

Estudio Previo de Terrenos

Itinerario Badajoz - Sevilla
Tramo: Venta del Alto - Sevilla



**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 Badajoz - Sevilla
Tramo: Venta del Alto - Sevilla



Ministerio de Obras Públicas, Transportes
y Medio Ambiente

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

1994

INDICE

	Pag.
1. INTRODUCCION.....	5
2. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO.....	9
2.1. CLIMATOLOGIA.....	9
2.2. TOPOGRAFIA.....	10
2.3. GEOMORFOLOGIA.....	16
2.4. ESTRATIGRAFIA.....	16
2.5. TECTONICA.....	20
2.6. SISMICIDAD.....	22
3. ESTUDIO DE ZONAS.....	25
3.0. DIVISION DEL TRAMO EN ZONAS DE ESTUDIO.....	25
3.1. ZONA 1: RELIEVE ACCIDENTADO.....	25
3.1.1. Geomorfología.....	25
3.1.2. Tectónica.....	26
3.1.3. Columna estratigráfica.....	34
3.1.4. Grupos litológicos.....	35
3.1.5. Grupos geotécnicos.....	43
3.1.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona.....	45
3.2. ZONA 2: RELIEVE ALOMADO.....	47
3.2.1. Geomorfología.....	47
3.2.2. Tectónica.....	48
3.2.3. Columna estratigráfica.....	52
3.2.4. Grupos litológicos.....	53
3.2.5. Grupos geotécnicos.....	65
3.2.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona.....	68

3.3. ZONA 2: RELIEVE LLANO.....	71
3.3.1. Geomorfología.....	71
3.3.2. Tectónica.....	72
3.3.3. Columna estratigráfica.....	72
3.3.4. Grupos litológicos.....	76
3.3.5. Grupos geotécnicos.....	95
3.3.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona.....	99
4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO.....	101
4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRAFICOS.....	101
4.2. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOMORFOLOGICOS.....	101
4.3. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS.....	102
4.4. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS.....	103
5. INFORMACION SOBRE YACIMIENTOS.....	107
5.1. ALCANCE DEL ESTUDIO.....	107
5.2. YACIMIENTOS ROCOSOS.....	107
5.3. YACIMIENTOS GRANULARES.....	109
5.4. MATERIALES PARA TERRAPLENES Y PEDRAPLENES.....	109
5.5. YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON MAS DETALLE.....	111
6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	115
7. ANEJOS.....	117
7.1. ANEJO 1: SIMBOLOGIA UTILIZADA EN LAS COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS.....	119
7.2. ANEJO 2: CRITERIOS UTILIZADOS EN LAS DESCRIPCIONES GEOTECNICAS.....	121

1. INTRODUCCION

El objeto del Estudio Previo de Terrenos es exponer las características más sobresalientes desde los puntos de vista litológico, estructural y geotécnico, de un área determinada, que pueden incidir directamente sobre una obra de carácter lineal, como es el caso de una carretera.

El Tramo Venta del Alto - Sevilla (Figura 1.1) ocupa una extensión aproximada de 1.478 km², de los que 1.451 km² pertenecen a la provincia de Sevilla. Los restantes 27 km² corresponden a la provincia de Huelva, cuyo límite territorial penetra en el ámbito del Tramo por el borde oeste del mismo.

El área estudiada comprende las siguientes Hojas y cuadrantes del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000:

Nº	Hoja	Cuadrantes
961	Aznalcóllar	2
962	Alcalá del Río	3 y 4
983	Sanlúcar la Mayor	1 y 2
984	Sevilla	1, 2, 3 y 4
1002	Dos Hermanas	1 y 4

La ejecución del Estudio ha precisado del desarrollo de las siguientes fases:

- Recopilación y análisis de la bibliografía existente, tanto geológica como geotécnica, del Tramo de estudio o de áreas próximas.

- Estudio fotogeológico sobre fotogramas aéreos a escala aproximada 1:33.000 (vuelo americano), del área de estudio.

- Comprobación del estudio fotogeológico, corrección del mismo y toma de datos en el campo.

