravas poligénicas, principalmente silíceas, arenas, limos y arcillas.	1-6	HOLOC./PLEISTOC.
	D	G-5	Arcillas y limos con arenas y gravas poligénicas.	1-6	HOLOC./PLEISTOC.
	C	G-5	Arcillas con bastantes fragmentos de rocas calizas, limos arenosos y arcillas con bastantes gravas silíceas.	1-5	HOLOC./PLEISTOC.
	322	G-3	Gravas silíceas y arenas y ocasionalmente, arcillas (Raña).	20-40	PLIOCENO
	232 b	G-14	Margas con intercalaciones de arenas, calizas margosas y calcarenitas.	20-120	CRETACICO SUP.
	232 c	G-15	Calizas total o parcialmente dolomitizadas, en bancos masivos, dolomías y calizas arenosas.	50-150	CRETACICO SUP.
	232 a	G-13	Alternancia de margas, margas limosas, calizas, calizas margosas y dolomías.	20-100	CRETACICO SUP.
	230 b	G-17	Arenas y conglomerados silíceos de color blanquecino, limolitas y lutitas.	100-300	CRETACICO INF./SUP. (F. UTRILLAS)
	231 a	G-16	Areniscas y conglomerados cuarcíticos con niveles dm. a m. de limos arcillosos y lutitas.	5-300	CRETACICO INF. (F. WEALD)
	230 a	G-18	Alternancias de lutitas rojas y verdes, y areniscas.	50-800	CRETACICO INF. (F. WEALD)
	230 c	G-19	Lutitas y arcillas rojas y verdes, areniscas, margas, calizas arenosas y calcarenitas.	10-400	CRETACICO INF. (F. PURBECK)
	223 a	G-19	Margas margocalizas y calizas, lutitas y niveles areniscosos.	100-200	MALM (F. PURBECK)
	223 b	G-15	Caliza gris en capas decimétricas a métricas con términos margo-arcillosos.	60-150	MALM/CRETACICO INFERIOR (F. PURBECK)
	200	G-18	Arcillas rojas y verdicolores, arenas rojas y niveles conglomeráticos poligénicos.	400	MALM/CRETACICO INFERIOR (F. PURBECK)
	223 c	G-16	Conglomerados poligénicos con niveles arenosos.	0-50	MALM (F. PURBECK)
	220	G-13	Alternancias rítmicas de calizas, margas y margocalizas en bancos de potencia dm. con niveles métricos de calizas bioclásticas y lutitas y margolutitas en niveles dm.	160-240	LIAS
	221	G-15	Calizas y dolomías de color gris, con niveles de calizas nodulosas, brechoidés y carníolas.	150-250	LIAS
	213	G-20	Lutitas y arcillas con niveles cm. y dm. de yeso. color rojo y verdoso.	50-100	TRIASICO (F. KEUPER)

FIGURA.-21 COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LA ZONA 3:
AREA MESOZONICA. CORDILLERA VASCO-CANTABRICA

3.4.3. Columna estratigráfica

La columna estratigráfica de esta Zona 3 aparece en la Figura 21.

3.4.4. Grupos litológicos

En este apartado se describen la litología, estructura y características geotécnicas de los grupos litológicos que se han individualizado dentro de la Zona 3, en el presente Tramo del Estudio.

ALUVIONES ACTUALES, (A)

- Litología

Aluviones constituidos por gravas y bolos redondeados, de naturaleza poligénica, principalmente silícea metamórfica, y arenas, arenas limosas y limos.

- Estructura

Este grupo está situado en el área ocupada por el cauce mayor los ríos más importantes; es decir, el que se supone puede ser ocupado por las aguas en avenidas de normal recurrencia.

Posee una estructura canalizada y netamente discordante con los grupos litológicos infrayacentes. Los materiales se disponen en forma de barras de canal, surcadas por numerosos canales de estiaje.

Los cauces más importantes donde ha sido diferenciado este grupo son: Pisuerga y Camesa.

Su potencia está comprendida entre los 0,5 m y 2 m (aluvial "a"), y los 2 m y 5 m (aluvial "A").

- Geotecnia

- Permeabilidad: Media-alta, por infiltración, con niveles freáticos próximos a la superficie.
- Problemas geomorfológicos: Los procedentes de la dinámica fluvial.

- Capacidad portante: Se estima en general baja, aunque dada la escasa potencia que en algunos casos tienen estos sedimentos, cualquier requerimiento algo importante de esfuerzo de una estructura habrá de ser remitido siempre al substrato.
- Ripabilidad/Excavabilidad: Estos materiales se consideran excavables por medios mecánicos normales.
- Empleo: Pueden ser considerados como adecuados o tolerables como material de préstamo. Sólo parcialmente constituyen yacimientos granulares.

TERRAZA BAJA ALUVIAL, (A1)

- Litología

Aluviones constituidos por limos más o menos arenosos, bastante materia orgánica, con grava silícea dispersa y lechos de gravas y arenas.

- Estructura

Constituye este grupo la terraza baja aluvial o llanura de inundación de los ríos más importantes de la región. Los lechos de gravas y arenas presentan una distribución irregular, como corresponde a 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 con bastante continuidad.

Este grupo alcanza mayor entidad en los valles de los ríos Pisuerga y Camesa.

La potencia de estos depósitos puede oscilar entre 1 y 5 m.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Permeabilidad baja. El drenaje, efectuado por percolación natural, se considera desfavorable por el hecho de que la rápida evacuación de los aportes hídricos superficiales se ve muchas veces dificultada por la existencia en profundidad de niveles freáticos o lechos impermeables, factores que evitan o interfieren en su normal saneamiento. Escorrentía poco activa.
- Problemas geomorfológicos: Los derivados de la dinámica fluvial. Existen puntos donde pueden producirse socavaciones.

- Capacidad portante: Oscila de media a baja, siendo previsible que puedan producirse asientos diferenciales cuando la potencia de los depósitos sea pequeña y el bulbo de presiones afecte al substrato arcilloso mioceno, interfiriendo de forma negativa el previsible horizonte freático creado entre la terraza y el substrato.
- Ripabilidad/Excavabilidad: Estos materiales se consideran excavables por medios mecánicos normales.
- Empleo: El conjunto de los materiales de este grupo puede considerarse como adecuado o tolerable para préstamos, y sólo parcialmente dichos materiales constituyen yacimientos granulares. Los aluviales del río Pisuerga son en los que aparecen, con mayor frecuencia e importancia, lechos detríticos gruesos.

ALUVIAL-COLUVIAL, (AC)

- Litología

Este grupo litológico está constituido por materiales limo-arenosos y arcillosos, junto con gravas y gravillas poligénicas bastante redondeadas, dispersas o dispuestas en lechos discontinuos. Posee una compacidad y dureza muy bajas.

- Estructura

Estos materiales suelen estar ubicados en los cursos de arroyos y riveras, y vaguadas de fondo muy amplio y llano, donde los aportes de tipo coluvial se ven tímidamente retrabajados por una incipiente acción aluvial. La potencia de este grupo litológico está comprendida entre 0,5 y 3 m.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Permeabilidad baja. El drenaje, efectuado por percolación natural, se considera desfavorable por el hecho de que la rápida evacuación de los aportes hídricos superficiales se ve muchas veces dificultada por la existencia en profundidad de niveles freáticos o lechos impermeables, factores que evitan o interfieren en su normal saneamiento. Escorrentía poco activa.
- Problemas geomorfológicos: Este grupo delimita áreas potenciales de actividad hidrodinámica.

- Capacidad portante: Se estima en principio baja a muy baja.
- Ripabilidad/Excavabilidad: Estos materiales se consideran excavables por medios mecánicos normales.
- Empleo: En general, no son utilizables como préstamos.

TERRAZAS FLUVIALES, (T)

- Litología

Son depósitos aluviales formados por gravas redondeadas poligénicas, principalmente silíceas, y arenas, con una matriz limosa o limo-arcillosa. En menor proporción existen lechos de arenas y limos más o menos arenosos.

- Estructura

Depósitos lenticulares con potencias variables, de 1 a 6 m, y disposición subhorizontal. Poseen estructuras típicas de canales rellenos por gravas y arenas, y, aquellas mejor conservadas, están recubiertas por limos y arenas de llanura de inundación. El tamaño medio de los clastos es de grava media, con predominio de tamaños comprendidos entre 2 y 4 cm, y es muy frecuente el menor de 2 cm.

Las terrazas que alcanzan un mayor desarrollo son las del valle del río Pisuerga.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Alta. Escorrentía superficial poco activa.
- Problemas geomorfológicos: Pendientes naturales subhorizontales y estables, salvo en aquellas zonas próximas a los bordes que forman escarpes.
- Taludes artificiales observados:

Pendientes: Taludes bajos (< 2 m) de 60°.

Problemas: Erosiones superficiales y caídas de gravas.

- Taludes recomendados: Se podrán adoptar pendientes en torno a los 45°. La existencia de niveles freáticos en el contacto con el substrato impermeable puede dar lugar a problemas de inestabilidad en los taludes de excavación

cuando este grupo se quede colgado en la cabecera del desmonte. En tales circunstancias deben cuidarse las medidas de drenaje, tender los taludes a pendientes iguales o inferiores a 30°, o diseñar posibles medidas de contención.

- Capacidad portante: Moderada, con posibilidad de que puedan darse asientos diferenciales cuando la potencia de la terraza es tal que el bulbo de presiones no llega al substrato arcilloso mioceno; o cuando llegando a él, la existencia de un posible nivel freático en el contacto terraza-substrato interfiera negativamente en la capacidad soporte del terreno.
- Ripabilidad/Excavabilidad: Son excavables con medios mecánicos normales.
- Empleo: Suelen constituir yacimientos granulares de reducidas dimensiones, algunos de ellos aprovechados en obras locales. En el caso de las terrazas del río Pisuerga, la importancia de los yacimientos es ya considerable.

CONOS DE DEYECCIÓN, (D)

- Litología

Arcillas y limos con arenas y gravas de naturaleza poligénica, abundando las angulosas y poco rodadas, de origen calcáreo.

- Estructura

Son depósitos lenticulares de tipo abanico aluvial, que se encuentran sobre la terraza baja aluvial y fondos de valle, en la desembocadura de pequeños arroyos. Su potencia puede oscilar entre 1 y 6 m.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Moderada o baja permeabilidad. Escorrentía superficial poco activa.
- Problemas geomorfológicos: Forman pendientes muy tendidas y, en general, estables o con ligeros signos de reptación.
- Taludes artificiales observados: No se han observado.
- Taludes recomendados: No deben superar pendientes mayores de 45°.

- Capacidad portante: Moderada a baja.
- Ripabilidad/Excavabilidad: Son materiales excavables.
- Empleo: Se estiman inadecuados a tolerables para su utilización como préstamos.

COLUVIAL, (C)

- Litología

La composición de este grupo litológico varía en función de la composición de su área fuente. En general son arcillas y limos arenosos con gravas y bloques, generalmente abundantes, de naturaleza variable. Destacan los canchales, de gravas angulosas calcáreas, adosados al pie de escarpes calizos.

- Estructura

Son depósitos de gravedad, y por tanto se disponen al pie de las laderas, constituyendo bandas alargadas paralelas a las mismas.

Interiormente poseen una estructura masiva y son poco cohesivos. Su potencia es muy irregular, pero oscila entre 0,5 m y 2,5 m.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Baja, por infiltración.
- Problemas geomorfológicos: Pendientes naturales de hasta 35°. Son frecuentes los suelos que presentan signos de reptación.
- Taludes artificiales observados:

Pendientes: 50°-60° en taludes bajos.

Problemas: Suelen ser bastante inestables y sufren una degradación apreciable.

- Taludes recomendados: No deberán superar pendientes de 40° en el caso de que sólo se afecte a los propios materiales del coluvión; si estos quedasen

colgados en el talud, la pendiente de los mismos no debería sobrepasar los 30°.

- Capacidad portante: Se estima en principio baja a muy baja.
- Ripabilidad/Excavabilidad: Estos materiales se consideran excavables por medios mecánicos normales.
- Empleo: Varían de inadecuados a tolerables como material de préstamo.

GRAVAS SILÍCEAS Y ARENAS (Raña), (322)

- Litología

Está constituido por gravas silíceas y arenas, con diferente tamaño de grano, y un contenido variable de arcillas, ya que a veces se encuentran bastante lavados. Corresponde al aluvial finineógeno, equivalente a las Rañas, y con una edad de Plioceno Superior.

- Estructura

Son depósitos masivos con estructura lenticular. Afloran de forma irregular y sobre diferentes yacientes, distribuyéndose en pequeñas manchas dispuestas en superficies llanas, culminando cerros, en el cuadrante nororiental de la Hoja de Herrera y en la de Prádanos de Ojeda.

La potencia máxima está comprendida entre 20 y 40 m.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Alta. Buen drenaje profundo y deficiente escorrentía superficial.
- Problemas geomorfológicos: Conforman superficies llanas, de muy baja pendiente. Se observan signos de inestabilidad en las laderas situadas al pie de los escarpes que delimitan el borde de estos afloramientos, debidos a la existencia de niveles freáticos colgados en el contacto con el substrato (mioceno o mesozoico) impermeable, y da lugar a problemas de inestabilidad en los recubrimientos coluvio-eluviales de la ladera o el substrato alterado. Los más importantes se localizan en la ladera situada al S y SE de Cabria.

- Taludes artificiales observados:

Pendientes: Taludes bajos (5 m) de 45° y muy bajos (2-3 m) de 70°-80°.

Problemas: Se producen desprendimientos y caídas de gravas por meteorización de la matriz.

- Taludes recomendados: Deben realizarse con pendientes que no superen los 45°. La existencia de niveles freáticos en el contacto con el substrato mioceno impermeable puede dar lugar a problemas de inestabilidad en los taludes de excavación, cuando este grupo se quede colgado en la cabecera del desmonte. En tales circunstancias deben cuidarse las medidas de drenaje, tender los taludes a pendientes iguales o inferiores a 30°, o diseñar posibles medidas de contención.



FOTO N° 32. Aspecto que presentan los depósitos de gravas y arenas del aluvial finineógeno o "raña", en las proximidades del P.K. 112+300 de la CN-611.



FOTO N° 33. Desmonte situado en el P.K. 112+500 de la N-611. En la parte inferior del talud afloran lutitas de la F. Weald (grupo 230a), afectadas por importantes erosiones; mientras que la coronación corresponde a un depósito de gravas del aluvial finineógeno "raña" (grupo 322).

- Capacidad portante: Moderada. En los lugares en que presente potencias reducidas, la probable existencia de un horizonte freático en el contacto entre la raña y el substrato (generalmente impermeable), al que puedan llegar las sollicitaciones de la estructura vial, hará posible la aparición de asientos diferenciales.
- Ripabilidad/Excavabilidad: Excavable con medios mecánicos normales.
- Empleo: Tolerable como préstamo. Localmente pueden constituir yacimientos granulares.



FOTO Nº 34. Valle del río Camesa al S de Cabria. En primer término, ladera afectada por importantes deslizamientos superficiales y reptaciones de suelos. Inestabilidades creadas por la presencia de un acuífero colgado, en el contacto entre la "raña" que corona la ladera y el substrato lutítico-arenoso, impermeable, de F. Purbeck (grupo 230a).

ALTERNANCIA DE MARGAS Y CALIZAS CON DOLOMIÁS, CALIZAS MARGOSAS Y BIOCALCARENITAS, (232a)

- Litología

Alternancia de calizas y margas grises y ocre, incrementándose en general el porcentaje de capas calcáreas gradualmente hacia el techo del grupo. En la base predominan limos, lutitas y margas laminadas, en niveles decimétricos a métricos.

Entre las litologías calcáreas se distinguen bancos de 0,5 a 2,5 m de calizas arenosas, calizas nodulosas y calcarenitas. Con frecuencia los niveles calcáreos se encuentran total o parcialmente dolomitizados.

También está compuesto por capas decimétricas de dolomías margosas muy porosas e incluso oquerosas, de color ocre claro, alteradas, muy pulverulentas y blancas en corte fresco. Estos niveles alternan con niveles decimétricos a métricos de margas ocreas, grises y verdes.

Otra litofacies de este grupo está formada por una alternancia centimétrica entre margas y calizas margosas.

Calizas y dolomías son duras y compactas, y las margas son cohesivas y plásticas.

La edad de estos materiales es Cretácico Superior.

De forma discontinua aparecen recubiertos por un suelo coluvial de limos arenosos con gravas dispersas.

- Estructura

Estos materiales afloran principalmente en las laderas, en la base de las mesas, entre los niveles detríticos del fondo de los valles (grupo 230b), y las crestas calcáreas del Cretácico Superior (grupo 232c); por lo que este grupo está frecuentemente cubierto por derrubios. Morfológicamente dan laderas de pendientes acusadas.

El tipo de estructura más frecuente es el de capas prácticamente horizontales y fracturación apreciable. En otras ocasiones se encuentran plegados y con buzamientos muy variables.

Este grupo aflora en todas las áreas ocupadas por los materiales mesozoicos.

El grupo tiene una potencia comprendida entre los 20 y los 100 m.

- Geotecnia

- Permeabilidad: En general, media-alta, habiendo niveles impermeables. El drenaje es bueno en superficie, y algo peor en profundidad.
- Problemas geomorfológicos: Las laderas tienen un perfil de equilibrio con pendientes de 40°.



FOTO N° 35. Deslizamiento de la ladera situada en el P.K. 82+000 de la carretera local entre Brullés y Coculina. El deslizamiento afecta a las margas del grupo 232a y su recubrimiento coluvio-eluvial, y ha motivado la necesidad de colocar una escollera al pie de la ladera en este punto.

- Taludes artificiales observados:

Pendientes: Taludes bajos con pendientes de hasta 70°.
Problemas: Se degradan muy lentamente.
- Taludes recomendados: Las pendientes variarán en función de la estructura; principalmente de la orientación y buzamiento de la estratificación. En condiciones favorables pueden adoptarse pendientes de hasta 70° en taludes medios.
- Capacidad portante: Alta.
- Ripabilidad/Excavabilidad: Los grandes bancos calcáreos no son ripables, y las margas y capas calcáreas incluidas en ellas sólo se consideran ripables en el nivel superficial alterado (2-3 m).

- Empleo: No son materiales canterables en general, pero los productos de desmonte pueden utilizarse como préstamo en terraplenes.

MARGAS Y MARGOCALIZAS CON BIOCALCARENITAS, (232b)

- Litología

La litología predominante son margas, a veces limolíticas, de colores gris, verde y ocre, en niveles decimétricos a métricos, con intercalaciones de arenas silíceas poco cementadas hacia el techo del tramo. Se observan también niveles decimétricos de calizas margosas y calcarenitas alternando entre las margas. A veces los niveles carbonatados están algo dolomitizados.

Las margas son cohesivas y plásticas.

La edad de este grupo es Cretácico Superior.

La alterabilidad de estos materiales hace que frecuentemente se hallen recubiertos por un potente suelo arcilloso de origen coluvio-eluvial.

- Estructura

Este grupo tiene un claro reflejo morfológico en la región, al situarse en las mesas o loras como una franja vegetada de menor pendiente intercalada entre farallones calcáreos del grupo 232c, formando una depresión, dado su carácter blando y fácilmente erosionable.

Lateralmente puede llegar a acuñarse y pasar al grupo anterior 232a.

El tipo de estructura más frecuente es el que se observa en las áreas de mesas, con capas prácticamente horizontales y fracturación inapreciable. En otras ocasiones se encuentran plegados y con buzamientos muy variables.

Este grupo aflora en todas las áreas ocupadas por los materiales mesozoicos.

El espesor está comprendido entre los 20 y los 120 m.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Son materiales impermeables, por lo que el drenaje profundo es nulo. La escorrentía es buena a tolerable.



FOTO N° 36. *Acarcavamiento desarrollado sobre las margas del grupo 232b y cono de deyección situado sobre un fondo de valle, al pie de la cárcava. Cercanías de Castre-cias.*

- Problemas geomorfológicos: Laderas con pendientes de 30°-35° y signos de inestabilidad.
- Taludes artificiales observados:
 - Pendientes: Taludes bajos con pendientes de hasta 50°-55°.
 - Problemas: Se producen deslizamientos y reptaciones por soliflucción al mojarse la capa alterada superficial, con aterramiento de cunetas.
- Taludes recomendados: Taludes bajos de 50°.
- Capacidad portante: Media.
- Ripabilidad/Excavabilidad: Son materiales ripables, incluso las capas calcáreas intercaladas que son poco potentes y se encuentran muy fracturadas.

- Empleo: No son materiales canterables, pero los productos de desmonte pueden utilizarse como préstamo en terraplenes.

CALIZAS, DOLOMIÁS Y BIOCALCARENITAS, (232c)

- Litología

Está constituido por un potente conjunto de calizas microcristalinas grises y ocre, calcarenitas bioclásticas, calcirruditas y calizas dolomíticas estratificadas en bancos de potencia métrica. De modo frecuente predominan las calizas microcristalinas en la base del grupo, y las calizas dolomíticas y dolomías en el techo, aunque la dolomitización puede llegar a ser muy intensa en todo el conjunto. Se intercalan calizas nodulosas en capas decimétricas y capas centimétricas a decimétricas de calizas arenosas.