- Realización de los mapas litológico-estructurales, a escala 1:50.000, que forman parte de los Planos que acompañan a esta Memoria. Además los Planos contienen cuatro esquemas a escala 1:200.000 y que se denominan:

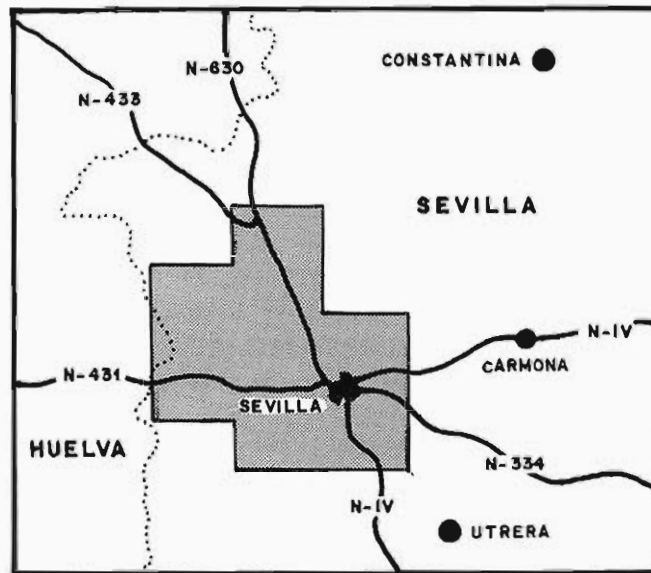


Figura 1.1.- Esquema de situación del Tramo.

geológico, geomorfológico, de suelos y formaciones de pequeño espesor, y geotécnico.

Dadas las características del Estudio, se ha procurado tratar más intensamente aquellos aspectos que puedan incidir sobre la problemática propia de las obras públicas de carácter lineal. Igualmente han sido abordados de forma sucinta otros temas que no afectan de forma global a la problemática tratada, dadas las limitaciones de tiempo y el objeto propio del Estudio.

Los resultados finales, obtenidos de la ejecución del Estudio, han quedado plasmados en la presente Memoria.

Esta Memoria aparece dividida en una serie de capítulos que se describen a continuación:

- Capítulo 1: Introducción.
- Capítulo 2: Recoge las características generales del Tramo estudiado.
- Capítulo 3: Se realiza una división del Tramo en Zonas de estudio y un análisis pormenorizado, desde los puntos de vista geológico-geotécnico, de las mismas.
- Capítulo 4: En base a los problemas topográficos, geomorfológicos y geotécnicos reconocidos en el Tramo, se sugieren aquellos corredores que parecen reunir mejores condiciones para la construcción de vías de comunicación.

- Capítulo 5: Se indican los yacimientos de roca, granulares y de materiales de préstamo que han sido recopilados durante la ejecución del Estudio.

- Capítulo 6: Recoge la bibliografía consultada.

- Capítulo 7: Recoge, mediante dos Anejos, la simbología utilizada en las columnas estratigráficas, y los criterios utilizados en las descripciones geotécnicas.

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

Por parte de la DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS

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

D. Jesús Martín Contreras.
Licenciado en Ciencias Geológicas.

Por parte de la empresa consultora GRUTECON, S.A.

D. Emilio Díaz Pascual.
Ingeniero Técnico de Obras Públicas.

D. Antonio Moral Vacas.
Licenciado en Ciencias Geológicas.

D. Pedro Lorenzo Abad.
Licenciado en Ciencias Geológicas.

2. CARÁCTERES GENERALES DEL TRAMO

2.1. CLIMATOLOGIA

Con el fin de estudiar las características climáticas generales del Tramo Venta del Alto-Sevilla se han consultado una serie de estaciones meteorológicas que pertenecen a la red del Instituto Nacional de Meteorología. Se trata de las estaciones de Aznalcóllar (Hoja 961-2), Alcalá del Río (Hoja 962-2, fuera del Tramo), Aeropuerto de Sevilla (Hoja 984-1) y La Puebla del Río (Hoja 1002-4). Estas estaciones han sido elegidas porque cubren, de una forma general, todo el ámbito del Tramo, a la vez que abarcan los mayores períodos de tiempo (1951-1990).