En ocasiones, en el tramo superior de este grupo aparecen niveles decamétricos de dolomías oquerosas o laminadas, calizas arenosas y calcodoloarenitas de color pardo rojizo, con frecuentes superficies ferruginosas.

Son rocas duras y compactas.

La edad de estos materiales es Cretácico Superior.

- Estructura

Este grupo destaca claramente en el relieve, al constituir la coronación y los resaltes topográficos de las características mesas o loras que forman el paisaje de la región. El encajamiento de los barrancos produce laderas escarpadas y con fuertes pendientes.

Aparece este grupo con dos tipos de estructuras. El más frecuente es el que se observa en las áreas de mesas, con capas cuyos buzamientos no sobrepasan los 15°-20°. En otras ocasiones se encuentran plegados y con buzamientos muy variables. En los flancos de los grandes pliegues se presentan verticalizados. La fracturación es muy acusada.

La potencia de este grupo es muy variable, estando comprendidos los valores normales entre los 50 y los 200 m.

- Geotecnia

- Permeabilidad: La permeabilidad es alta y el drenaje es bueno, tanto en superficie como en profundidad.
- Problemas geomorfológicos: Laderas que presentan escarpes de hasta 15-20 m de altura con inclinaciones próximas a 90°. Los problemas más acusados son los desprendimientos de grandes bloques y masas de roca caliza, que se han desplomado y deslizado sobre los materiales margosos subyacentes, principalmente por la alteración, deformación y erosión diferencial de estos últimos, y a favor del diaclasado de los niveles calizos. El más notable se localiza en la ladera situada al Sur de Humada.

También se observan procesos de karstificación que pueden dar lugar a inestabilidades por hundimientos.



FOTO Nº 37. Ladera cubierta por bloques desprendidos de un crestón calcáreo (grupo 232c), donde se observan grandes bloques individualizados por planos de diaclasado y en situación inestable. Al Este de Castrecias.



FOTO Nº 38. Gran desprendimiento de bloques del escarpe calizo constituido por el grupo 232c en la Peña Ulaña, muy cercano a la localidad de Humada.

- Taludes artificiales observados:
 - Pendientes: Taludes bajos con pendientes de 75°.
 - Problemas: Desprendimiento de bloques en zonas de mayor fracturación.
- Taludes recomendados: Pueden ser subverticales, pero con riesgo de socavaciones y desprendimientos locales.
- Capacidad portante: Alta.
- Ripabilidad/Excavabilidad: No ripable.
- Empleo: Se considera útil como material canterable.



FOTO N° 39. Escarpe en el que afloran los potentes bancos calcáreos del Cretácico Superior (grupo 232c). Los planos de estratificación y fractura individualizan grandes bloques que por efecto de la erosión diferencial pueden verse inestabilizados.

ARENISCAS Y CONGLOMERADOS CON INTERCALACIONES ARCILLOSAS, LUTITAS Y MARGAS, (231a)

- Litología

La mayor parte del grupo está constituida por una potente sucesión formada principalmente por areniscas y conglomerados cuarcíticos de color pardo rojizo y blanquecino, con grados de cementación en general bajos, a veces con alteración caolinífera, organizados en niveles métricos a decamétricos. En otras ocasiones se muestran bien cementados.

Las areniscas son de tamaño de grano medio y los conglomerados son de cantos bien rodados y diámetros comprendidos entre 1 y 10 cm.

Se intercalan niveles decimétricos a métricos de limos arcillosos ocre, lutitas rojas y verdes con niveles carbonosos, y margas arenosas.



FOTO N° 40. Desmonte situado en el P.K. 113+100 de la N-611, donde afloran niveles, de espesor métrico, de areniscas y conglomerados de la F. Purbeck, fuertemente cementados; pertenecientes al grupo 231a.

Los conglomerados y areniscas son poco compactos y ligeramente disgregables, y los limos y lutitas son cohesivos y de compacidad media.

La edad de estos materiales es Cretácico Inferior.

- Estructura

El grupo se presenta generalmente en las zonas bajas de las laderas y fondos de los valles, dando notables resaltes topográficos.

Morfológicamente adopta laderas con perfil suave y convexo, y cumbres alomadas. Suelen excavarse en él barrancos muy encajados y acarcavamientos.

La estructura es de plegamientos suaves y fracturación inapreciable.

La potencia varía entre un máximo de 250 m y un mínimo de 5 m.



FOTO N° 41. Cantera donde se explota arenisca del grupo 231a como roca ornamental, en Quintanilla de las Torres.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Permeabilidad baja, con mal drenaje profundo y aceptable en superficie.
- Problemas geomorfológicos: Las laderas muestran pendientes de entre 20° y 35°, sin que se observen problemas de estabilidad. Las erosiones son importantes, formándose fuertes barrancos y acarcavamientos. Existe la presencia de niveles freáticos colgados.
- Taludes artificiales observados:

Pendientes: Taludes medios (10 m) con pendientes de 50°.

Problemas: Los bancos limolíticos se alteran fácilmente por lo que, en las áreas donde predominan, se producen frecuentes inestabilidades

más acusadas cuando se trata de niveles carbonosos que, al estar empapados en agua, fluyen con facilidad.

- Taludes recomendados: Taludes medios de 45°-55°.
- Capacidad portante: Media-alta.
- Ripabilidad/Excavabilidad: Ripable en general, salvo niveles bien cementados de arenisca y conglomerados.
- Empleo: Localmente pueden ser aprovechados como material granular en ciertas áreas donde aparecen alterados superficialmente, siendo, en conjunto, un buen material de préstamo.



FOTO N° 42. Desmonte situado en el P.K. 104+400 de la N-611, donde afloran arenas, lutitas, margas y areniscas, pertenecientes en conjunto al grupo 231a (F. Purbeck). Sobre los taludes se observan erosiones, acarcavamientos y deslizamientos superficiales de los términos más alterados.



FOTO N° 43. Desmante situado en el P.K. 104+400 de la N-611, donde afloran arenas, lutitas, margas y areniscas, pertenecientes en conjunto al grupo 231a (F. Purbeck). Sobre los taludes se observan erosiones, acarcavamientos y deslizamientos superficiales de los términos más alterados.

LUTITAS VERSICOLORS CON ARENISCAS Y NIVELES CARBONOSOS, (230a)

- Litología

Predominan los términos lutítico-arcillosos, de gran homogeneidad y color rojo o verde, junto con areniscas silíceas pardorrojizas de grano medio a fino, y con niveles centimétricos de microconglomerados. Es frecuente la presencia de niveles carbonosos de espesor centimétrico a métrico.

Las lutitas se presentan en niveles métricos a decamétricos y se organizan en ciclos de oxidación-reducción.

Los términos areniscosos tienen potencias decimétricas y niveles más importantes métricos a decamétricos que se han diferenciado cartográficamente (231a).



FOTO N° 44. Desmante situado en el P.K. 113+000 de la N-611. Afloran lutitas de la F. Purbeck (grupo 230a), en ciclos de oxidación/reducción, y se observan fuertes acarcavamientos y un deslizamiento de tierras, donde se ha colocado una escollera al pie.

Las lutitas arcillosas son cohesivas y bastante plásticas. Las areniscas, bien cementadas en unos casos, y poco compactas y sin cementación apreciable en otros, donde se muestran fácilmente disgregables.

La edad de estos materiales es Cretácico Inferior. Constituyen los términos más finos de la Facies Weald.

Soportan un suelo coluvio-eluvial arcilloso de poca potencia pero de plasticidad alta y con abundante materia orgánica que se acumula en las vaguadas.

- Estructura

Estos materiales afloran principalmente en zonas deprimidas, donde los términos areniscosos presentan un resalte topográfico.

La estructura es de plegamientos suaves y fracturación escasa.

Este grupo se encuentra distribuido en todo el área donde afloran los materiales mesozoicos.

Potencias muy variables entre 50 y 800 m.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Permeabilidad muy baja, con drenaje profundo nulo y mala escorrentía superficial. Encharcamientos en zonas deprimidas.
- Problemas geomorfológicos: Este grupo presenta una cierta inestabilidad en las laderas donde aflora, dando lugar a frecuentes deslizamientos. Presencia de niveles freáticos colgados que favorecen los procesos de inestabilidad.
- Taludes artificiales observados:

Pendientes: Taludes medios (8-10 m) con pendientes de 30°. Los taludes superiores a 30° muestran signos de inestabilidad.

Problemas: Acarcavamientos y arrastres, y pequeños deslizamientos superficiales. La falta de drenaje profundo permite la saturación del nivel de alteración superficial y de los estratos arcillosos y carbonosos impermeables, que fluyen con facilidad.

- Taludes recomendados: Taludes medios no superiores a 30°. Debe cuidarse en extremo el drenaje superficial y proteger a los taludes de la erosión.
- Capacidad portante: Media o baja, con posibles asientos diferenciales.
- Ripabilidad/Excavabilidad: Excavable con medios mecánicos normales, y ripables los niveles areniscosos bien cementados.
- Empleo: Se consideran inadecuados como préstamo.

ARENAS Y CONGLOMERADOS CON LUTITAS VERSICOLORS Y ALTERACIONES CAOLINÍFERAS, (230b)

- Litología

La litología de este grupo está compuesta por conglomerados, areniscas, limolitas y lutitas.

Los conglomerados y microconglomerados son de naturaleza silíceas, bien rodados y con diámetros comprendidos entre 1 y 10 cm. Su matriz es arenosa y está afectada por una intensa alteración caolinífera que da a estos materiales tonos blanquecinos y un bajo grado de cementación. Poseen potencias métricas a decamétricas.

Las areniscas son de grano grueso y medio, también de bajo grado de cementación y color blanco, a veces presentan coloraciones amarillentas, rojizas, violetas y negruzcas.

Los términos limosos y lutíticos no son muy importantes dentro del grupo y presentan alguna intercalación carbonosa.

Los materiales de este grupo se presentan, por regla general, poco o nada cementados y con escasa cohesión; no obstante también se pueden observar con ligera cementación y dureza media.

Es la característica unidad detrítica en Facies Utrillas. Su edad es Albiense-Cenomaniense.

La erosionabilidad de estos materiales hace que generalmente se encuentren recubiertos por un potente suelo arenoso de origen coluvio-eluvial, con abundante materia orgánica.

- Estructura

La alteración caolinífera hace que el grado de cementación sea bajo y, en consecuencia, no suelen dar resalte topográfico, ocupando zonas deprimidas, fondos de valle y vaguadas, entre las formaciones del Weald y las calizas y margas del Cretácico Superior.

La estructura que presentan es de plegamiento suave, con buzamientos prácticamente horizontales y fracturación inapreciable.

Este grupo se encuentra distribuido en todo el área donde afloran los materiales mesozoicos.

La potencia del grupo varía entre 100 y 300 m.

- Geotecnia
 - Permeabilidad: Permeabilidad media, con drenaje profundo aceptable y esorrentía superficial buena, salvo en algunas zonas deprimidas, donde puede ser deficiente y llegar a producirse encharcamientos.



FOTO Nº 45. Acarcavamientos desarrollados sobre la formación arenosa que constituye el grupo 230b, en la base de la Peña Amaya.

- Problemas geomorfológicos: Laderas con inclinaciones de 30°-35°. Se observan numerosos problemas de estabilidad, con frecuentes deslizamientos fósiles de gran envergadura. Los deslizamientos se localizan sobre laderas de gran pendiente, socavadas algunas veces por la acción de los ríos y arroyos que discurren al pie (valles del arroyo Gallinas, del arroyo de los Tovares, arroyo de Villova, etc), y donde es frecuente la presencia de niveles freáticos colgados. También se ven afectadas por fuertes erosiones.
- Taludes artificiales observados:
 - Pendientes: Taludes bajos (5 m) con pendientes de 60° a 80°.
 - Problemas: Erosiones superficiales.
- Taludes recomendados: Pueden adoptarse pendientes casi verticales en taludes bajos, sin riesgo de deslizamiento, aunque la erosión y degradación es muy intensa. En taludes medios se recomienda una inclinación de 35°.



FOTO N° 46. *Deslizamiento circular al pie de una ladera desarrollada sobre materiales arenosos de la Facies Utrillas (Grupo 230b), en las inmediaciones de la localidad de Castre-cias.*



FOTO Nº 47. Ladera afectada por importantes procesos de inestabilidad, relacionados con desprendimientos de bloques calizos del escarpe rocoso, integrado por el grupo 232c, y un gran deslizamiento fósil que afecta a los materiales arenosos del grupo 230b. Valle del arroyo de los Tovares, muy cerca del pueblo abandonado de Puentes de Amaya.

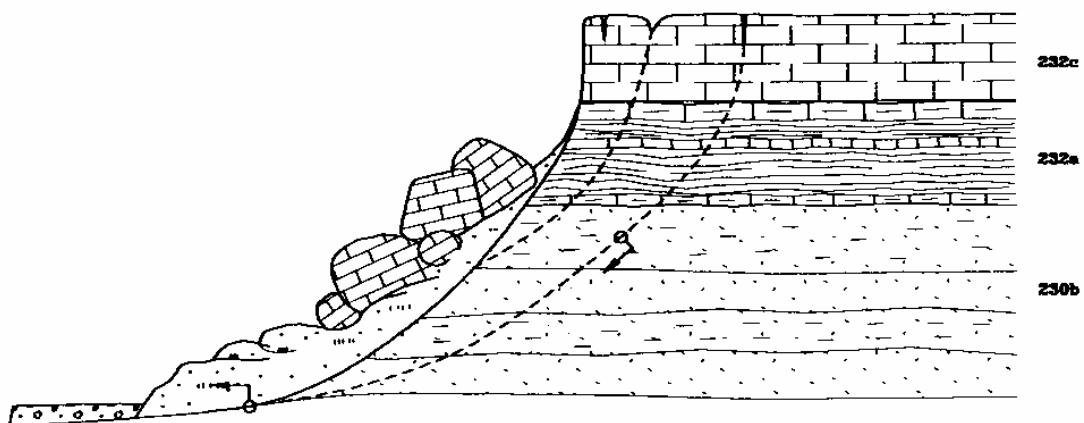


Fig. 22: Deslizamiento fósil en una ladera desarrollada sobre materiales detríticos del grupo litológico 230b, que provoca el descalce y posterior caída de grandes bloques de roca caliza del grupo 232c, que suele coronar las mesas o muelas de la zona.

- Capacidad portante: Media.
- Ripabilidad/Excavabilidad: Excavable con medios mecánicos normales, y ripables aquellos niveles mejor cementados.
- Empleo: Localmente pueden ser aprovechados como material granular. En conjunto, constituyen un buen material de préstamo.

TRAMO DETRÍTICO/CARBONATADO. ARCILLAS Y LUTITAS ROJAS Y VERDES CON NIVELES CARBONOSOS, ARENISCAS, CALIZAS Y MARGAS, (230c)

- Litología

Se trata de un grupo complejo por su gran variedad litológica, compuesto por tramos métricos a decamétricos de lutitas y arcillas rojas y verdes de gran homogeneidad, con niveles areniscosos de color pardo rojizo y potencias métricas a decamétricas, donde los más importantes han sido diferenciados cartográficamente (231a). Las areniscas son de dureza media y ligeramente disgregables en superficie.

Otra litología característica son los niveles carbonosos, que van desde margas y lutitas verdes y grises, a lutitas carbonosas con intercalaciones ligníferas centimétricas (máximo 30-40 cm).

La litología más notable del grupo son los niveles calizos grises que se intercalan entre los tramos lutíticos. Son duras y tienen potencias decimétricas a métricas. También hay calizas margosas nodulosas, calizas arenosas y calcarenitas, en niveles de potencia decimétrica, y margas grises, normalmente arenosas y, en ocasiones, carbonosas, siempre cohesivas y de plasticidad media.

Sobre los materiales más lábiles se desarrollan suelos coluvio-eluviales, de poco espesor, de arcillas más o menos arenosas.

La edad de este grupo es Cretácico.

- Estructura

La estructura con la que aparecen es de dos tipos. La más común es en capas prácticamente horizontales, en las laderas de las mesas. También lo hacen plegados, con buzamientos suaves, de forma excepcional. La fracturación es moderada.

Este grupo está presente en los cuadrantes correspondientes a la Hoja de Prádanos de Ojeda y en el cuadrante nororiental de la Hoja de Herrera. En todos ellos los afloramientos son reducidos y de escasa entidad.

La potencia de este grupo es muy variable, de 10 a 400 m, siendo el espesor medio observado entre 10 y 75 m.

- Geotecnia

- Permeabilidad: En general, media-baja, con grandes variaciones en función de la litología de que se trate. El drenaje superficial es bueno, y el profundo aceptable.
- Problemas geomorfológicos: Las laderas presentan inclinaciones desde 20° en lutitas, hasta 70° en calizas. Los problemas están relacionados con la presencia de freáticos colgados, que pueden alterar y provocar inestabilidades en los niveles más lábiles.



FOTO Nº 48. Trinchera del ferrocarril Palencia-Santander, P.K. 400+000. Caída de bloques por descalce y vuelco de estratos en un paquete de areniscas del grupo 231a incluido en una serie lutítica perteneciente al grupo 230c. F. Purbeck.

- Taludes artificiales observados:

Pendientes: Taludes bajos y medios (5 a 7 m) con pendientes de 30° a 40° en lutitas.

Problemas: Acarcavamientos y pequeños deslizamientos superficiales.



FOTO N° 49. Desmonte situado en el P.K. 114+500 de la N-611. En el talud afloran alternancias decimétricas a métricas de arcillas, lutitas, areniscas y niveles de calizas, pertenecientes al tramo detrítico/carbonatado de la F. Purbeck (grupo 230c).

- Taludes recomendados: Muy variable en función de la litología dominante y su disposición estructural.
- Capacidad portante: Muy variable. De media a buena en los tramos con predominio de materiales areniscosos y carbonatados. Baja en aquellos otros lutíticos, margosos, arcillosos y carbonosos.
- Ripabilidad/Excavabilidad: Lutitas y margas son ripables, así como los 2-3 m superficiales de areniscas. Las calizas no son ripables.

- Empleo: No se consideran canterables, pero los productos de excavación pueden ser empleados como rellenos, a excepción de arcillas, margas y niveles carbonosos.

TRAMO DETRÍTICO/CARBONATADO. MARGAS, CALIZAS, LUTITAS ROJAS Y VERDES Y ARENISCAS, (223a)

- Litología

Grupo con una notable variedad litológica en el que se dan alternancias de materiales carbonatados y terrígenos. Entre los términos carbonatados del grupo destacan los niveles margosos, de potencias centimétricas a decimétricas, y color gris claro. Se observan todos los pasos posibles entre marga y caliza. Los niveles calizos relacionados con estas margas y margocalizas tienen potencias decimétricas a métricas (1 a 2 m).

Hay calizas oncolíticas, intraclásticas y arenosas que se organizan en paquetes métricos y decamétricos.



FOTO Nº 50. Desmonte situado en el P.K. 3+000 de la carretera Aguilar-Burgos, próximo a la estación de Aguilar. Afloran alternancias de calizas y lutitas del grupo 223a, perteneciente al tramo detrítico/carbonatado de la F. Purbeck.

Otro componente litológico es el formado por lutitas versicolores con colores grises, blancos, verdosos y rojizos, formando niveles de espesores métricos a decamétricos. Representan ciclos de oxidación-reducción.

Por último se observa la asociación de lutitas rojas y niveles arenosos de grano medio a grueso, bien cementados y color pardo.

Estos materiales se sitúan en la transición del Jurásico al Cretácico.

Sobre los materiales más lábiles se desarrollan suelos coluvio-eluviales, de poco espesor, de limos arcillosos más o menos arenosos.

- Estructura

La estructura que muestran es la de un conjunto plegado con buzamientos muy variables e intensa fracturación.

Estos materiales afloran en los respectivos cuadrantes de la Hoja de Prádanos de Ojeda, siendo en las proximidades de Aguilar de Campóo donde alcanzan un mayor desarrollo.

La potencia máxima es de 200 m, con una media en torno a los 100 m.

- Geotecnia

- Permeabilidad: En general, media-baja, con grandes variaciones en función de la litología de que se trate. El drenaje superficial es bueno, y el profundo deficiente.

- Problemas geomorfológicos: Las laderas presentan inclinaciones de hasta 70°, y no manifiestan una problemática especial.

- Taludes artificiales observados:

Pendientes: Taludes bajos de 45° a 70°.

Problemas: Individualización y caída de bloques de los niveles calizos, por diaclasado y erosión diferencial de las lutitas.

- Taludes recomendados: Muy variable en función de la litología dominante y su disposición estructural.

- Capacidad portante: De media a buena en los tramos con predominio de materiales carbonatados. De media a baja en aquellos otros margosos y lutíticos.
- Ripabilidad/Excavabilidad: Lutitas y margas son ripables, así como los tramos con alternancia de margas y calizas, salvo aquellos estratos calizos de mayor espesor, que no son ripables.
- Empleo: No se consideran canterables, pero los productos de excavación de los tramos predominantemente carbonatados pueden ser empleados como rellenos.

CALIZAS, MARGAS, LUTITAS Y NIVELES CARBONOSOS, (223b)

- Litología

Caliza de color predominantemente gris, en capas decimétricas a métricas, con valores medios de 30 a 150 cm y máximos de hasta 2-3 m. Es dura y compacta. En algunos casos tiene un elevado contenido en materia orgánica (calizas fétidas).