Según los datos aportados por dichas estaciones meteorológicas, el Tramo Venta del Alto-Sevilla tiene una pluviometría media anual de 569 mm, cantidad algo superior a la media nacional. Los meses más lluviosos son Enero, Febrero, Marzo, Noviembre y Diciembre, y los más secos son Julio y Agosto.

Las precipitaciones recogidas por las distintas estaciones meteorológicas son relativamente semejantes, presentándose la mayor diferencia entre los observatorios de Aznalcóllar, que registra la máxima con 611,8 mm, y la Puebla del Río, que, con 518,4 mm, registra la mínima. Existe, pues, una disminución en las precipitaciones entre las zonas septentrional y meridional del Tramo. En la primera se producen un total de sesenta y nueve días de lluvia al año, mientras que en la segunda, éstos descienden hasta un total de cuarenta y tres.

Las precipitaciones en forma de nieve son muy escasas. Solamente se producen en la mitad septentrional de Tramo, y en el mes de Febrero.

En cuanto a las nieblas, hay que señalar que la estación del Aeropuerto de Sevilla es la única que tiene un registro continuo de las mismas. Según los datos aportados por dicha estación, las nieblas están presentes durante veintinueve días al año, de los que la mayor parte corresponden al período de tiempo comprendido entre Octubre y Mayo. Asimismo, se puede observar en estos datos que durante el período de estío también aparecen nieblas, si bien son escasas y débiles (neblinas).

Las temperaturas tienen un mínimo invernal en Febrero, con temperaturas mínimas absolutas del orden de $-5,5^{\circ}\text{C}$, y un máximo en Julio, con una

temperatura extrema de 49°C. Sin embargo, estos meses no representan al más frío y al más caluroso, respectivamente.

El mes más frío es Enero, que tiene un promedio de temperaturas mínimas de 0,9°C y una media de máximas de 19,6°C.

El mes más caluroso es Agosto, con una temperatura mínima promedio de 14,2°C y una máxima de 38,4°C.

La pluviometría y las temperaturas observadas en las estaciones meteorológicas reflejan que el clima del Tramo Venta del Alto-Sevilla es continental, aunque atenuado por una cierta influencia atlántica.

A continuación se muestran, en los cuadros adjuntos, numerados del 1 al 4, los datos medios de las estaciones meteorológicas consultadas.

2.2. TOPOGRAFIA

El Tramo Venta del Alto-Sevilla está situado dentro del sector donde confluyen las estribaciones meridionales de la Sierra Morena y la Cuenca del río Guadalquivir.

Topográficamente, el Tramo no presenta grandes desniveles. Solamente la zona septentrional (una banda de orientación NE-SO) tiene un relieve moderadamente accidentado. Su límite meridional discurre, de forma aproximada, por las localidades de Aznalcóllar, Gerena y Guillena. Se trata de una zona cuyo relieve se desarrolla entre las cotas de 150 m y 400 m, y que tiene una altitud media de 250 m a 300 m, aproximadamente. El relieve va perdiendo altura hacia el Sur. Las principales diferencias de cota se deben a la presencia de numerosos valles fluviales, cuyos ríos drenan este sector de Norte a Sur. Los cerros de Los Naranjales (396 m) y de Sierra Lengua (263 m), son las elevaciones más importantes de este sector. La riberia de Huelva y los ríos Guadiamar, de los Frailes y Agrio, son los que forman los principales valles fluviales.

La zona sur del Tramo está formada por extensas plataformas que tienen una ligera pendiente hacia el Sur. Las plataformas se ven interrumpidas únicamente por la presencia de pequeñas colinas, algo más elevadas. Esta zona sur, correspondiente a una porción del Valle del Guadalquivir, se desarrolla entre unas cotas comprendidas entre 5 m, en las áreas más meridionales, y 150 m, en las más septentrionales, siendo la altitud media de 70 a 80 m. Las principales elevaciones son los cerros Telégrafo (104 m) y San Andrés (81 m). Los principales valles fluviales están formados por los ríos Guadalquivir y Guadiamar y por la riberia de Huelva.

La Figura 2.1 corresponde a dos perfiles topográficos, realizados en el Tramo, que recogen los desniveles presentes en el mismo.