FOTO Nº 51. Cantera inactiva al N de la estación de Aguilar de Campóo, de donde se extraía balasto calizo de la formación calcárea de la F. Purbeck (grupo litológico 223b).

Los términos margo-arcillosos son poco importantes en el conjunto del grupo y se sitúan en intercalaciones centimétricas entre las capas calcáreas. A techo del grupo se observan niveles margoarcillosos de mayor potencia (30-50 cm) y alguno de ellos puede considerarse como una lutita carbonosa, con mineralizaciones de sulfuros.

La edad de este grupo es Malm.

- Estructura

Dan lugar a cerros, con laderas de pendientes moderadas, que destacan del entorno.

La estructura es de capas decimétricas a métricas (2 a 3 m máximo) con una estratificación neta, y fuerte plegamiento, con buzamientos variables, e intensa fracturación. Existe una karstificación, no muy bien desarrollada, a través de los planos de discontinuidad.

Aflora con un mayor desarrollo en los cuadrantes correspondientes a la Hoja de Prádanos de Ojeda, y como barras aisladas, que resaltan topográficamente, en la de Villadiego.

La potencia de este grupo varía entre los 60 y los 150 m.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Media-alta, con drenaje profundo aceptable por diaclasado y karstificación, y buena escorrentía superficial.

- Problemas geomorfológicos: Laderas con pendientes de hasta 40°, donde no se observan problemas de estabilidad.

- Taludes artificiales observados:

Pendientes: Taludes medios y altos (30 m) con una pendiente de hasta 80°.

Problemas: Desprendimiento ocasional de bloques.

- Taludes recomendados: Taludes medios y altos con pendientes subverticales. Posible riesgo de desprendimientos en zonas muy fracturadas.

- Capacidad portante: Alta.
- Ripabilidad/Excavabilidad: No ripable.
- Empleo: Util como material canterable (Cantera de Villallano, YR-8).

LUTITAS, CONGLOMERADOS POLIGÉNICOS, ARENISCAS Y NIVELES CALCAREOS, (223c)

- Litología

Grupo compuesto por materiales detríticos, entre los que destacan conglomerados poligénicos de color ocre rojizo o anaranjado, de clastos bien rodados, y diámetros comprendidos entre 1 y 15 cm.

Los niveles arenosos asociados a los términos anteriores son de grano grueso y medio, composición cuarcítica y buena cementación. Esta asociación arenoso-conglomerática se organiza en paquetes de potencias decimétricas a métricas.



FOTO Nº 52. *Aspecto que presenta un paquete de conglomerados poligénicos del grupo 223c, en el cerro Linares, al S de la estación de Aguilar.*



FOTO Nº 53. *Detalle de un nivel de microconglomerados, de naturaleza poligénica, del grupo 223c.*

Los términos lutíticos asociados a estas litologías detríticas groseras son de color ocre rojizo a anaranjado y alcanzan potencias métricas a decamétricas.

Otra asociación de facies del grupo es la compuesta por niveles calcáreos y lutitas versicolores. Son porcentualmente minoritarias, siendo las capas calcáreas poco potentes en general (25 a 50 cm de media, y hasta 3-5 m máximo).

La edad de estos materiales es Malm.

- Estructura

La estratificación se organiza en canales de potencias decimétricas a métricas (0,5 a 6 m).

La estructura es de fuerte plegamiento, con buzamientos variables, e intensa fracturación.

Este grupo aflora en los cuadrantes correspondientes a la Hoja de Prádanos de Ojeda.

La potencia del grupo es variable, siendo la media de 8-15 m, y con valores máximos de unos 50 m.

- Geotecnia
 - Permeabilidad: Media-baja. Drenaje profundo moderado y escorrentía activa.
 - Problemas geomorfológicos: Laderas estables.
 - Taludes artificiales observados: No se han observado.
 - Taludes recomendados: Taludes bajos con pendientes subverticales. Posible riesgo de desprendimientos en zonas muy fracturadas.
 - Capacidad portante: Media-alta.
 - Ripabilidad/Excavabilidad: No ripable.
 - Empleo: No se considera útil como material canterable.

CALIZAS Y DOLOMIÁS GRISES TABLEADAS, CARNIOLAS, CALIZAS BIOCLÁSTICAS Y OOLÍTICAS, (221)

- Litología

El grupo está constituido por un tramo inferior de calizas y dolomías de color gris, en capas centimétricas a métricas, que intercalan algunos niveles de calizas nodulosas. La dolomitización es de tipo secundario y afecta de una manera variable en intensidad a diferentes niveles del tramo.

Un tramo intermedio está representado por un potente conjunto de dolomías cristalinas oquerosas, brechas dolomíticas en bancos métricos y calizas dolomíticas laminadas en bancos de 0,5 a 2 m.

El grupo culmina con un tramo superior, de aspecto tableado, de calizas y dolomías de espesores centimétricos a métricos, que intercalan calizas dolomíticas, carniolas y dolomías brechoides.



FOTO N° 54. Dolomías brechificadas pertenecientes al Lías (Grupo 221).

Son materiales de dureza media-alta.

La edad de este grupo es Lías y representa el tránsito del Triásico al Jurásico.

- Estructura

Este grupo constituye el conjunto carbonatado que se dispone estratigráficamente sobre los materiales arcillosos en Facies Keuper (213), ligado al principal nivel de despegue regional. Por tanto está implicado en los más importantes accidentes tectónicos de la región y se muestra con un alto grado de deformación, plegamiento y fracturación. La estratificación es neta, con un característico aspecto tableado.

Morfológicamente dan origen a cerros de pendientes acusadas, que destacan topográficamente del entorno.

Los afloramientos de este grupo se distribuyen por todo el área representada por materiales mesozoicos.

La potencia varía entre 110 y 250 m.



FOTO N° 55. *Contacto de los limos y arcillas del Triásico Superior (Grupo 213) con las calizas y dolomías del Jurásico Inferior (Grupo 221), en una zona donde han sido extraídos áridos del coluvial que recorre el pie de la ladera, para la construcción de caminos rurales. Próximo a la localidad de Pozancos.*

- Geotecnia

- Permeabilidad: Alta. El drenaje es bueno en superficie y profundidad.
- Problemas geomorfológicos: Laderas con pendientes de hasta 40°, sin signos evidentes de inestabilidad.
- Taludes artificiales observados:
 - Pendientes: Taludes bajos de 80°.
 - Problemas: No se observan.
- Taludes recomendados: Taludes medios y altos con pendientes subverticales. Posible riesgo de desprendimientos en zonas muy fracturadas.
- Capacidad portante: Alta.

- Ripabilidad/Excavabilidad: No es ripable, salvo áreas muy tectonizadas y la montera más descomprimida.
- Empleo: Útil como material canterable. Especial interés representan las dolomías de este grupo.

ALTERNANCIA DE CALIZAS, MARGAS Y MARGOCALIZAS CON LUTITAS Y CALIZAS BIOCLÁSTICAS, (220)

- Litología

Grupo formado por un conjunto característico de alternancias rítmicas calizo-margosas, con niveles calcáreos intermedios, y margolutíticos.

Las margas tienen coloraciones verdes y grises, con una alteración que origina un característico color blanquecino. El espaciado de la alternancia más frecuente es decimétrico, con capas centimétricas y métricas tanto de margas como de calizas y margocalizas, que presentan colores blancos, grises y ocres. Las margas son algo arcillosas y cohesivas.

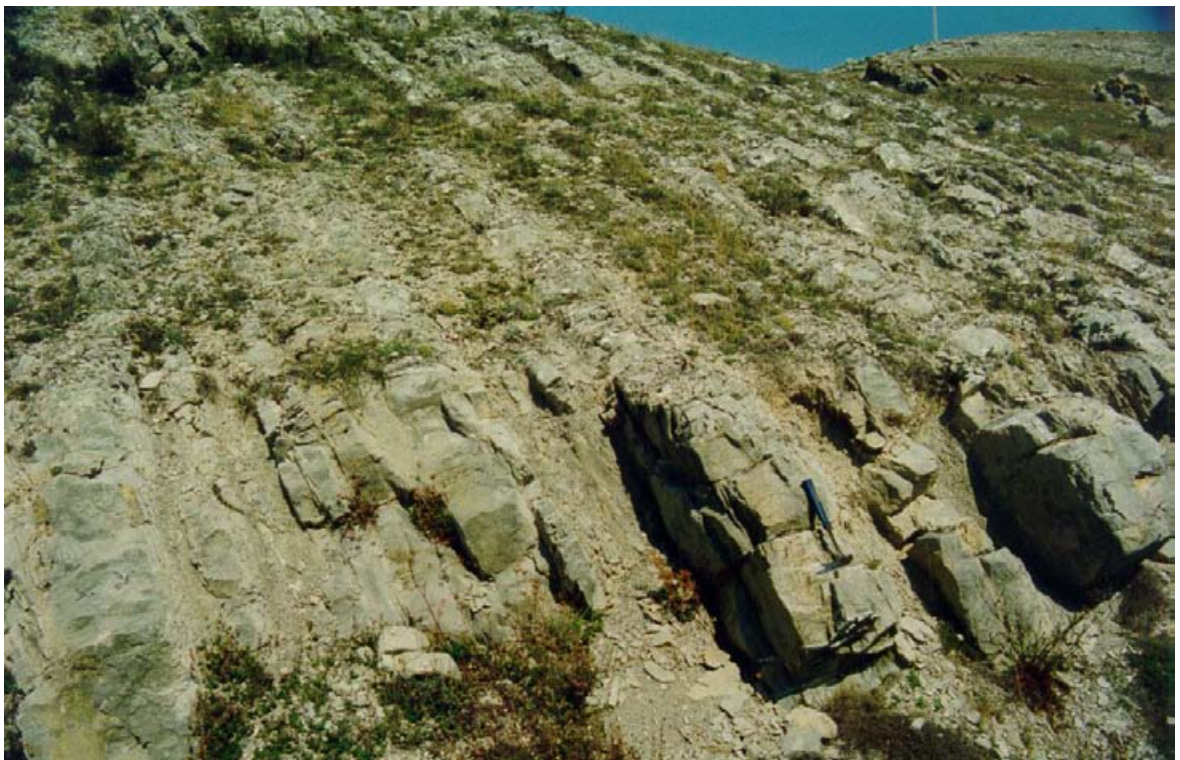


FOTO Nº 56. *Alternancia rítmica de calizas, margas y margocalizas en el cerro Solera, al N de la estación de Aguilar (grupo 220).*

Los términos calcáreos intermedios tienen un color gris claro y se presentan generalmente en niveles de potencia métrica (entre 3 y 10 m, y hasta 20 m), separados por intervalos margosos de espesor variable (5 m máximo). Las calizas son duras y compactas, y de dureza media las calizas margosas.

Las margolutitas se sitúan por encima de los niveles calcáreos, alcanzando un espesor de entre 7 y 10 m. Pueden aparecer lutitas negras ricas en bitumen y con mineralizaciones de sulfuros.

La edad de este grupo es Jurásico.

- Estructura

Estratificación en características alternancias rítmicas, y niveles calcáreos que resaltan claramente en los afloramientos con un perfil lenticular.

Estructura que presenta un plegamiento muy marcado con buzamientos variables e intensa fracturación.

Los afloramientos de este grupo se distribuyen por todo el área representada por materiales mesozoicos.

La potencia de este grupo es muy variable, comprendida entre 160 y 240 m.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Media-baja. El drenaje superficial es bueno, y deficiente el profundo.

- Problemas geomorfológicos: En laderas transversales a los planos de estratificación, las pendientes son de 30°-40° y se muestran estables.

- Taludes artificiales observados:

Pendientes: Taludes bajos de 60° a 70°.

Problemas: No se observan.

- Taludes recomendados: Las pendientes variarán en función de la estructura, principalmente de la orientación y buzamiento de la estratificación. En condiciones favorables pueden adoptarse pendientes de hasta 70° en taludes medios.

- Capacidad portante: Media-alta.
- Ripabilidad/Excavabilidad: Ripabilidad marginal, en función de la potencia de los niveles calizos, que pueden llegar a ser no ripables. Los bancos calizos de potencia métrica son no ripables.
- Empleo: Los bancos calizos pueden ser canterables, aunque con calidad muy variable.

LUTITAS ROJAS Y VERDES CON YESOS, (213)

- Litología

Materiales lutítico-arcillosos organizados en secuencias de oxidación-reducción, de espesor métrico. El intervalo de reducción corresponde a arcillas margosas verdes y versicolores, en ocasiones yesíferas. El de oxidación corresponde a arcillas rojas.



FOTO Nº 57. Ladera fuertemente incidida por la erosión, donde afloran lutitas y arcillas pertenecientes al Triásico Superior en Facies Keuper (grupo 213). Norte de Aguilar de Campóo.

Se observa, en algunos puntos, la existencia de niveles de yeso centimétricos dispersos dentro del grupo. En Aguilar de Campóo el grupo culmina con un potente paquete decamétrico de margas yesíferas y yesos nodulosos y laminados.

La presencia de niveles limolíticos ocreos centimétricos y de areniscas de grano fino cementadas, centimétricos a decimétricos, es minoritaria.

La alterabilidad de estos materiales hace que frecuentemente se hallen recubiertos de un potente suelo arcilloso (en torno a 1 m) de origen coluvio-eluvial.

La edad de este grupo es Triásico Superior, en Facies Keuper.

- Estructura

Son materiales muy plásticos, y esta propiedad facilita la implicación del grupo en la tectónica regional, favoreciendo la existencia de niveles de despegue a esta altura estratigráfica.

Estos materiales afloran en todo el área ocupada por los terrenos mesozoicos, pero sólo adquieren cierta representación en los cuadrantes correspondientes a la Hoja de Prádanos de Ojeda.

La potencia del grupo es difícil de estimar por las implicaciones tectónicas y la mala calidad de los afloramientos. Los espesores mínimos observados varían entre los 50 y 100 m.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Impermeable. Drenaje superficial y profundo deficiente, con posibilidad de encharcamientos temporales. Problemas de agresividad de las aguas debido a la fácil disolución de los yesos, las aguas se cargan de iones sulfato, con lo cual su poder corrosivo frente a los aglomerantes hidráulicos ordinarios se eleva considerablemente.
- Problemas geomorfológicos: En las laderas suelen observarse fluencias lentas de estos materiales, y ocasionales deslizamientos superficiales. Las pendientes son muy tendidas, inferiores a 30°.



FOTO N° 58. Área de mal drenaje, con materiales del Keuper en el substrato, situada al Norte de Aguilar de Campóo, muy próxima a la Fuente del Pozo. Corresponde a una zona aluvial que se encharca con facilidad en épocas de lluvia, dando incluso origen a una pequeña laguna con precipitación de sales.

- Taludes artificiales observados:

Pendientes: En taludes bajos las pendientes son de 45°.

Problemas: Deslizamientos superficiales por alteración, y de mayor envergadura cuando existe un drenaje deficiente del agua de escorrentía.

- Taludes recomendados: 30° en taludes bajos, incluso más verticalizados cuando la trabazón de yesos es suficiente.
- Se debe cuidar en extremo el drenaje superficial de los mismos, y evitar erosiones.

- Capacidad portante: Baja, en especial en zonas de drenaje deficiente. Posibilidad de asientos diferenciales bruscos y hundimientos debido a la existencia de yesos. Por último, las arcillas pueden presentar problemas de expansividad.
- Ripabilidad/Excavabilidad: Excavable con mayor o menor dificultad.
- Empleo: Se consideran inadecuados como préstamo.

ARCILLAS Y ARENAS ROJAS CON NIVELES CONGLOMERÁTICOS POLIGÉNICOS, (200)

- Litología

Arcillas y arenas con niveles conglomeráticos poligénicos, habiéndose diferenciado las intercalaciones calcáreas que contiene como grupo 223b.

Las arcillas son marcadamente limosas, de tonos rojos y versicolores, cohesivas y bastante plásticas.

Los conglomerados poligénicos son de colores variados y los clastos suelen ser centimétricos. Con frecuencia forman un único nivel de espesor métrico a decamétrico, que se sitúa muy próximo a la base del grupo. Son de dureza media.

Los niveles arenosos son de color rojizo, grano grueso a medio, y se organizan en paquetes de potencia decimétrica a métrica. Son poco compactas y sin cementación apreciable.

Los términos lutíticos asociados a estas litologías detríticas groseras suelen ser de color rojo anaranjado, con potencias métricas a decamétricas, y organizados en ciclos de oxidación-reducción.

Este grupo corresponde la Facies Purbeck, que caracteriza el límite Jurásico-Cretácico.

La alterabilidad de estos materiales hace que frecuentemente se hallen recubiertos de un suelo arcilloso-arenoso, poco potente, de origen coluvio-eluvial, de plasticidad alta y con abundante materia orgánica que se acumula en las vaguadas.

- Estructura

Suele originar una depresión topográfica de frecuentes tonos rojizos.

La estructura que ofrecen es la de plegamiento con buzamientos variables y fracturación escasa.

Los materiales de este grupo afloran en la Hoja de Villadiego.

El espesor de este grupo puede alcanzar los 400 m.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Permeabilidad muy baja, con drenaje profundo nulo y mala escorrentía superficial.

- Problemas geomorfológicos: Este grupo presenta una cierta inestabilidad en las laderas donde aflora, dando lugar a frecuentes deslizamientos superficiales.

- Taludes artificiales observados:

Pendientes: Los taludes superiores a 30° muestran signos de inestabilidad.

Problemas: La falta de drenaje profundo permite la saturación del nivel de alteración superficial y de los estratos arcillosos impermeables, que fluyen con facilidad.

- Taludes recomendados: En taludes medios las pendientes habrán de ser inferiores a 30°. Debe cuidarse en extremo el drenaje superficial y proteger a los taludes de la erosión.

- Capacidad portante: Media o baja, con posibles asientos diferenciales.

- Ripabilidad/Excavabilidad: Excavable con medios mecánicos normales, y ripables los niveles areniscosos y conglomeráticos bien cementados.

- Empleo: Se consideran inadecuados como préstamo.

3.4.5. Grupos geotécnicos

Las formaciones geológicas individualizadas en el apartado anterior como grupos litológicos, se agrupan según ciertas características geotécnicas comunes. A estas agrupaciones se les denomina en este Estudio "grupos geotécnicos", y en la Zona 3 son las siguientes:

- Grupo geotécnico G1

Aluviones actuales del cauce de los ríos y arroyos de la Zona 3. Son gravas y arenas de naturaleza poligénica, dominando el carácter silíceo, y limos abundantes. Problemas de dinámica fluvial. Capacidad portante baja. Depósitos adecuados o tolerables para préstamos.

El grupo geotécnico G1 está constituido por el grupo litológico A.

- Grupo geotécnico G2

Terraza baja aluvial o llanura de inundación. Son limos más o menos arenosos, con gravas y arenas silíceas que constituyen lechos importantes y discontinuos. Problemas locales de escorrentía superficial y socavación. Capacidad portante de media a baja. Posibles asientos diferenciales. Materiales parcialmente adecuados o tolerables como préstamos.

El grupo geotécnico G2 está constituido por el grupo litológico A1.

- Grupo geotécnico G3

Terrazas y raña. Materiales detríticos constituidos mayoritariamente por gravas y arenas de naturaleza silícea y, en menor proporción, calcárea. Formaciones permeables, sin problemas importantes en taludes naturales o de excavación, dadas las potencias normales de estos depósitos. En el caso de taludes importantes en que estos materiales queden colgados en la coronación de los mismos, se pueden originar problemas de estabilidad relacionados con la posible presencia de niveles freáticos colgados en el contacto de estos con el substrato, generalmente impermeable. La capacidad portante debe considerarse moderada en principio, y prever la posibilidad de que el horizonte freático que pueda existir en el contacto de estos materiales con el substrato impermeable llegue a provocar asientos diferenciales. Materiales adecuados o tolerables como préstamos, y localmente pueden constituir yacimientos granulares.

El grupo geotécnico G3 está constituido por los grupos litológicos T y 322.

- Grupo geotécnico G4

Coluvio-aluviales de arroyos y vaguadas de la Zona 3. Son limos y arcillas generalmente arenosos, con gravas y gravillas dispersas de naturaleza silícea. Materiales con permeabilidad baja, capacidad de soporte baja a muy baja, y no utilizables como préstamos.

Constituyen este grupo geotécnico el grupo litológico AC.

- Grupo geotécnico G5

Coluviales y conos de deyección asociados a las laderas y vaguadas de la Zona 3. Son limos y arcillas arenosos con gravas poligénicas, generalmente calcáreas. Materiales con permeabilidad y capacidad de carga bajas e inmersos con bastante frecuencia en procesos de inestabilidad. Se consideran parcialmente útiles como préstamos.

Este grupo geotécnico está constituido por los grupos litológicos C y D.

- Grupo geotécnico G13

Alternancia de calizas y margas con limos y lutitas. Los niveles calcáreos se encuentran total o parcialmente dolomitizados. Calizas y dolomías son duras y compactas, y las margas son cohesivas y plásticas.

Estos materiales afloran principalmente en las laderas, en la base de las mesas, por lo que este grupo está frecuentemente cubierto por derrubios. Las laderas no suelen manifestar problemas de estabilidad.

La permeabilidad es, en general, media, habiendo niveles impermeables. Las pendientes de los taludes de excavación variarán en función de la estructura, principalmente de la orientación y buzamiento de la estratificación. En condiciones favorables pueden adoptarse pendientes de hasta 70° en taludes medios, que se degradan muy lentamente. La capacidad portante es media-alta. Los grandes bancos calcáreos no son ripables, y las margas y capas calcáreas incluidas en ellas se consideran ripables en la capa superficial alterada (2-3 m). No son materiales canterables en general, salvo bancos calizos muy potentes, pero los productos de desmonte pueden utilizarse como préstamo en terraplenes.

Este grupo geotécnico está constituido por los grupos litológicos 220 y 232a.

- Grupo geotécnico G14

Margas, a veces limolíticas, con intercalaciones de arenas, calizas margosas y calcarenitas, recubiertas por un potente suelo arcilloso de origen coluvio-eluvial. Las margas son cohesivas y plásticas.

Este grupo se sitúa intercalado entre los farallones calcáreos de las mesas o loras.

Son materiales impermeables y en las laderas donde afloran se observan ligeros signos de inestabilidad. En taludes bajos con pendientes mayores de 50°-55°, se pueden producir deslizamientos y reptaciones por solifluxión al mojarse la capa alterada superficial. La capacidad portante es media. Son materiales ripables, incluso las capas calcáreas intercaladas.

Este grupo geotécnico está constituido por el grupo litológico 232b.

- Grupo geotécnico G15

Calizas, calcarenitas, calizas dolomíticas y dolomías. Son rocas duras y compactas. Este grupo destaca claramente en el relieve, al constituir cerros y la coronación y los resaltes topográficos de las características mesas o loras.

La permeabilidad es alta y el drenaje es bueno. Los problemas más acusados en las laderas donde afloran son los desprendimientos de grandes bloques y masas de roca. También se observan procesos de karstificación que pueden dar lugar a inestabilidades por hundimientos. Los taludes pueden ser subverticales, pero con riesgo de socavaciones y desprendimientos locales en zonas de mayor fracturación. La capacidad portante es alta. No son ripables y se consideran útiles como material canterable, especialmente las dolomías de este grupo.

Este grupo geotécnico está constituido por los grupos litológicos 221, 223b y 232c.

- Grupo geotécnico G16

Areniscas y conglomerados cuarcíticos, con grados de cementación en general bajos, y localmente buenos. Se intercalan niveles de limos arcillosos, lutitas y margas arenosas. Los conglomerados y areniscas son poco compactos y ligeramente disgregables, y los limos y lutitas son cohesivos y de compacidad media.

El grupo se presenta generalmente en las zonas bajas de las laderas y fondos de los valles, dando notables resaltes topográficos.

La permeabilidad es baja, con presencia de niveles freáticos colgados. Las laderas donde afloran con bajos grados de cementación muestran erosiones importantes, con fuertes barrancos y acarcavamientos. También los bancos limolíticos se alteran fácilmente por lo que, en las áreas donde predominan, se producen frecuentes inestabilidades, más acusadas cuando se trata de niveles carbonosos que, al estar empapados en agua, fluyen con facilidad. En desmontes, se recomiendan taludes medios de 45°-55°. La capacidad portante es media-alta. Ripable en general, salvo niveles bien cementados de arenisca y conglomerados. Localmente pueden ser aprovechados como material granular en ciertas áreas donde aparecen alterados superficialmente, siendo, en conjunto, un buen material de préstamo.

Este grupo geotécnico está constituido por los grupos litológicos 223c y 231a.

- Grupo geotécnico G17

Conglomerados, areniscas, limolitas y lutitas, que se presentan, por regla general, poco o nada cementados y con escasa cohesión. Generalmente se encuentren recubiertos por un potente suelo arenoso de origen coluvio-eluvial, con abundante materia orgánica.

Ocupan zonas deprimidas, fondos de valle y vaguadas.

Permeabilidad media. El drenaje puede ser deficiente en zonas deprimidas y llegar a producirse encharcamientos. Laderas con problemas de estabilidad, numerosos deslizamientos fósiles de gran envergadura, donde es frecuente la presencia de niveles freáticos colgados, y fuertes erosiones. Pueden adoptarse pendientes casi verticales en taludes bajos, sin riesgo de deslizamiento, aunque la erosión y degradación es muy intensa. En taludes medios se recomienda una inclinación de 35°. Capacidad portante media. Excavable con medios mecánicos normales, y ripables aquellos niveles mejor cementados. Localmente pueden ser aprovechados como material granular y, en conjunto, constituyen un buen material de préstamo.

Este grupo geotécnico está constituido por el grupo litológico 230b.

- Grupo geotécnico G18

Predominan los términos lutítico-arcillosos, cohesivos y bastante plásticos, junto con areniscas y niveles de microconglomerados, bien cementados en unos casos, y poco compactos y sin cementación apreciable en otros, donde se muestran fácilmente disgregables. Soportan un suelo coluvio-eluvial arcilloso de poca potencia pero de plasticidad alta y con abundante materia orgánica que se acumula en las vaguadas.

Estos materiales afloran principalmente en zonas deprimidas.

La permeabilidad es muy baja, con mal drenaje superficial y encharcamientos en zonas deprimidas. Presenta una cierta inestabilidad en las laderas donde aflora, dando lugar a frecuentes deslizamientos, y niveles freáticos colgados que favorecen los procesos de inestabilidad. Los desmontes con taludes medios superiores a 30° serán inestables; se observan acaravamientos, arrastres y pequeños deslizamientos superficiales. La falta de drenaje profundo permite la saturación del nivel de alteración superficial y de los estratos arcillosos y carbonosos impermeables, que fluyen con facilidad. La capacidad portante es media a baja, con posibles asientos diferenciales. Excavable con medios mecánicos normales, y ripables los niveles areniscosos bien cementados. No se consideran adecuados como préstamo.

Este grupo geotécnico está constituido por los grupos litológicos 200 y 230a.

- Grupo geotécnico G19

Grupo de gran variedad litológica compuesto por calizas, calizas margosas, calcarenitas, margas, lutitas y arcillas, con niveles areniscosos y lutitas carbonosas con intercalaciones lignitíferas. Se desarrollan suelos coluvio-eluviales de poco espesor de arcillas más o menos arenosas.

Permeabilidad, en general, media-baja, con grandes variaciones en función de la litología de que se trate. Las laderas presentan problemas relacionados con la presencia de freáticos colgados, que pueden alterar y provocar inestabilidades en los niveles más lábiles. La pendiente de los taludes de excavación será muy variable, en función de la litología dominante y su disposición estructural. En taludes bajos y medios, con pendientes de 30° a 40° en lutitas, se observan acaravamientos y pequeños deslizamientos superficiales, así como caída de bloques de los niveles calizos, por diaclasado y erosión diferencial. La capacidad portante es muy variable, de

media a buena en los tramos con predominio de materiales lutíticos, areniscosos y carbonatados; es baja en aquellos otros margosos, arcillosos y carbonosos. Lutitas y margas son ripables, así como los 2-3 m superficiales de areniscas. Las calizas no son ripables. No se consideran canterables, pero los productos de excavación pueden ser empleados como rellenos, a excepción de arcillas, margas y niveles carbonosos.

Este grupo geotécnico está constituido por los grupos litológicos 223a y 230c.

- Grupo geotécnico G20

Materiales lutítico-arcillosos, con arcillas margosas, en ocasiones yesíferas, margas yesíferas y yesos. Frecuentemente se hallan recubiertos de un suelo arcilloso de origen coluvio-eluvial. Son materiales plásticos.

Impermeables, con drenaje superficial y profundo deficiente, y posibilidad de encharcamientos temporales. Problemas de agresividad de las aguas. En las laderas suelen observarse fluencias lentas, y ocasionales deslizamientos superficiales. Se adoptarán pendientes de 30°-45° en taludes medios, incluso más verticalizados cuando la trabazón de yesos sea suficiente, debiéndose cuidar en extremo el drenaje superficial, y evitar erosiones. La capacidad portante es baja, en especial en zonas de drenaje deficiente, con posibilidad de asientos diferenciales bruscos y hundimientos. Posible presencia de arcillas expansivas. Excavable con mayor o menor dificultad.

Este grupo geotécnico está constituido por el grupo litológico 213.

3.4.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona 3

Los mayores problemas surgirán donde afloran los grupos 230a, 230b, 213 y 200, que constituyen áreas con unas desfavorables condiciones constructivas.

Los grupos 230a y 200 presentan algunos deslizamientos en las limolitas y areniscas que los constituyen, así como de los suelos que yacen sobre ellos. Estos deslizamientos son más frecuentes cuando la pendiente topográfica coincide con la pendiente estructural. Los problemas pueden ser considerables para trazados en túnel. Los taludes de excavación, debido a su alta labilidad e inestabilidad, no permiten inclinaciones superiores a 30°. En áreas deprimidas pueden presentarse problemas de drenaje, con lo que su capacidad portante queda notablemente reducida.

El grupo 230b presenta numerosos problemas, en gran parte derivados de la escasa cohesión que presentan estos materiales. Las laderas muestran numerosos deslizamientos fósiles de gran envergadura, donde es frecuente la presencia de niveles freáticos colgados, y fuertes erosiones. Es frecuente la degradación de taludes y aterramiento de las cunetas. Por otro lado pueden producirse encharcamientos en algunas zonas deprimidas.

La Facies Keuper, correspondiente al grupo 213, presenta problemas relacionados con el drenaje, la agresividad de las aguas, la estabilidad de laderas y taludes, y la capacidad de carga. El drenaje, tanto superficial como profundo, es muy deficiente, con posibilidad de encharcamientos temporales. Debido a la fácil disolución de los yesos, las aguas que discurren sobre ellos se cargan de iones sulfatos, con lo cual su poder corrosivo frente a los aglomerantes hidráulicos ordinarios se eleva considerablemente. En las laderas suelen observarse fluencias lentas y ocasionales deslizamientos superficiales. La capacidad portante es baja, en especial en zonas de drenaje deficiente, con posibilidad de asientos diferenciales bruscos y hundimientos, debido a la presencia de yesos, y problemas relacionados con la posible presencia de arcillas expansivas.

Los materiales de los grupos 232c, 223a, 223b y 221 pueden presentar problemas al desprenderse bloques calcáreos por socavación de los niveles de margas, o en áreas intensamente fracturadas.

En los grupos 230c y 232b, el problema se presenta al alterarse las margas en superficie, que al empaparse pueden producir deslizamientos en los taludes.

En cuanto a los aluviales y recubrimientos coluvio-eluviales, el mayor problema que presentan es el encharcamiento de algunos aluviales arcillosos, con capacidad portante baja. La mayor dificultad en los coluviales proviene de su falta de cementación, que no permite pendientes fuertes en los taludes de excavación, así como de ciertas áreas donde, al estar empapados, tienden a deslizarse. Cuando se encuentran colgados en las laderas, son de capacidad portante baja a muy baja.

4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO

4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRÁFICOS

Los principales problemas topográficos existentes se localizan fundamentalmente en las Zonas 1 y 3, donde constituyen obstáculos para un fácil trazado de las vías de comunicación; así como en el acceso desde las Zonas 1 y 2, ocupadas por los materiales terciarios de la Cuenca del Duero, a la Zona 3, formada por los relieves mesozoicos de la Cordillera Vasco-Cantábrica. En este sector, que constituye una barrera topográfica, los trazados de las carreteras, en la mayoría de los casos, recorren los pasillos de intercomunicación trazados por los grandes valles.

En la Zona 1, los principales valles se presentan muy encajados y dispuestos según una orientación N-S. Así pues, las carreteras que se tracen con una orientación E-O tendrán la necesidad de ascender desde el fondo de los valles a las plataformas de los páramos y volver a descender sucesivamente. Las diferencias altimétricas no son importantes (unos 120 m), pero las pendientes de las cuestas sí lo son. El ascenso a los páramos es facilitado por los valles transversales creados por los arroyos afluentes de los cauces fluviales más importantes.

La Zona 3 del Tramo se caracteriza por presentar un relieve accidentado, con áreas de morfología montañosa, y una serie de elevaciones amesetadas o Loras que representan las mayores altitudes del Tramo; con pendientes topográficas superiores al 30 por ciento, que dificultan los trazados actuales y van a constituir una dificultad apreciable en los futuros trazados.

En la Zona 2 del Tramo, los relieves alomados, con desniveles poco importantes, van a generar escasos problemas en el trazado de una obra lineal.

4.2. RESUMEN DE PROBLEMAS HIDROLÓGICOS

Los problemas que puede crear el agua en el terreno son importantes y varían en cada caso según la zona de que se trate.

En la Zona 1, los problemas de orden hidrológico podrán surgir como consecuencia de una mala escorrentía superficial, y, muy especialmente, a causa de las aguas surgentes a media ladera, que inciden en la alteración y deformación de los materiales arcillosos y yesíferos miocenos, circunstancias que van a influir muy negativamente en su estabilidad natural y capacidad de carga.

En el caso de taludes importantes en que niveles calizos permeables queden colgados en la coronación de los mismos sobre un substrato margoso impermeable, pueden originarse problemas de estabilidad relacionados con la posible presencia de niveles freáticos colgados en el contacto entre ambos.

En la Zona 2 el agua ejerce un efecto negativo como consecuencia de una mala escorrentía superficial, dada la morfología de este área, de escasa o nula pendiente, y la presencia de terrenos de baja permeabilidad, lo que origina problemas de asentamiento en las carreteras.

También se originan problemas por la existencia de niveles freáticos, presentes tanto en horizontes permeables intercalados en serie miocena, como situados sobre la misma en materiales de edad cuaternaria; unos, próximos a la superficie, y otros, cautivos y colgados en las laderas, aflorando en numerosas surgencias.

La existencia de niveles freáticos en cotas muy próximas a la superficie puede llegar a interferir sobre la plataforma de la carretera, afectando a la capacidad de carga y favoreciendo asentamientos diferenciales. La existencia de niveles freáticos colgados puede dar lugar a problemas de inestabilidad en las laderas y en los taludes de excavación.

Un drenaje efectivo de las aguas de escorrentía y, muy especialmente, de las existentes en freáticos libres cercanos a la carretera, es condición esencial para obtener una capacidad soporte media aceptable.

En la Zona 3 se pueden originar problemas de estabilidad relacionados con la posible presencia de niveles freáticos colgados en las laderas, así como la existencia de áreas con mala escorrentía superficial, con posibilidad de encharcamientos temporales.

Tanto en la Zona 1 como en la Zona 3, el agua que discurre sobre las formaciones yesíferas tiende a disolver los niveles de yeso, cargándose de iones sulfato, con lo cual su poder corrosivo frente a los aglomerantes hidráulicos ordinarios es muy elevado. Por otra parte, la fácil disolución de los yesos puede provocar la aparición de oquedades en profundidad, que al ser sometidas a cargas externas pueden colapsar de forma súbita.

En el caso de los depósitos aluviales, la existencia de un nivel freático a escasa profundidad, influye sobre cualquier tipo de realización a efectuar en la zona.

4.3. RESUMEN DE PROBLEMAS LITOLÓGICOS

En lo concerniente a problemas debidos a la litología, en general, la gran preponderancia de margas y arcillas en toda la serie miocena y cuaternaria de las Zonas 1 y 2, debe considerarse como una característica negativa, debido a su fácil alteración, erosión y deformación, tanto por las aguas de escorrentía superficial como por las que constituyen los freáticos, condicionando la aparición de abundantes fenómenos de inestabilidad.

Hay que destacar la incidencia negativa que representa la existencia de materiales yesíferos, estratificados o dispersos en las margas miocenas que constituyen gran parte de la Zona 1, y en los materiales del Keuper aflorantes en la Zona 3. La fácil disolución de los yesos condiciona la aparición de inestabilidades y favorece la presencia de aguas selenitosas.

En la Zona 3, algunos grupos litológicos están constituidos por materiales susceptibles de crear problemas por sus bajas características geomecánicas. Este es el caso de los materiales margo-arcillosos, margo-yesíferos y yesíferos de las Facies Keuper (grupo 213), los niveles arcillosos de las Facies Purbek y Weald (grupos 230a y 200), y las arenas no cohesivas de la Facies Utrillas (grupo 230b), así como algunas arcillas del recubrimiento coluvial o coluvio-eluvial, inmersas en problemáticas de deslizamiento gravitacional.

La heterogeneidad litológica que puede aparecer en un depósito aluvial, junto con la presencia de niveles freáticos altos, puede ocasionar una serie de problemas mecánicos al ser sometido a cargas.

4.4. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOMORFOLÓGICOS

Los problemas geomorfológicos más importantes que afectan al Tramo de estudio y que pueden incidir en los trazados actuales y futuros de vías de comunicación, se dividen en dos grandes grupos: Problemas de la dinámica de las vertientes y problemas hidrodinámicos.

Los problemas concernientes a la dinámica de las vertientes vendrán caracterizados por los procesos geomorfológicos (tales como deslizamientos, corrimientos, desprendimientos y erosiones) que tengan lugar, y están íntimamente relacionados con la litología, disposición estructural, hidrogeología y climatología de la zona estudiada.

Las áreas afectadas por deslizamientos de ladera son abundantes en las Zonas 1 y 3. En la Zona 1, la inestabilidad de las vertientes adquiere gran significación por el amplio desarrollo de este tipo de fenómenos a lo largo de todas las cuestas que enlazan los páramos con el fondo de los valles.

Los deslizamientos de mayores dimensiones son de tipo circular y relativamente profundos, y aunque la mayoría son actualmente fósiles, pueden ser reactivados fácilmente. Existe otro tipo de deslizamiento más superficial, el corrimiento, que afecta principalmente al recubrimiento coluvio-eluvial de las laderas y al substrato más alterado. Estos corrimientos son generalmente de menor envergadura y en numerosas ocasiones se muestran activos o latentes.

Por otro lado existe el problema de los desprendimientos de rocas, debidos a la combinación de los efectos de fracturación del macizo y de erosión diferencial, que son especialmente importantes en los escarpes más abruptos de la Zona 3.

Los problemas de erosión son importantes en todo el Tramo, existiendo amplias áreas de laderas con profundo desarrollo de cárcavas.

Los problemas hidrodinámicos están relacionados con el riesgo de grandes avenidas en los cursos fluviales del Tramo, principalmente aquellos no regulados por embalses en su cabecera, así como las erosiones por socavación de sus márgenes activas.

4.5. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTÉCNICOS

Los problemas de tipo geotécnico tendrán lugar en los taludes artificiales por inestabilidad gravitacional de los mismos, y en el substrato de apoyo por falta de capacidad de carga y por los asentamientos diferenciales del mismo.

Problemas relacionados con la inestabilidad de taludes

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

- Áreas inestables en laderas

Son áreas de inestabilidad activa, latente y fósil, que se originan en gran parte de los grupos litológicos de edad miocena, especialmente en los que conforman las cuestas que unen los fondos de valle con los páramos (grupos 321c, 321e y 321h), y formaciones mesozoicas en Facies Keuper, Utrillas, margas cretácicas y formaciones arcillosas del Purbek y Weald (grupos 213, 230b, 232b, 200 y 230a), donde se manifiestan problemas de fluencia y deslizamientos circulares profundos.

Se habrá de evitar estas zonas mediante soluciones alternativas y no agravar el problema.

- Desprendimientos y deslizamientos en taludes

Las características estructurales y de alteración de las rocas del Tramo van a incidir de forma negativa en la excavación de taludes, túneles o apoyos en laderas con pendientes acusadas. En formaciones rocosas duras y compactas de considerable potencia (calizas, dolomías, areniscas y conglomerados) los problemas de inestabilidad en taludes estarán ligados al grado de fracturación y alteración.

En formaciones donde alternen capas competentes (calizas o areniscas) e incompetentes (margas o arcillas), las inestabilidades estarán motivadas esencialmente por alteración y erosión diferencial.

En todos estos casos se impondrá siempre la necesidad de estudios detallados de las estructuras locales para evitar desprendimientos y corrimientos.

- Erosiones y acaravamientos

Existen amplias áreas de laderas con profundo desarrollo de cárcavas así como socavaciones por erosión de las márgenes activas de los cursos fluviales.

- Presencia de aguas freáticas

La existencia de horizontes freáticos colgados incide en la alteración y deformación de los materiales margosos, arcillosos y yesíferos, circunstancias que van a influir muy negativamente en su estabilidad natural.

- Drenaje

La 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, pueden ser causa de inestabilidad en los taludes.

Todas estas circunstancias pueden concurrir reunidas o aisladas, en parte importante de los taludes artificiales que se excaven en el Tramo. El grado de incidencia o su importancia a nivel constructivo dependerá, sin duda, de las dimensiones del talud. No obstante, para taludes de alturas medias, los problemas serán en general de carácter moderado.

Problemas relacionados con la capacidad de carga

Los problemas de capacidad de carga y de asientos diferenciales podrán surgir por las siguientes circunstancias:

- Suelos flojos o poco consolidados

Los materiales cuaternarios son en general muy flojos. Ocupan la mayor parte de los valles y el pie de las laderas. La capacidad portante es media a baja, e incluso muy baja en algunas zonas con mal drenaje. En general van a soportar terraplenes, y plantean problemas de rotura o asientos, generalmente diferidos.