MES	PRECIPITACION (mm)				Nº DE DIAS DE							
	MEDIA	MAXIMA	MAXIMA 24 h	MINIMA	LLUVIA	NEVE	GRANIZO	TORRENTA	NEBLA	ROCIO	ESCARCHA	NEVE EN EL SUELO
ENE	85,2	269,8	63,8	1,0	8,5	0,0	0,0	-	-	-	-	-
FEB	74,3	197,0	54,5	0,8	8,4	0,03	0,07	-	-	-	-	-
MAR	80,4	240,3	54,8	7,4	9,5	0,0	0,1	-	-	-	-	-
ABR	56,2	195,3	69,0	4,3	7,3	0,0	0,04	-	-	-	-	-
MAY	32,9	125,5	44,5	1,0	5,3	0,0	0,07	-	-	-	-	-
JUN	18,3	83,0	57,0	0,9	2,5	0,0	0,0	-	-	-	-	-
JUL	1,7	23,0	8,0	1,2	0,2	0,0	0,0	-	-	-	-	-
AGO	4,6	62,0	23,2	0,5	0,6	0,0	0,0	-	-	-	-	-
SEP	17,0	84,3	59,0	0,8	2,4	0,0	0,0	-	-	-	-	-
OCT	80,2	287,6	89,0	0,9	7,4	0,0	0,0	-	-	-	-	-
NOV	84,7	246,9	67,2	1,3	9,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-
DIC	76,3	296,2	53,0	7,6	7,5	0,0	0,0	-	-	-	-	-
AÑO	611,8	-	69,0	-	68,6	0,03	0,28	-	-	-	-	-

Cuadro 1.- Datos de precipitaciones del año medio (período 1951-1987), correspondientes a la estación pluviométrica de Aznalcóllar (Sevilla).

MES	PRECIPITACION (mm)				Nº DE DIAS DE								TEMPERATURA (°C)						
	MEDIA	MAXIMA	MAXIMA 24 h	MINIMA	LLUVIA	NIEVE	GRANIZO	TORMENTAL	NIEBLA	ROCIO	ESCARCHÁ	NIEVE EN EL SUELO	EXTREMAS		OSCILACIONES		VALORES MEDIOS		
													MAXIMA	MINIMA	EXTREMA	MEDIA	MAXIMA	MINIMA	MEDIA
ENE	70,8	280,1	48,7	1,1	8,6	0,0	-	-	-	-	-	-	23,5	-4	27,5	17,5	17,5	0,3	10,1
FEB	73,6	237,5	83,8	0,2	8,3	0,03	-	-	-	-	-	-	24,5	-5	29,5	16,0	18,1	2,1	11,3
MAR	56,9	154,9	54,2	1,3	8,0	0,0	-	-	-	-	-	-	30,0	0	30,0	18,6	23,7	5,1	13,0
ABR	53,2	184,8	65,3	6,7	7,4	0,0	-	-	-	-	-	-	32,0	2,5	29,5	16,1	24,4	8,3	15,8
MAY	24,8	110,2	28,5	1,2	4,6	0,0	-	-	-	-	-	-	36,0	4,5	31,5	17,9	27,8	9,9	18,7
JUN	20,7	112,1	103,5	0,4	2,2	0,0	-	-	-	-	-	-	41,5	4,0	37,5	19,9	33,3	13,4	22,8
JUL	1,9	27,2	21,5	0,6	0,2	0,0	-	-	-	-	-	-	43,5	11,0	32,5	20,2	36,6	16,4	26,2
AGO	5,0	43,9	35,0	0,3	0,8	0,0	-	-	-	-	-	-	42,5	11,0	31,5	20,3	36,5	16,2	25,9
SEP	15,7	91,9	49,0	0,3	2,3	0,0	-	-	-	-	-	-	40,5	9,0	31,5	22,2	36,6	14,4	23,1
OCT	60,8	266,2	58,3	2,6	5,8	0,0	-	-	-	-	-	-	36,5	4,0	32,5	22,6	31,5	8,9	18,9
NOV	83,0	284,9	78,0	0,3	7,9	0,0	-	-	-	-	-	-	28,5	-2	30,5	19,0	23,7	4,7	14,0
DIC	64,5	273,5	61,8	2,3	6,5	0,0	-	-	-	-	-	-	26,0	-4	30,0	17,2	18,8	1,6	10,7
AÑO	550,9	-	103,5	-	64,6	0,03	-	-	-	-	-	-	43,5	-5	46,5	36,3	36,6	0,3	17,5

Cuadro 2.- Datos de precipitaciones y de temperaturas del año medio (período 1951-1990), correspondientes a la estación meteorológica de Alcalá del Río (Sevilla).