Su reducida potencia, en la mayor parte de los casos, hará que los problemas geotécnicos que puedan plantearse en estas áreas, en relación a solicitudes de carga, se resuelvan remitiendo la cimentación al substrato rocoso que recubren.

Necesitan una prospección muy detallada para determinar su naturaleza, potencia y resistencia al corte.

- Áreas inestables en laderas

Problemática ya descrita anteriormente.

- Cambios litológicos bruscos en el substrato de apoyo

Este problema es general en las formaciones cuaternarias y terciarias del Tramo. Puede ocasionar una serie de problemas mecánicos al ser sometidas a cargas similares.

- Zonas kársticas

En los terrenos calcáreos, y en la formación yesífera del Keuper y los terrenos relacionados en profundidad con ella, existe la posibilidad de colapsos gravitacionales en relación con cavidades de disolución kárstica, al incidir sobre ellas cargas externas. Se puede dar en los niveles de calizas de los páramos (grupo 320), aunque sus dimensiones siempre serán muy reducidas.

En principio se deben evitar, principalmente aquellas activas, y más aún en los yesos.

Necesitan una prospección específica mediante fotointerpretación, geofísica y sondeos regularmente espaciados.

- Presencia de aguas freáticas

La existencia de niveles freáticos en cotas muy próximas a la superficie, sobre materiales margosos o arcillosos, pueden llegar a interferir sobre la plataforma de la carretera, afectando a la capacidad de carga y favoreciendo asentamientos diferenciales.

Formaciones de Facies Utrillas, Weald y Purbeck presentan una capacidad de carga deficiente relacionada con la variabilidad litológica y la presencia de niveles saturados.

- Drenaje

El agua ejerce un efecto negativo como consecuencia de una mala escorrentía superficial en áreas de escasa o nula pendiente y terrenos de baja permeabilidad lo que origina problemas de asentamiento en las carreteras.

- Tectonicidad y alteración

La capacidad de carga, que de forma generalizada se estima alta para terrenos mesozoicos, podrá sufrir disminuciones importantes como consecuencia de la alteración y tectonicidad de los materiales.

- Terrenos expansivos

Principalmente arcillas expansivas, propias de los sedimentos terciarios que rellenan la Cuenca del Duero (grupo 300a) y de las facies Keuper (grupo 213).

Los problemas surgirán por la redistribución de la humedad en la "zona activa" como consecuencia de la obra, la existencia de un gradiente de humedad en bordes de calzada, variaciones estacionales de la humedad, etc.

Requerirá recomendaciones en cuanto al tratamiento y mejora de la explanada y firmes.

Todas estas circunstancias están presentes en las carreteras actuales y son causa del mal estado que se aprecia en algunas de ellas.

4.6. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS

En líneas generales, para las grandes obras viales, las líneas de penetración SE-NO podrán señalarse según corredores que vienen obligados por la morfología y características del terreno.

En los itinerarios SE-NO o próximos a esta dirección, las carreteras actuales aprovechan, con bastante frecuencia, los corredores naturales que representan los principales valles, cuya disposición es N-S en su conjunto. Así, el itinerario actual que une Burgos con Aguilar, utiliza en gran medida el valle del río Urbel. El valle del río Pisuegra es el otro corredor natural en itinerarios de dirección Burgos-Aguilar. En general, puede decirse que la gran mayoría de los ríos y grandes arroyos que surcan el Tramo constituyen buenos corredores en sus direcciones respectivas.

Del estudio de las características topográficas y geomorfológicas del Tramo se concluye que, en un itinerario SE-NO, el corredor que presenta mejores condiciones englobaría el trazado actual de la carretera N-120, hasta Villanueva de Argaño; a partir de aquí, y hasta Herrera de Pisuegra, la carretera C-627; y desde este punto hasta Aguilar de Campóo, la carretera N-611, que es el corredor natural del valle del río Pisuegra.

En las Zonas 1 y 3 del Tramo, los posibles corredores alternativos están muy mediatizados por la orografía, mientras que en la Zona 2 son posibles multitud de alternativas, dado que tanto la orografía como los condicionantes geológicos y geotécnicos nunca supondrán impedimentos de gran peso que hagan inviable o difícilmente viable cualquier opción que se estime interesante por la funcionalidad del trazado.

En el corredor SE-NO existe la necesidad de superar desde Burgos, al menos dos veces, las parameras que se hallan entre esta localidad y Villadiego. El trazado más suroccidental accede al Tramo por Pedrosa del Páramo, desde donde desciende hasta Villadiego.

Para lograr un itinerario algo más corto, cabrían otras alternativas al trazado actual por la carretera N-120, pero las dificultades topográficas son notables. Una posibilidad es situar la carretera algo más al Norte, partiendo de la actual carretera local BU-622, que enlaza Burgos y Aguilar siguiendo el valle del río Urbel. Cualquiera de los posibles trazados entre ésta y Villadiego, bien sea por Ros-Los Tremellos-Las Hormazas, o por La Nuez de Abajo-Tobar, supondría la necesidad de ascender desde el fondo de los valles a las plataformas de los páramos en dos o más ocasiones, además de implicar un recorrido más amplio por el páramo, en donde las condiciones meteorológicas siempre serán algo más duras y negativas para la carretera que las de los valles.

Los materiales sobre los que se asienta este corredor presentan como dificultades principales la afección a las margas miocenas de las Facies Cuestas (grupos 321c, 321e y 321h), que aparecen en las laderas de los páramos, y dan origen a deslizamientos frecuentes.

Un acceso alternativo entre Burgos y Villadiego correspondería al que, partiendo del actual trazado de la carretera N-627, entre Burgos y Aguilar, arranca en La Nuez de Arriba y, pasando por Coculina, conduce a Villadiego. El trazado ofrece menos dificultades orográficas, pero tiene un mayor desarrollo.

Desde la localidad de Villadiego, existen dos posibles corredores para un trazado SE-NO, que la comuniquen con Aguilar de Campóo. El primero es accediendo al valle del río Pisuegra, bordeando por el Sur el frente de la Cordillera, y a partir de aquí internándose en ella por el recorrido actual de la N-611. El otro es atravesando la Cordillera hasta el Valle de Valdelucio, y enlazando aquí con el trazado actual de la N-627.

La primera de estas implica adoptar el actual trazado de la carretera comarcal 627, hasta Herrera de Pisuegra, o también optar por otras dos posibilidades más al Norte, que acortarían el recorrido. Una de ellas sería la actual carretera que une Sotresgudo con Alar del Rey, que representa también una mayor complicación orográfica, y otra posibilidad intermedia, sin grandes dificultades, consistiría en enlazar esta carretera, a través del valle del arroyo del Cuérnago, con el valle del río Pisuegra, por San Quirce de Riopisuegra.

Como alternativa al actual corredor, cabe otra posibilidad, que sería comunicar Villadiego con Aguilar a través del Valle de Valdelucio, desde donde enlazaría con el itinerario actual representado por la carretera N-627. Comportaría un menor recorrido, pero a cambio habría de salvarse la dificultad orográfica situada entre Humada y Quintanas de Valdelucio. Este corredor abandonaría el Tramo en Humada.

Los corredores representados constituyen las áreas con menores problemas geotécnicos y de trazado. En resumen, se puede decir que tanto en la Zona 1 como en la Zona 3, son muy pocas las alternativas existentes para el emplazamiento de nuevos trazados fuera de los existentes, que a su vez no constituyen tampoco unos corredores idóneos, dada la difícil topografía a la que tienen que enfrentarse, la estrechez de algunos valles y las fuertes pendientes, que condicionan de forma notable los trazados. Tan sólo en la Zona 2 caben más posibilidades de modificación de los corredores actuales.

En la Figura 23 que se acompaña se han dibujado los corredores considerados en los párrafos anteriores.

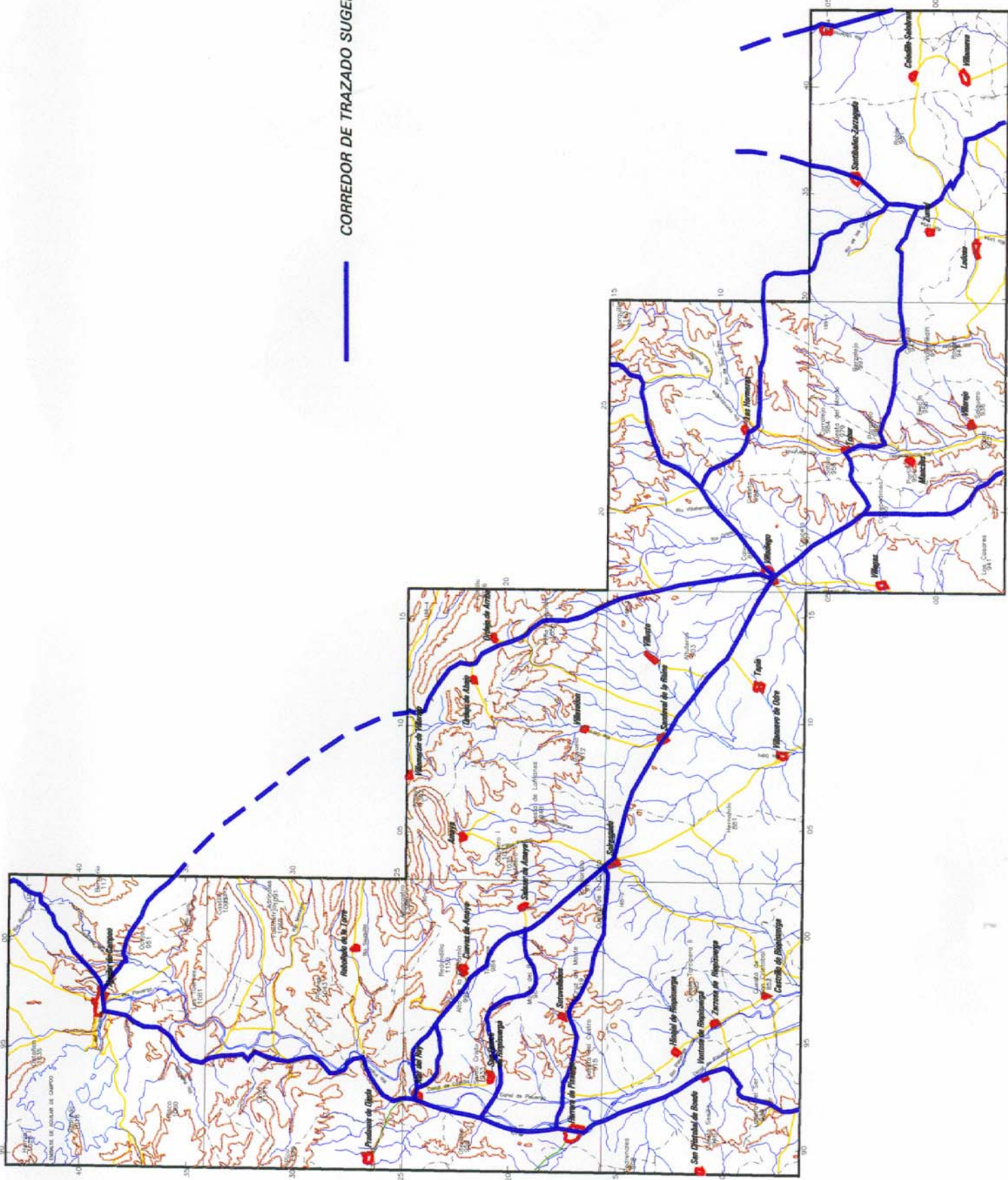


FIG. 23 ESQUEMA DE LOS CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS EN EL TRAMO

Escala 1:200.000

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

5. INFORMACIÓN 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 presenta, de forma ordenada, la información recogida sobre yacimientos y se establece la localización de yacimientos y explotaciones de áridos. Estos datos no constituyen una recopilación sistemática y exhaustiva, aunque pueden ser útiles para futuros trabajos.

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

La explotación de áridos es escasa en todo el Tramo, se hace más intensa en las inmediaciones de Aguilar de Campóo, y disminuye considerablemente en el área terciaria de la Cuenca del Duero.

Se han inventariado 63 yacimientos. De todos estos, tan sólo 8 se encuentran activos en la actualidad, estando el resto abandonados, o explotándose de una forma intermitente, para necesidades locales. El tipo medio de explotaciones es de dimensiones medias y reducidas.

5.2. YACIMIENTOS ROCOSOS

Los principales yacimientos rocosos en el ámbito de la zona de estudio corresponden a calizas y, ocasionalmente, dolomías, con carácter masivo o tableado. Dentro de la utilización general como áridos, se emplean las calizas para capas de rodadura, bases de carretera y áridos para hormigón y escollera.

Los yacimientos rocosos mesozoicos que pueden ser considerados explotables en el Tramo son los correspondientes a las calizas y dolomías del Lías (grupo 221), F. Purbeck (grupo 223b) y Cretácico Superior (grupo 232c). Esporádicamente se han explotado las intercalaciones calcáreas del Dogger (grupo 220). Las calizas cretácicas del grupo 232c son las más abundantes, con grandes reservas, y con buenas características para ser explotadas.

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

Las canteras existentes tienen, en general dimensiones medias, buenos accesos, buenas características de explotabilidad, ya que suelen mostrar frentes naturales de explotación favorables, y su volumen de reservas es elevado, salvo las calizas triásicas.

La explotación en activo de mayor entidad se localiza en el término municipal de Villallano, y extrae las calizas de la Fase Purbeck para obtener áridos de machaqueo para diferentes usos y escollera. Las restantes canteras para aprovechamiento de calizas se encuentran inactivas, destacando por sus dimensiones la realizada para obtener piedra de escollera en el embalse de Aguilar.



FOTO Nº 59. Cantera de Villallano, donde se explotan las calizas del grupo 223b pertenecientes a la Facies Purbeck (Yacimiento YR-9).

Los análisis realizados por el entonces Instituto Geológico y Minero de España para el Mapa de Rocas Industriales (Hoja de Burgos) sobre materiales procedentes del yacimiento YR-2 (grupo 232c) han dado un peso específico aparente de 2,659 g/cm³, coeficiente de absorción 1,361, estabilidad media frente al SO₄Mg 1,812, coeficiente de desgaste "Los Ángeles"(A) de 23,72 y adhesividad media al betún, en tanto por ciento de superficie cubierta, 99,40.

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

Por lo que respecta a los materiales terciarios, el único apto para su empleo en obras de carreteras es la Caliza de los Páramos (grupo 320). Sin embargo, la variabilidad en su composición, que pasa con facilidad de calizas más o menos puras, duras y compactas, a calizas margosas, y la reducida potencia y transformación lateral que sufren las capas calizas potentes, que pasan a alternancias con horizontes margosos, hacen poco viable una explotación a gran escala. En general, las canteras abandonadas existentes, de muy reducidas dimensiones, han aprovechado el nivel superior del páramo, más homogéneo, que representa los 2 a 4 m más superficiales, y donde suele existir un horizonte superior de naturaleza eluvial. Se trata de pequeñas explotaciones inactivas o intermitentes que obtienen bloques de caliza para su uso como material de construcción y áridos de machaqueo.

En la Figura 24 se encuentran situados los yacimientos rocosos del Tramo estudiado, y en el Cuadro nº 5 se especifican las características y la importancia de cada uno.

5.3. YACIMIENTOS GRANULARES

Las arenas y gravas silíceas de la Fase Utrillas se explotan intensamente en la zona, donde se localizan numerosas explotaciones activas que disponen de una planta de tratamiento, donde se efectúa el lavado y clasificación de los materiales, con aprovechamiento para material de construcción y distribución local. La más grande es la cantera de Quintanilla de las Torres (YG-40). Los accesos no presentan ninguna dificultad, la explotabilidad es buena y las reservas medianas.

En el Tramo existen diversas explotaciones de materiales granulares, tanto activas como abandonadas, que han utilizado materiales integrantes de las formaciones miocena, plio-cuaternaria y cuaternaria. La formación detrítica constituyente del grupo 300a (Facies Tierra de Campos y Grijalba-Villadiego, principalmente), ha sido objeto de numerosas extracciones de arenas finas, así como de las arenas y gravas de los paleocauces intercalados en la serie (grupo 321a). Estos últimos materiales tienen utilidad como fuente de áridos, pero con una importancia muy limitada, dada su escasa potencia y reducida continuidad lateral, y el hecho de encontrarse en algunos puntos parcialmente cementados. Existen aprovechamientos locales reducidos, generalmente de actividad intermitente.

En general, son yacimientos que reúnen un volumen de reservas muy elevado, buena explotabilidad y dificultades en los accesos, especialmente en época de lluvias.

En cuanto a los depósitos plio-cuaternarios, su interés está limitado a puntos muy concretos, debido a que en numerosas ocasiones se encuentran en zonas de difícil acceso, o presentan potencias muy reducidas.

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

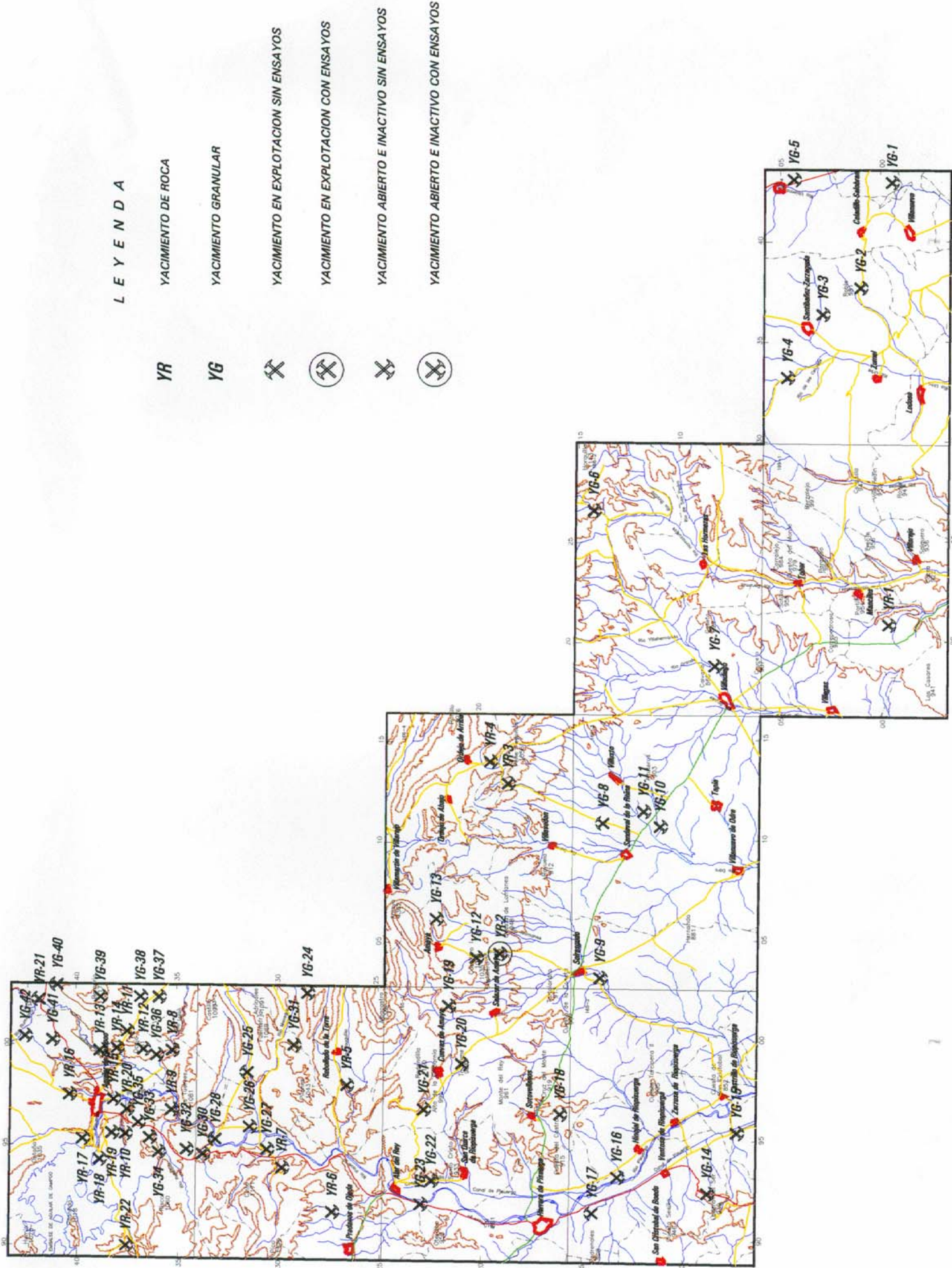


FIG. 24 ESQUEMA DE SITUACION DE YACIMIENTOS ROCOSOS Y GRANULARES.

Escala 1:200.000

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

CUADRO N° 5. RESUMEN DE YACIMIENTOS ROCOSOS

SÍMBOLO	INTERÉS	SITUACIÓN	GRUPO LITOLÓGICO	MATERIAL	ACCESOS
YR-1	Inactivo Sin interés	199-1	320	Caliza	Próximo a Pedrosa del Páramo, hay caminos de acceso
YR-2*	Inactivo Con interés	166-4	232c	Caliza	Próximo al P.K. 18 de la carretera local de Sotresgudo a Amaya
YR-3*	Inactivo Con interés	166-4	232c	Caliza	Próximo a la carretera local entre Ordejón de Arriba y Rioparaiso
YR-4	Inactivo Interés reducido	166-4	223b	Caliza	En la carretera de Barrios de Villadiego a Ordejón de Arriba
YR-5*	Inactivo Con interés	133-2	221	Caliza	En la carretera local de Villela a Rebolledo de la Torre
YR-6	Inactivo Sin interés	133-2	Q	Travertinos	Por un camino que parte del P.K. 91 de la carretera N-611
YR-7*	Inactivo Con interés	133-2	221	Caliza	En la carretera local de Puebla de San Vicente a Becerril de Carpio
YR-8*	Activo Gran interés	133-1	223b	Caliza	Por carretera desde Villallano, o desde el P.K. 3,4 de la carretera comarcal C-622
YR-9*	Inactivo Con interés	133-1	232c	Caliza	Por un camino que parte de la carretera local entre Valoria de Aguilar y Villaescusa de las Torres
YR-10*	Inactivo Con interés	133-1	223b	Caliza	En Valoria de Aguilar, por un camino próximo al P.K. 105 de la carretera N-611
YR-11	Inactivo Interés reducido	133-1	223b	Caliza	En el P.K. 2,9 de la carretera comarcal C-622. Próximo a la estación de Aguilar de Campóo

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

CUADRO N° 5. RESUMEN DE YACIMIENTOS ROCOSOS (continuación)

SÍMBOLO	INTERÉS	SITUACIÓN	GRUPO LITOLÓGICO	MATERIAL	ACCESOS
YR-12*	Inactivo Con interés	133-1	221	Caliza	En Camesa, P.K. 1,8 de la carretera comarcal C-622
YR-13*	Inactivo Con interés	133-1	223b	Caliza	Por un camino que parte del P.K. 110,25 de la carretera N-611
YR-14	Inactivo Sin interés	133-1	221	Caliza	Por un camino que parte del P.K. 110,25 de la carretera N-611
YR-15	Inactivo Interés reducido	133-1	221	Caliza	Próximo a Aguilar de Campóo, en el P.K. 108,75 de la carretera N-611
YR-16*	Inactivo Con interés	133-1	221	Caliza	Por un camino que parte del P.K. 0,6 de la carretera de Aguilar de Campóo a Néstar
YR-17	Inactivo Interés reducido	133-1	221	Caliza	Próximo a Aguilar de Campóo
YR-18*	Inactivo Con interés	133-1	223b	Caliza	Próximo a la presa del embalse de Aguilar
YR-19	Inactivo Interés reducido	133-1	220	Caliza	Próximo a Aguilar de Campóo, en la carretera de esta localidad a Foidada
YR-20	Inactivo Interés reducido	133-1	221	Caliza	Próximo a Aguilar de Campóo, al Sur de esta localidad
YR-21	Activo Sin interés	133-1	231a	Arenisca	Próximo a Quintanilla de las Torres
YR-22*	Inactivo Con interés	133-1	221	Caliza	Próximo a Foidada, en la carretera de esta localidad a Aguilar de Campóo

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



FOTO N° 60. Explotación de áridos, actualmente inactiva, de los paleocanales conglomeráticos que constituyen el grupo 321a, en las cercanías de Cotovellanos (Yacimiento YG-18).

Los yacimientos más importantes de depósitos cuaternarios (aluviales, terrazas y glaciares) se localizan en el valle del río Pisuerga y terrazas del río Odra, donde se obtienen áridos naturales provenientes de grava silíceas englobadas en una matriz limo-arenosa.

En el valle del río Pisuerga el mayor interés radica en las terrazas bajas y llanura aluvial, donde la potencia de estos materiales supera los 4-6 m, su extensión es grande, y muestran relativa homogeneidad. Actualmente existen una serie de explotaciones en actividad, de las cuales la más importante se localiza en las proximidades del P.K. 77,750 de la carretera N-611 (YG-17). Se trata de una actividad extractora y clasificadora establecida con carácter continuo y cuyo desarrollo está asociado principalmente a la mejora del trazado y firme de la carretera N-611.

Las terrazas del río Odra también constituyen importantes depósitos de áridos. En la actualidad se explotan estos materiales en las proximidades de Sandoval de la Reina (YG-8).

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



FOTO N° 61. Explotación intermitente de áridos en las proximidades del P.K. 112+300 de la CN-611. Se extraen gravas silíceas de la “raña” (grupo 322).

También han sido aprovechados los aluviales y terrazas de los ríos Ubierna, Brullés y Ríofresno. Los aluviales del resto de los ríos del Tramo son eminentemente limo-arcillosos, y sus terrazas son de escasa potencia y reducida extensión.

Pequeños aluviales, coluviones y derrubios de ladera (arcillas, margas y cantos de calizas), de escaso desarrollo volumétrico, han constituido puntual y temporalmente buena materia prima para su utilización local como áridos, utilizando el todo-uno extraído como material de préstamo para la reparación de caminos vecinales y subbases de carreteras. Se trata de explotaciones pequeñas, todas ellas inactivas en la actualidad. La accesibilidad y explotabilidad son favorables en general.

Muy puntualmente se han extraído gravas de los glaciares, con potencia métrica, composición cuarcítica, y matriz arenosa y arcillosa.

En la Figura 24 se encuentran situados los yacimientos granulares del Tramo estudiado, y en el Cuadro 6 se especifican las características y la importancia de cada uno.

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

CUADRO N° 6. RESUMEN DE YACIMIENTOS GRANULARES

SÍMBOLO	INTERÉS	SITUACIÓN	GRUPO LITOLÓGICO	MATERIAL	ACCESOS
YG-1	Inactivo Sin interés	200-4	t	Gravas y arenas	Próximo al P.K. 11,7 de la CN-623
YG-2	Inactivo Sin interés	200-4	c	Gravas calcáreas	Próximo a la carretera local de Celadilla-Sotobrín a Las Rebolledas
YG-3	Inactivo Sin interés	200-4	c	Gravas calcáreas	Próximo a la localidad de Santibañez-Zarzaguda, por camino
YG-4	Inactivo Sin interés	200-4	c	Gravas calcáreas	Próximo a la localidad de Ros, por camino
YG-5	Inactivo Sin interés	200-4	c	Gravas calcáreas	Próximo al P.K. 17,1 de la CN-623
YG-6	Activo Con interés	166-2	231a	Arenas	Próximo a la localidad de Coculina, P.K. 82,7 de Coculina a La Nuez de Arriba
YG-7	Inactivo Sin interés	166-2	t	Gravas y arenas	En el P.K. 71 de la carretera local entre Villadiego y Arenillas de Villadiego
YG-8*	Activo Con interés	166-3	T	Gravas y arenas	Próximo a la carretera local entre Sandoval de la Reina y Rioparaiso
YG-9	Intermitente Sin interés	166-3	t	Gravas y arenas	Próximo a la carretera local de Sotresgudo a Barrio de San Felices
YG-10	Intermitente Sin interés	166-3	t	Gravas y arenas	En el P.K. 46,5 de la carretera comarcal 627 entre Villadiego y Sandoval de la Reina
YG-11	Intermitente Interés reducido	166-3	T	Gravas y arenas	En el P.K. 46,15 de la carretera comarcal 627 entre Villadiego y Sandoval de la Reina

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

CUADRO N° 6. RESUMEN DE YACIMIENTOS GRANULARES (continuación)

SÍMBOLO	INTERÉS	SITUACIÓN	GRUPO LITOLÓGICO	MATERIAL	ACCESOS
YG-12	Inactivo Sin interés	166-4	C	Gravas calcáreas	En el P.K. 18,1 de la carretera local de Sotresgudo a Amaya
YG-13	Inactivo Interés reducido	166-4	231a	Arenas	Por un camino que parte de la carretera local de Amaya a Villamartín de Villadiego
YG-14*	Inactivo Con interés	165-2	G	Gravas y arenas	En el P.K. 71,55 de la carretera N-611
YG-15*	Intermitente Con interés	165-2	D	Gravas y arenas	En el P.K. 13,6 de la carretera entre Olmos de Pisuerga y Ventosa de Pisuerga
YG-16*	Intermitente Con interés	165-2	A1	Gravas y arenas	Próximo a Hinojal de Ropisuerga, con camino de acceso
YG-17*	Intermitente Con interés	165-2	T	Gravas y arenas	Por un camino que parte del P.K. 77,75 de la carretera N-611
YG-18	Intermitente Interés reducido	165-2	321a	Gravas y arenas	Próximo a Cotovellanos, por un camino que parte del P.K. 62,8 de la carretera comarcal 627
YG-19	Inactivo Sin interés	165-1	C	Gravas calcáreas	Por un camino que parte de la pista entre Salazar de Amaya y Puentes de Amaya
YG-20	Inactivo Interés reducido	165-1	230b	Arenas	En el P.K. 7,2 entre Cuevas de Amaya y Sotresgudo
YG-21	Inactivo Interés reducido	165-1	230b	Arenas	En el P.K. 5,15 entre Alar del Rey y Cuevas de Amaya
YG-22	Intermitente Interés reducido	165-1	321a	Gravas y arenas	En la carretera local entre Alar del Rey y Barrio de San Vicente
YG-23	Inactivo Interés reducido	165-1	T	Gravas y arenas	En el P.K. 87,65 de la carretera N-611

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

CUADRO N° 6. RESUMEN DE YACIMIENTOS GRANULARES (continuación)

SÍMBOLO	INTERÉS	SITUACIÓN	GRUPO LITOLÓGICO	MATERIAL	ACCESOS
YG-24	Inactivo Sin interés	133-2	C	Gravas calcáreas	Por un camino que parte de la localidad de Castrencias
YG-25*	Activo Con interés	133-2	230b	Arenas	Próximo a la localidad de Villacibío
YG-26*	Inactivo Con interés	133-2	T	Gravas y arenas	Próximo a la carretera entre Mave y Santa María de Mave
YG-27	Inactivo Interés reducido	133-2	231a	Gravas y arenas	Próximo a la carretera entre Puebla de San Vicente y Santa María de Mave
YG-28*	Activo Con interés	133-2	A	Gravas	Próximo al p.k.0,95 de la carretera entre Olleros de Pisuerga y Mave
YG-30*	Activo Con interés	133-2	230b	Arenas	Próximo a la localidad de Olleros de Pisuerga, en el P.K. 100,95 de la carretera N-611
YG-31	Intermitente Sin interés	133-2	C	Gravas calcáreas	Por un camino que parte de la carretera local entre Pozancos y Castrencias
YG-32*	Inactivo Con interés	133-1	230b	Arenas	En el P.K. 103 de la carretera N-611
YG-33*	Inactivo Con interés	133-1	C	Arenas y gravas	Por un camino que parte del P.K. 104,1 de la carretera N-611 y llega a Lomilla
YG-34*	Inactivo Con interés	133-1	231a	Arenas	Por un camino que parte del P.K. 104,1 de la carretera N-611 y llega a Lomilla
YG-35*	Inactivo Con interés	133-1	231a	Arenas	Próximo a Valoria de Aguilar, en el P.K. 104,7 de la carretera N-611
YG-36	Inactivo Interés reducido	133-1	C	Gravas calcáreas	Por un camino desde el P.K. 2,75 de la carretera comarcal C-622

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

CUADRO N° 6. RESUMEN DE YACIMIENTOS GRANULARES (continuación)

SÍMBOLO	INTERÉS	SITUACIÓN	GRUPO LITOLÓGICO	MATERIAL	ACCESOS
YG-37*	Inactivo Con interés	133-1	230b	Arenas	Próximo al P.K. 5,75 de la carretera comarcal C-622. Villarén de Valdivia
YG-38*	Intermitente Con interés	133-1	230b	Arenas	Próximo a Villarén de Valdivia, por un camino desde esta localidad
YG-39*	Intermitente Con interés	133-1	230b	Arenas	Por un camino desde Porquera de los Infantes
YG-40*	Activo Gran interés	133-1	230b y c	Arenas	Entre el P.K. 14 y 15 de la carretera entre Quintanilla de las Torres y Cezura
YG-41*	Intermitente Gran interés	133-1	322	Gravas y arenas	Próximo al P.K. 112,6 de la carretera N-611
YG-42*	Intermitente Gran interés	133-1	322	Gravas y arenas	Por un camino desde el P.K. 112,6 de la carretera N-611

Los yacimientos reseñados con (*) se recomiendan estudiar con más detalle por su interés potencial.

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



FOTO N° 62. Planta de clasificación y machaqueo situada en el P.K. 77+750 de la carretera N-611, sobre una terraza fluvial del río Pisuerga explotada de forma intermitente (Yacimiento YG-17).

5.4. MATERIALES PARA TERRAPLENES Y PEDRAPLENES

Los mejores materiales para ser utilizados como préstamo existentes dentro del Tramo de estudio son los de edad cuaternaria y plio-cuaternaria (aluviales, terrazas, glaciares y raña), principalmente de los valles del río Pisuerga y Odra. Los grupos litológicos A1, T, G y 322 constituyen las mejores áreas fuente, ya que presentan muy buenas características para estos fines. Los aluviales del resto de los ríos del Tramo son eminentemente limo-arcillosos, y sus terrazas son de escasa potencia y reducida extensión.

Las formaciones miocenas correspondiente a los grupos litológicos 300a y 321a, integradas por limos, arenas, arcillas, conglomerados y areniscas, se consideran adecuadas para su empleo en terraplenes, pues son ricas en carbonatos (10-20 % de calcita), que estabilizan a estos suelos. El resto de materiales mesozoicos y terciarios (arenas, margas, margocalizas y calizas) podrán ser empleados en terraplenes y pedraplenes con las limitaciones y medidas técnicas apropiadas.

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



FOTO N° 63. Explotación de áridos en una terraza del río Odra próxima a la localidad de Sandoval de la Reina (Yacimiento YG-8). El nivel freático se localiza a 1,5 m de superficie.

Las formaciones arcillosas del Keuper, las Fases Purbeck y Weald, y las margas yesíferas terciarias no se consideran aptas para su empleo en terraplenes.

Los yacimientos rocosos mesozoicos correspondientes a las calizas y dolomías del Lías (grupo 221), Fase Purbeck (grupo 223b) y Cretácico Superior (grupo 232c), así como las intercalaciones calcáreas del Dogger (grupo 220) y las Calizas del Páramo (grupo 320) proporcionarán materiales aptos para su empleo en pedraplenes.

5.5. YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON MÁS DETALLE

En los cuadros-resumen de yacimientos rocosos y granulares que se acompañan a continuación, se señalan con un asterisco los yacimientos que, por su importancia, pudieran ser objeto de un estudio más detallado.

Las superficies del páramo, en toda su extensión, se consideran yacimientos rocosos potenciales, que pudieran ser objeto de un estudio más detallado, así como las terrazas fluviales lo pueden ser de yacimientos granulares.

6. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

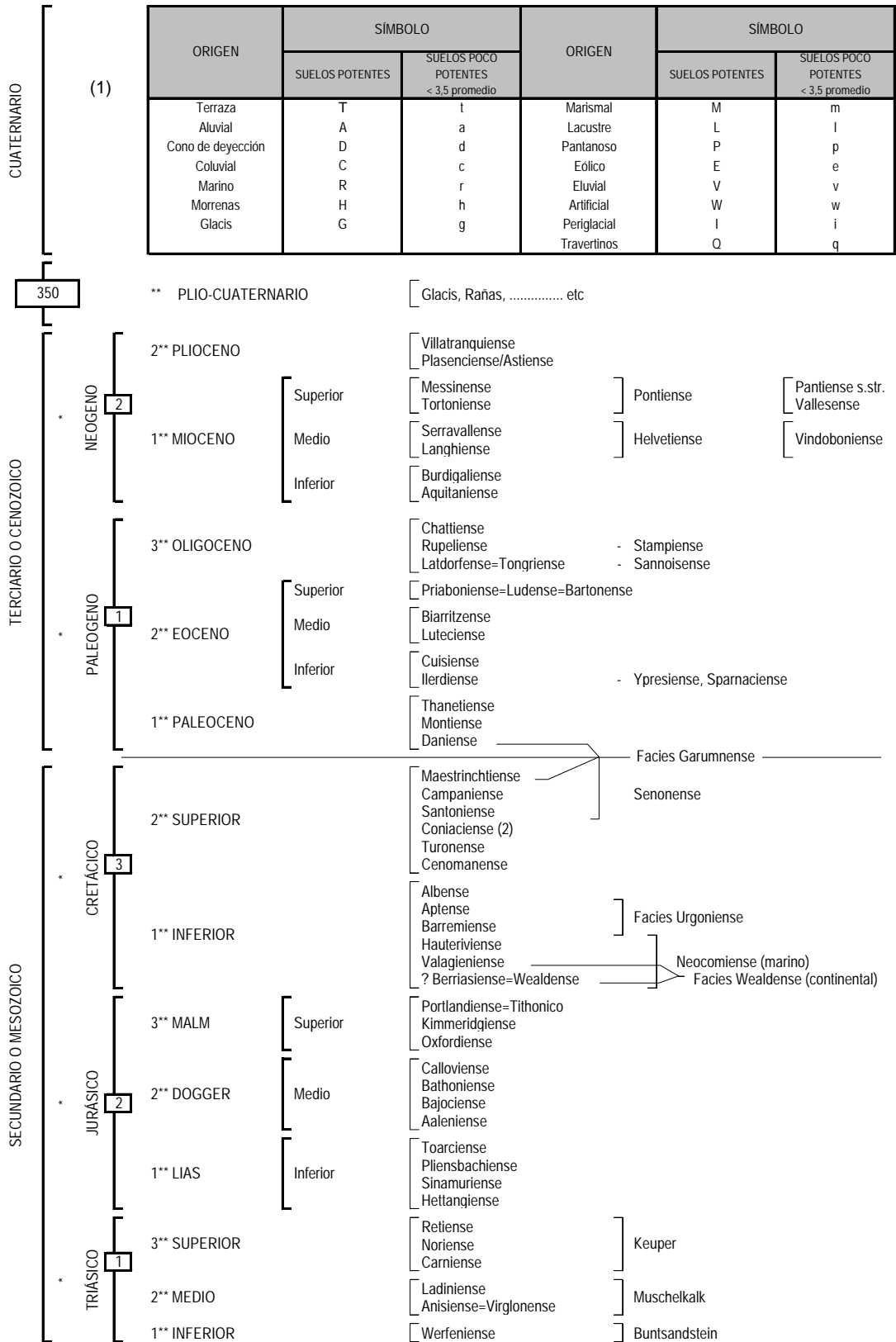
- AEROSERVICE LTD. (1967).- <<Mapa geológico de la Cuenca del Duero. Escala 1:250.000>>. Instituto Nacional de Colonización e Instituto Geológico y Minero de España. Madrid.
- I.G.M.E. (1970).- <<Mapa Geológico de España. Escala 1:200.000. Hoja 20 (Burgos)>>.
- I.G.M.E. (1974).- <<Mapa Geotécnico General. Escala 1:200.000. Hoja 11 (Reinosa)>>.
- I.G.M.E. (1974).- <<Mapa de Rocas Industriales. Escala 1:200.000. Hoja 4-11 (Santander-Reinosa)>>.
- I.G.M.E. (1975).- <<Mapa Geotécnico General. Escala 1:200.000. Hoja 20 (Burgos)>>.
- I.G.M.E. (1976).- <<Mapa de Rocas Industriales. Escala 1:200.000. Hoja 20 (Burgos)>>.
- I.G.M.E. (1980).- <<Mapa Geológico de España. Escala 1:200.000. Hoja 11 (Reinosa)>>.
- I.T.G.E. (En edición).- <<Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja y Memoria núm. 200 (Burgos)>>.
- I.T.G.E. (En edición).- <<Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja y Memoria núm. 199 (Sasamón)>>.
- I.T.G.E. (En edición).- <<Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja y Memoria núm. 166 (Villadiego)>>.
- I.T.G.E. (En edición).- <<Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja y Memoria núm. 165 (Herrera de Pisuerga)>>.
- I.T.G.E. (En edición).- <<Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja y Memoria núm. 133 (Prádanos de Ojeda)>>.
- I.T.G.E. (1988).- <<Atlas del Medio Físico de la Ciudad de Burgos y su Marco Provincial>>. Serie: Ingeniería Geoambiental.

- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (1987).- <<Notas para una Climatología de Burgos>>.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (1987).- <<Notas para una Climatología de Palencia>>.
- MABESOONE, J.M. (1961).- <<La sedimentación terciaria y cuaternaria de una parte de la Cuenca del Duero (Provincia de Palencia)>>. Estudios Geológicos, vol. 17, núm. 2, pp. 101-130, (Resumen tesis doctoral).
- M.O.P. (1973).- <<Estudio previo de terrenos. Enlace Burgos-Santander. Tramo: Montorio-Pedrosa>>.
- M.O.P.U. (1988).- <<Estudio previo de terrenos. Itinerario León-Burgos. Tramo: Osorno-Burgos>>.

7. ANEJOS

**7.1. ANEJO 1: SIMBOLOGÍA UTILIZADA EN LAS
COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS**

COLUMNA ESTRATIGRÁFICA



JURÁSICO

3** MALM

Superior

[

Portlandiense=Tithonico
Kimmeridgiense
Oxfordiense

]

Medio

[

Calloviense
Bathonense
Bajociense
Aalenense

]

Inferior

[

Toarciense
Pliensbachiense
Sinamuriense
Hettangiense

]

TRIÁSICO

3** SUPERIOR

Superior

[

Retiense
Noriense
Carniense

] Keuper

Medio

[

Ladiniense
Anisiense=Virglonense

] Muschelkalk

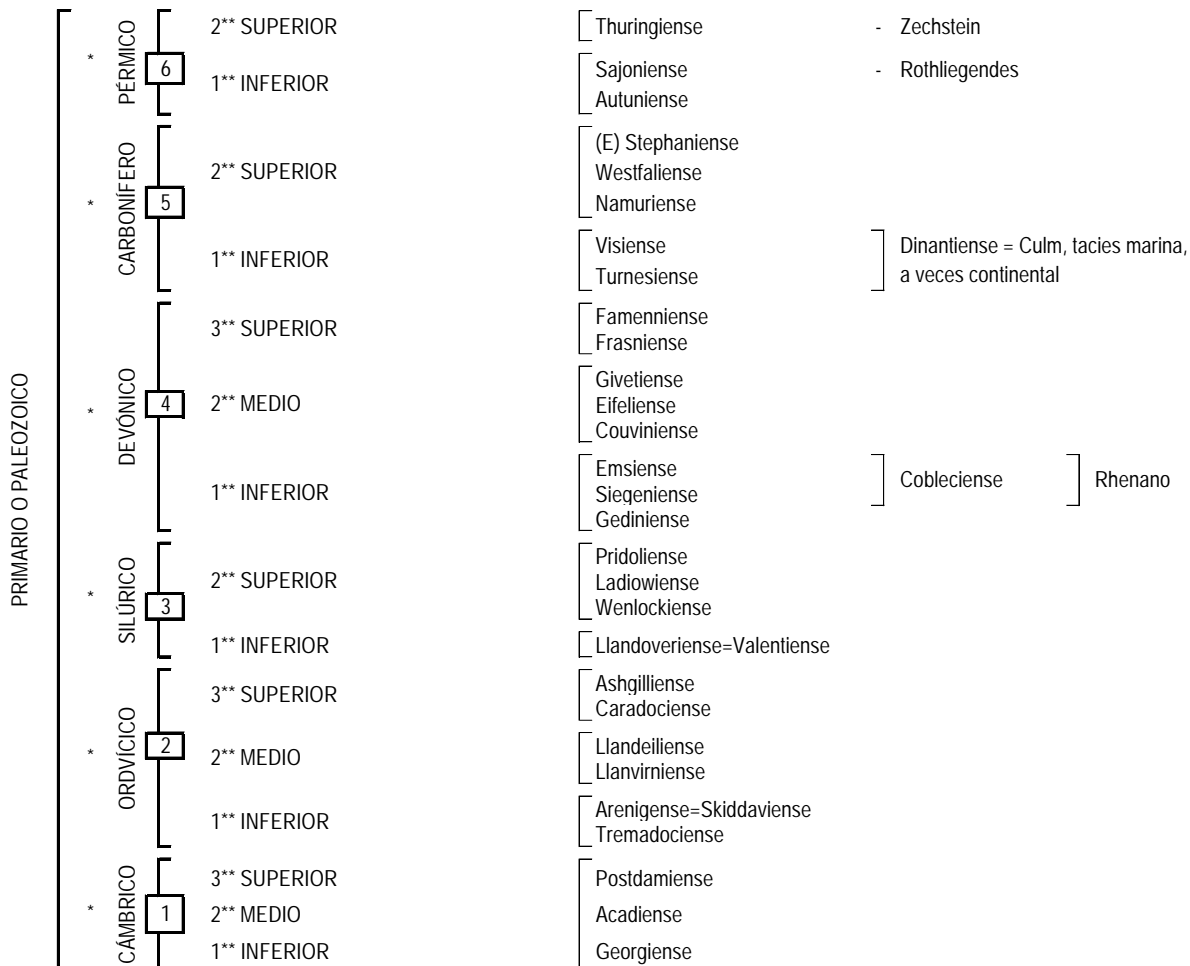
Inferior

[

Werfeniense

] Buntsandstein

COLUMNA ESTRATIGRÁFICA



PRECÁMBRICO 010 **

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 Senonense.

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

En caso de indeterminación de la época, se denominarán los grupos litológicos con las cifras correspondientes a la era y periodo 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 GEOTÉCNICAS**

7.2. ANEJO 2: CRITERIOS UTILIZADOS EN LAS DESCRIPCIONES GEOTÉCNICAS

Introducción

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

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 cuatro niveles o grados que a continuación se indican:

- a) Se considera excavable todo material (roca natural o suelo) que pueda ser directamente excavado con medios mecánicos normales.
- b) 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.
- c) Se consideran de ripabilidad media a aquellos materiales que no son ripables utilizando maquinaria de potencia media, pero sí lo serían utilizando 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.
- d) Se consideran no ripables aquellas formaciones que necesitan para realizar su excavación el empleo de explosivos u otros medios violentos que produzcan su rotura.

Capacidad portante

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

- a) Capacidad portante alta o elevada es la que corresponde a una formación constituida por materiales compactos y preconsolidados, o bien a formaciones rocosas estables y resistentes, de excelentes características como cimiento de un firme de carretera o de una obra de fábrica.
- b) Capacidad portante media es la de aquellas formaciones constituidas por materiales compactos y preconsolidados, que tienen sus capas superficiales algo alteradas y que, por tanto, determinan un suelo en el que la aplicación de cargas moderadas superficiales (2 a 3 kg/cm²) produce asientos tolerables de las obras de fábrica. En este caso, la estabilidad del material considerado como explanada del firme es suficiente en general, sin que sea necesaria la mejora del suelo.
- c) Capacidad portante baja es la correspondiente a materiales de suelos desagregados en los que la aplicación de cargas moderadas produce asientos inadmisibles para las obras de fábrica con cimentación superficial. La ejecución de firmes en este tipo de materiales requerirá fuertes espesores estructurales, colocación de explanadas mejoradas, retirada de los suelos plásticos si son poco potentes o cimentación de las obras de fábrica en la formación subyacente.

Estabilidad de taludes

La evaluación de la estabilidad de taludes se ha apoyado exclusivamente en las observaciones y medidas 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 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.

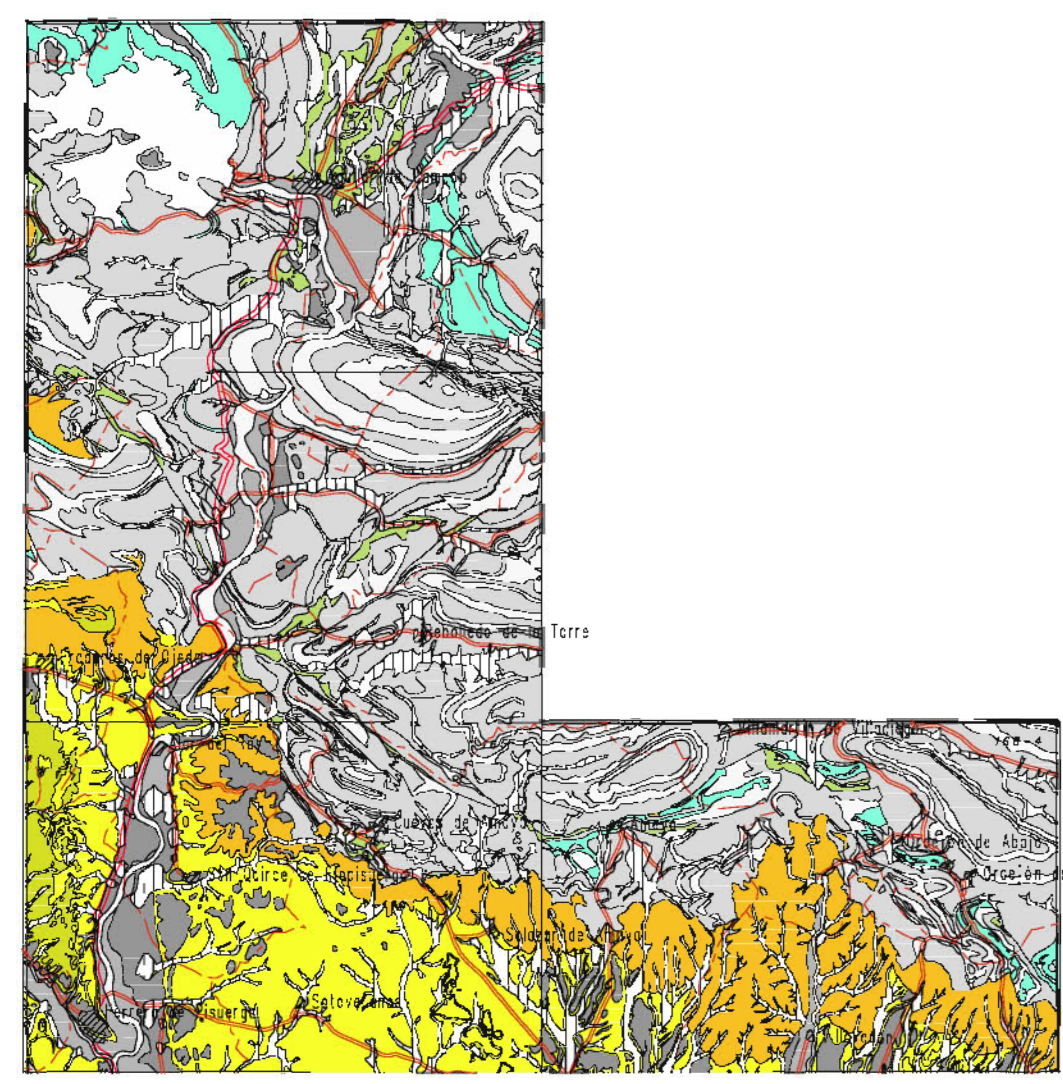
Drenaje

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.

8. PLANOS

ESQUEMA GEOTECNICO

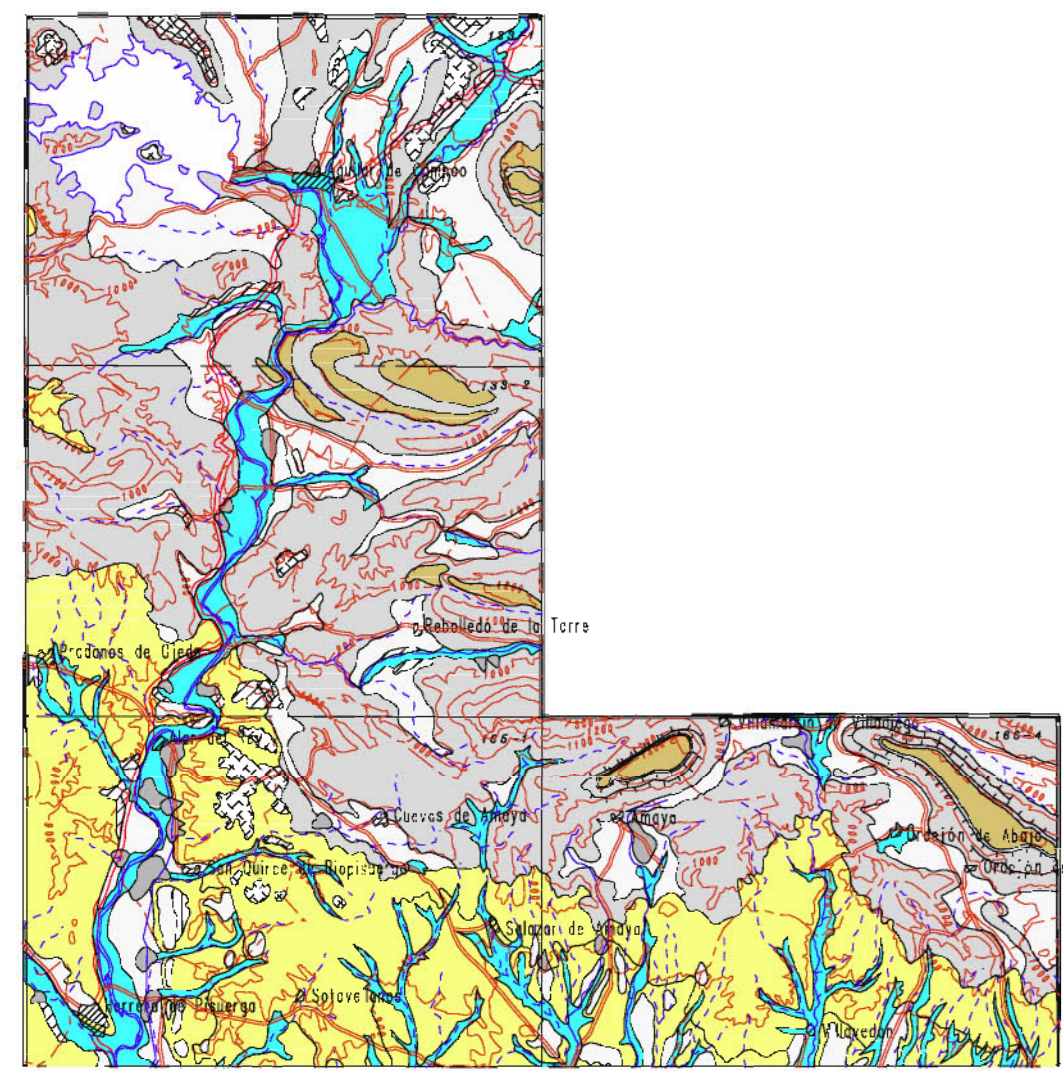
(ESCALA A 1:200.000)



LEYENDA table for geotechnical map with 19 items (S1-S19) describing soil types and their characteristics.

ESQUEMA GEOMORFOLOGICO

(ESCALA A 1:200.000)



LEYENDA table for geomorphological map with 10 items (J1-J10) describing landforms and structural features.

FORMACIONES SUPERFICIALES

Table of surface formations (A1-A3) including alluvial fans, riverbank deposits, and colluvial deposits.

FORMACIONES DETRITICO-ARCILLOSAS

Table of detritic-clayey formations (C1-C4) including clayey sands, silty sands, and silty clays.

FORMACIONES CALIZO-DETRITICAS

Table of calcareous detritic formations (D1-D4) including calcareous sands, silty sands, and silty clays.

FORMACIONES DETRITICO-ARCILLOSAS

Table of detritic-clayey formations (E1-E4) including clayey sands, silty sands, and silty clays.

FORMACIONES ARCILLOSAS, MARGOSAS Y ARCILLO-DETRITICAS

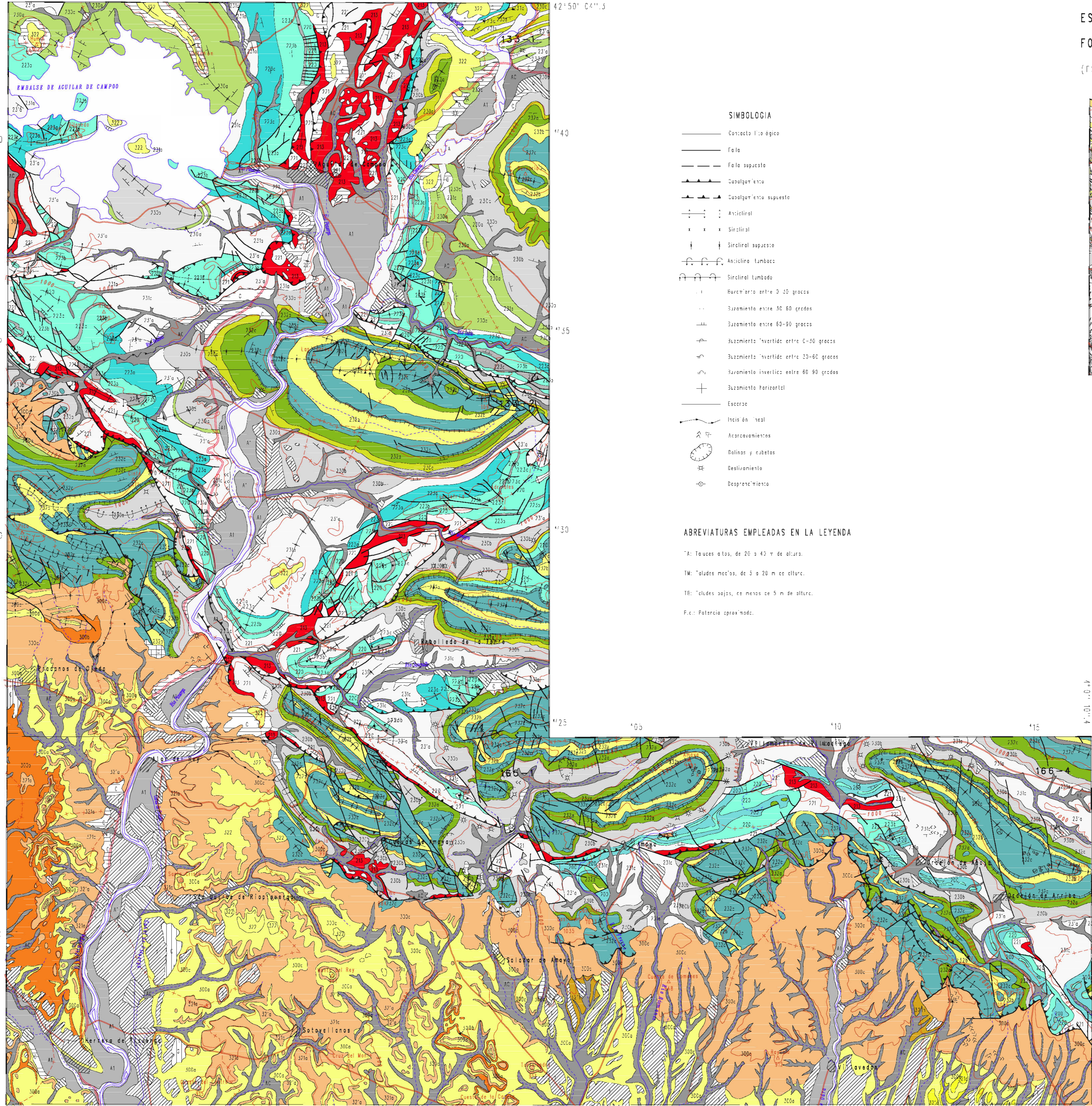
Table of clayey, argillaceous, and clayey detritic formations (F1-F4) including clayey sands, silty sands, and silty clays.

FORMACIONES CALIZO-DETRITICAS

Table of calcareous detritic formations (G1-G4) including calcareous sands, silty sands, and silty clays.

MAPA LITOLOGICO-ESTRUCTURAL

(ESCALA 1:50.000)



SIMBOLOGIA

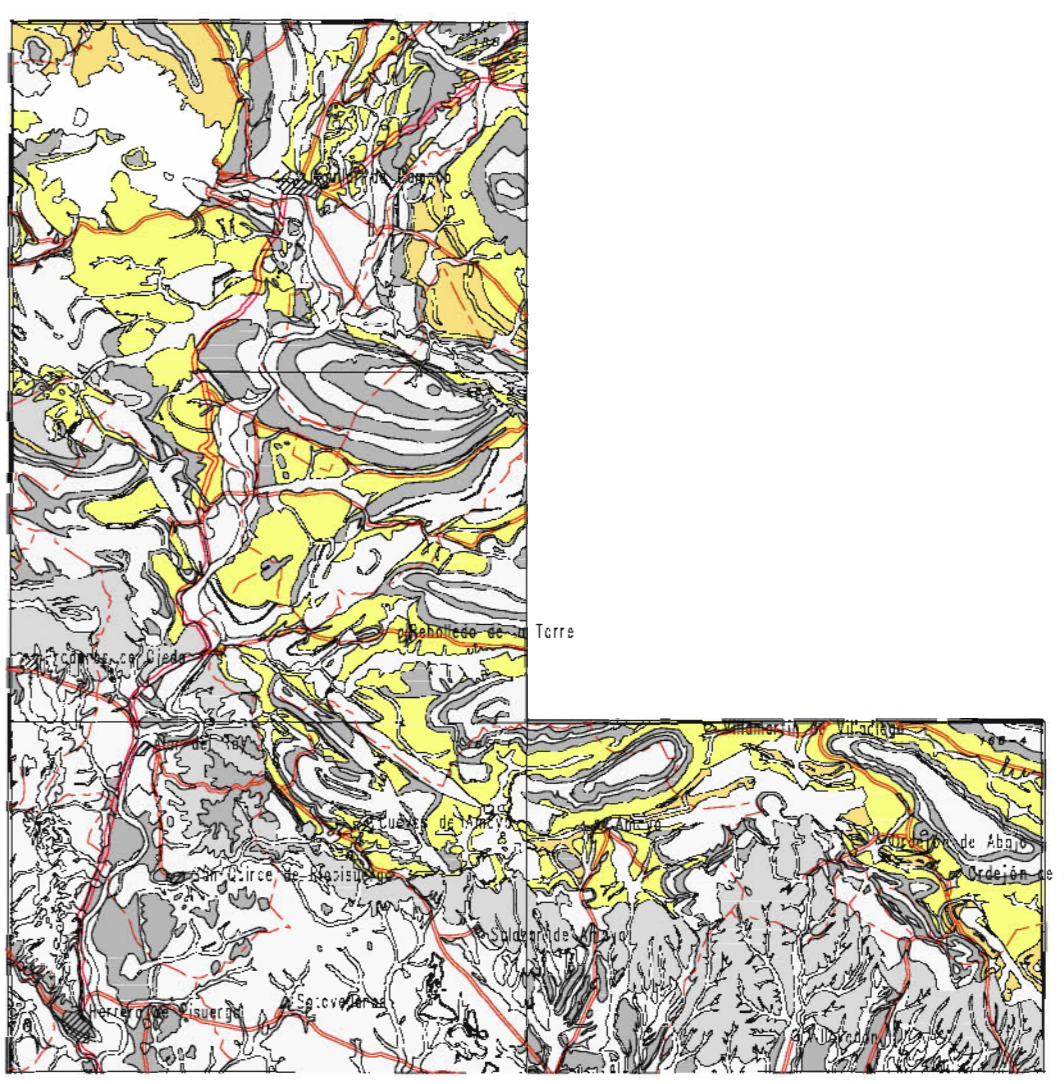
Table of symbols for geological features like faults, folds, and unconformities.

ABREVIATURAS EMPLEADAS EN LA LEYENDA

Table of abbreviations used in the legend for geological units.

ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR

(ESCALA A 1:200.000)

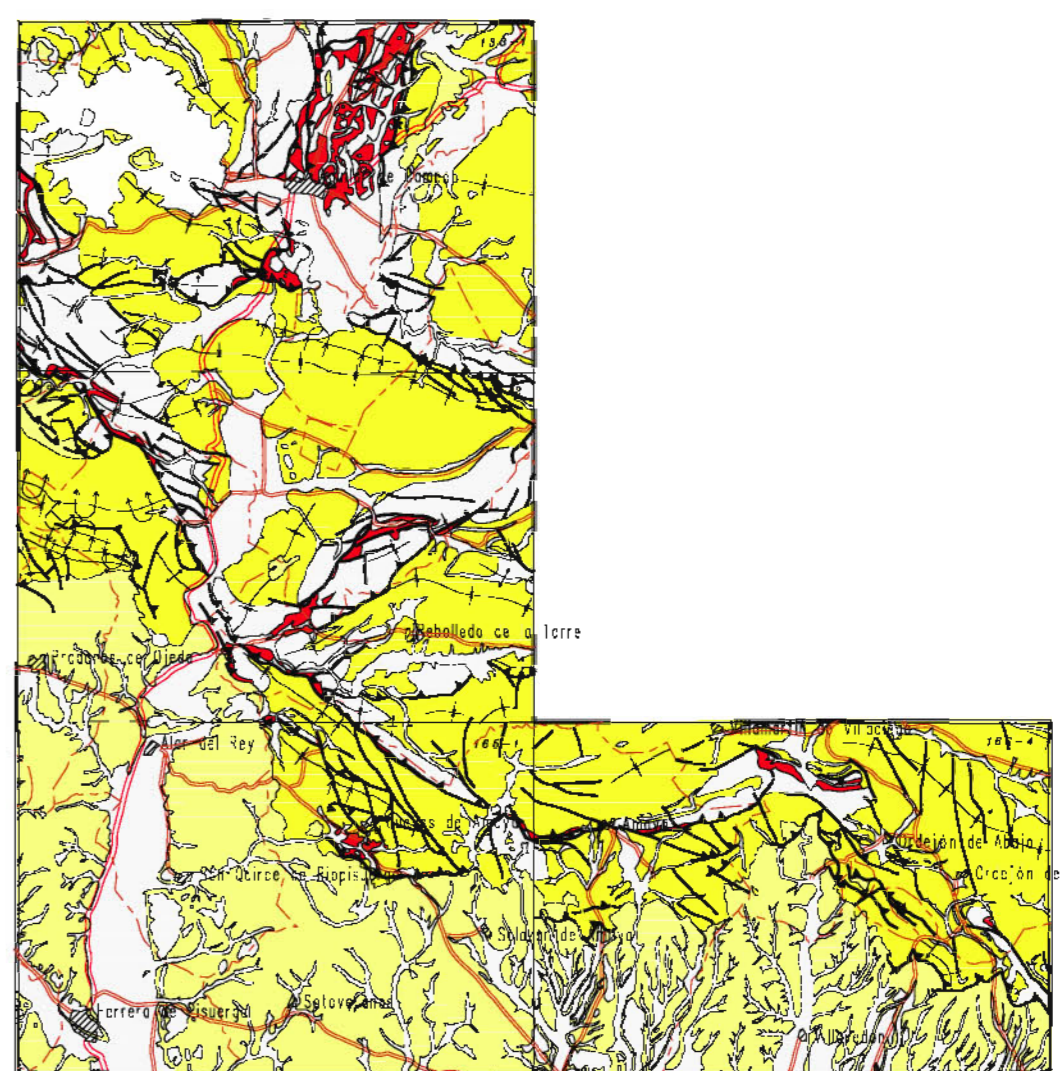


LEYENDA

Table of symbols and descriptions for soil types and thin-bedded formations.

ESQUEMA GEOLOGICO

(ESCALA A 1:200.000)



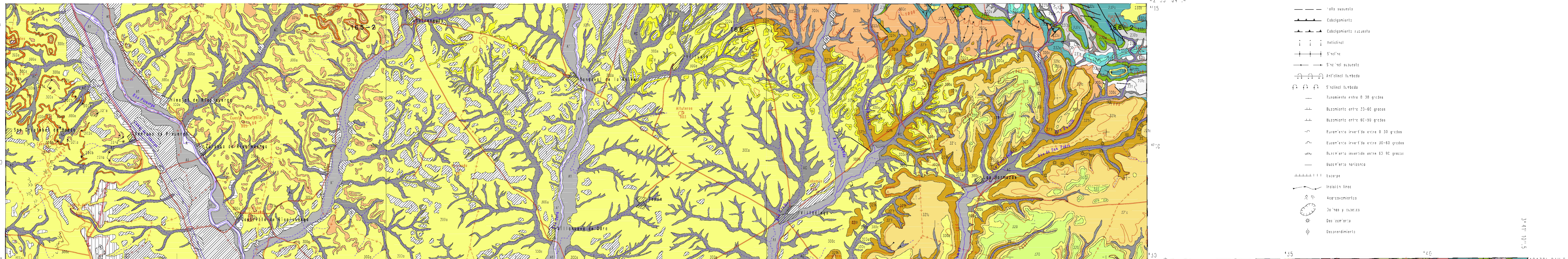
LEYENDA

Table of symbols and descriptions for geological units in the simplified map.

LEYENDA

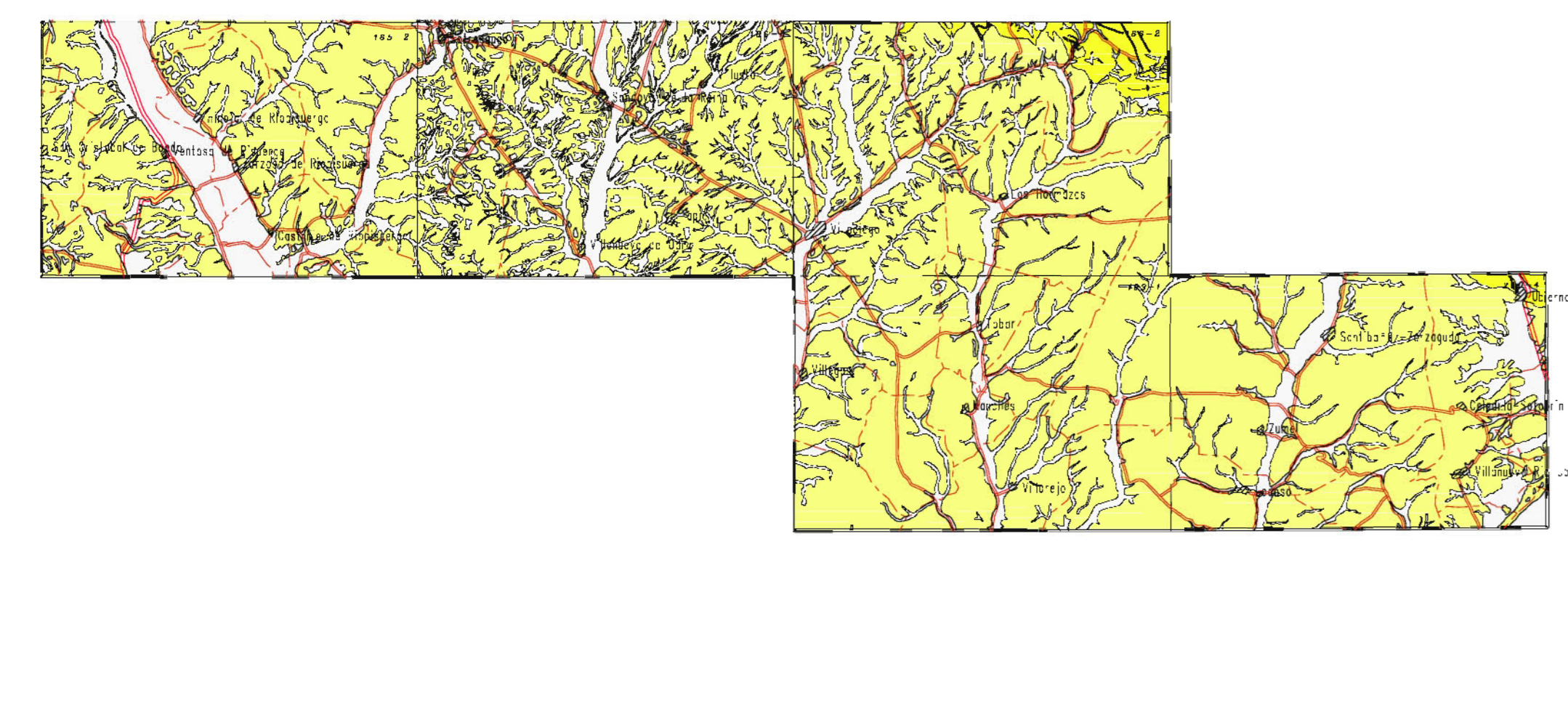
MAPA LITOLÓGICO-ESTRUCTURAL

(ESCALA 1:50.000)



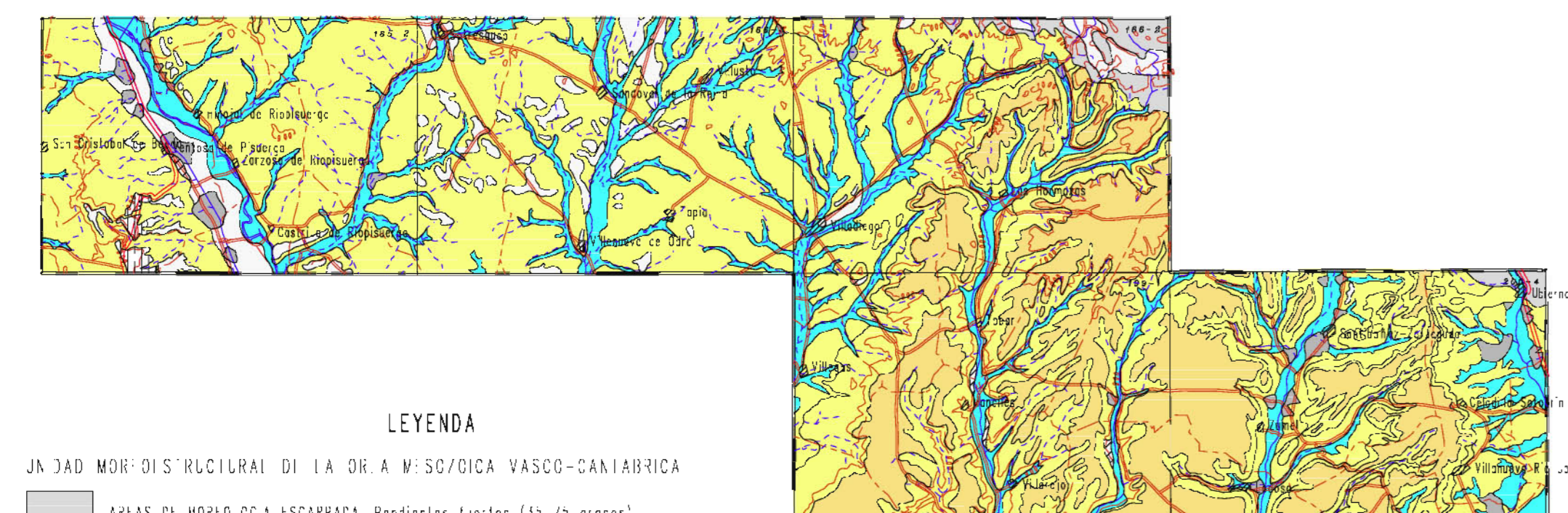
SIMBOLOGIA: Legend for symbols including faults, folds, and geological features.

ESQUEMA GEOLOGICO (ESCALA 1:200.000)



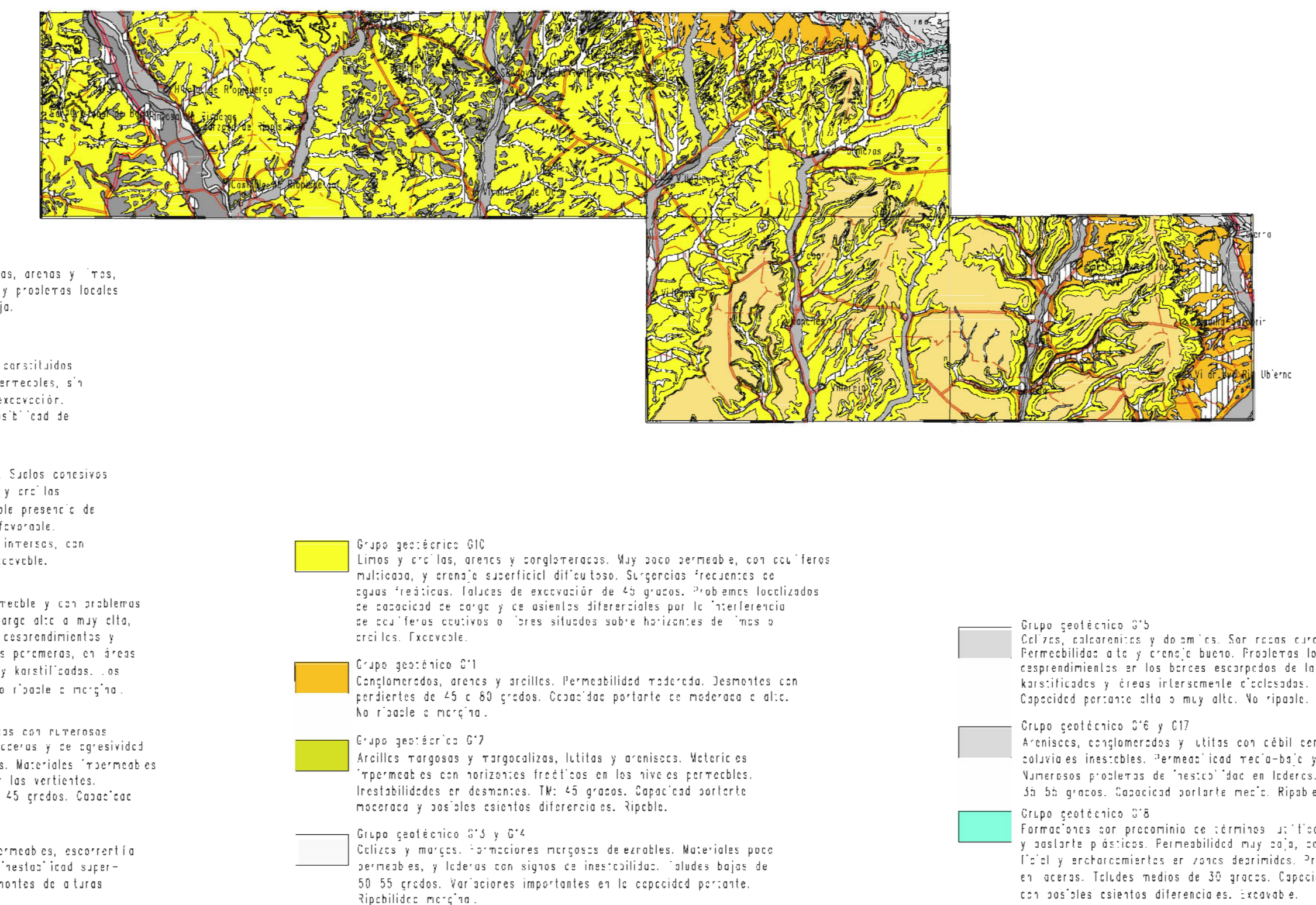
LEYENDA: Legend for the geological schematic map.

ESQUEMA GEOMORFOLOGICO (ESCALA 1:200.000)



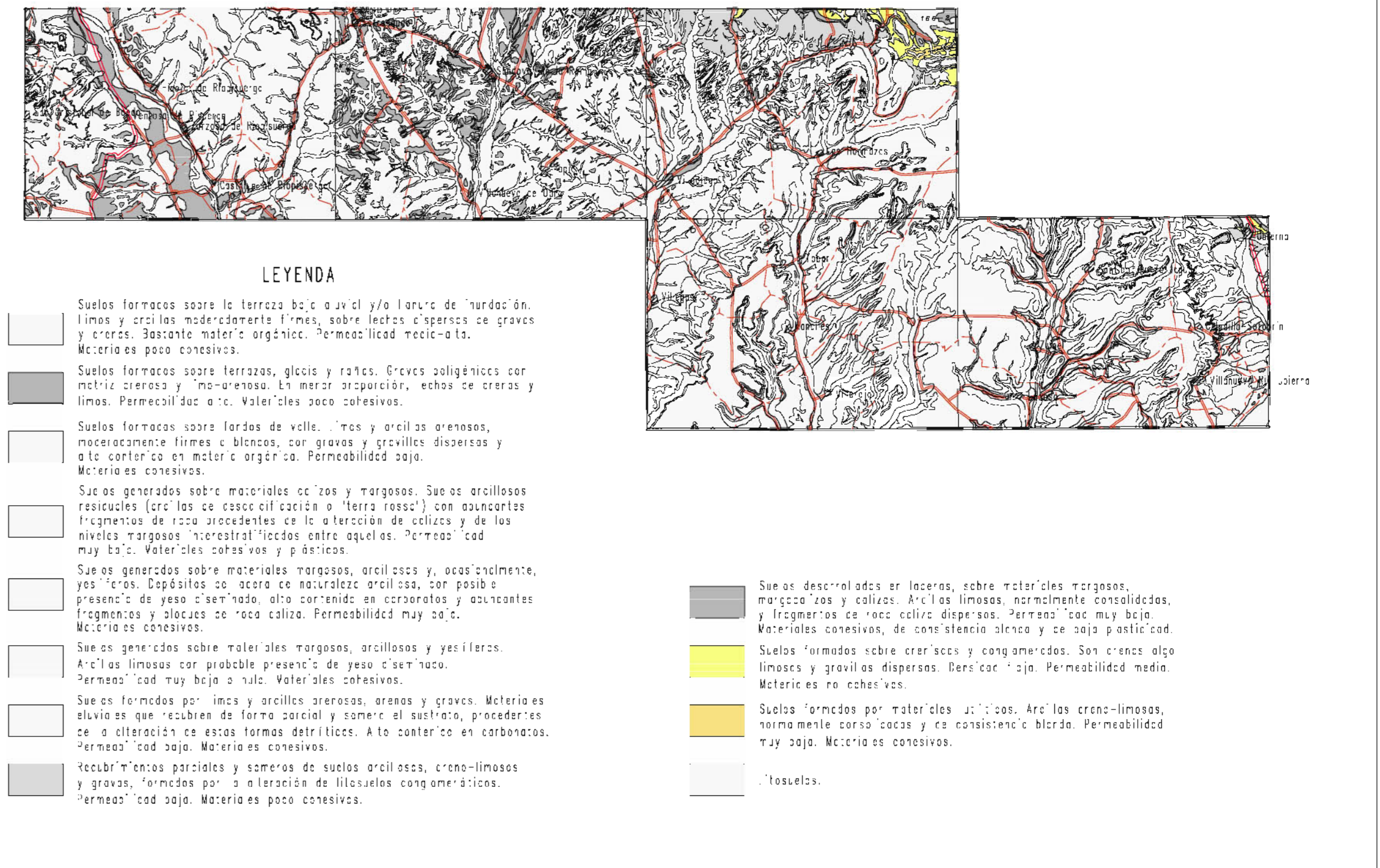
LEYENDA: Legend for the geomorphological schematic map, including landform types and elevation ranges.

ESQUEMA GEOTECNICO (ESCALA 1:200.000)



LEYENDA: Legend for the geotechnical schematic map, detailing soil types and their characteristics.

ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR (ESCALA 1:200.000)



LEYENDA: Legend for the soil and thin formation schematic map, including soil profiles and thin formation types.

LEYENDA: Comprehensive legend for the main map, detailing geological units, soil types, and abbreviations used throughout the map.



Ministerio de Fomento
Secretaría de Estado de Infraestructuras y Transporte
Dirección General de Carreteras