MES	PRECIPITACION (mm)				Nº DE DÍAS DE								TEMPERATURA (°C)					
	MEDIA	MAXIMA	MAXIMA 24 h	MINIMA	LLUVIA	NEVE	GRANIZO	TORRENTEA	NIEBLA	ROCIO	ESCARCHA	EXTREMOS		OSCILACIONES		VALORES MEDIOS		
												MAXIMA	MINIMA	EXTREMA	MEDIA	MAXIMA	MINIMA	MEDIA
ENE	70,8	211,7	65,9	0,1	9,1	0,0	0,03	0,8	4,9	2,2	1,6	24,2	-4,4	28,6	16,8	17,8	1,0	10,5
FEB	71,5	205,2	61,5	0,1	8,9	0,03	0,03	0,4	3,7	2,2	0,9	28,0	-5,5	33,5	17,6	19,1	1,5	11,6
MAR	71,1	237,1	74,7	3,7	8,7	0,0	0,0	1,1	4,3	2,2	0,1	30,8	0,6	31,4	17,8	23,1	5,3	13,8
ABR	60,8	189,0	72,0	0,1	9,1	0,0	0,0	1,4	2,7	1,3	0,0	33,4	1,0	32,4	17,7	25,8	8,1	16,1
MAY	29,3	114,7	33,5	0,1	6,1	0,0	0,0	0,8	1,3	0,7	0,0	38,5	5,0	33,5	21,2	31,4	10,2	19,5
JUN	19,0	118,7	55,1	0,1	3,1	0,0	0,0	1,1	0,9	0,5	0,0	45,2	8,4	36,8	20,2	34,2	14,0	23,4
JUL	1,8	48,7	9,5	0,1	0,5	0,0	0,0	0,15	0,4	0,3	0,0	44,5	11,4	33,2	20,3	36,8	16,5	26,7
AGO	7,4	58,5	58,5	0,1	1,2	0,0	0,0	0,4	0,5	0,1	0,0	43,4	12,0	31,4	21,9	37,9	16,0	26,7
SEP	16,4	97,7	58,5	0,1	3,4	0,0	0,0	0,8	0,9	0,4	0,0	42,4	6,6	35,8	20,8	35,1	14,3	24,3
OCT	65,5	271,9	79,6	0,1	7,2	0,0	0,0	0,9	2,6	0,6	0,0	36,0	2,0	34,0	19,4	29,3	9,9	19,5
NOV	84,0	361,1	89,4	0,4	8,3	0,0	0,03	0,7	2,6	2,5	0,2	30,0	-1,4	31,4	19,8	24,5	4,7	14,3
DIC	91,5	295,8	92,5	13,7	9,8	0,0	0,0	0,6	4,3	2,9	0,9	27,4	-4,8	32,2	16,9	19,2	2,3	10,9
AÑO	596,3	—	92,5	—	75,4	0,03	0,09	9,15	29,1	15,9	3,7	45,2	-5,5	50,7	36,9	37,9	1,0	18,1

Cuadro 3.- Datos de precipitaciones y de temperaturas del año medio (período 1952-1985), correspondientes a la estación meteorológica del Aeropuerto de Sevilla.

MES	PRECIPITACION (mm)				Nº DE DIAS DE								TEMPERATURA (°C)						
	MEDIA	MAXIMA	MAXIMA 24 h	MINIMA	LLUVIA	NIEVE	GRANIZO	TORMENTA	NIEBLA	ROCID	ESCARCHA	NIEVE EN EL SUELO	EXTREMAS		OSCILACIONES		VALORES MEDIOS		
													MAXIMA	MINIMA	EXTREMA	MEDIA	MAXIMA	MINIMA	MEDIA
ENE	67,3	188,2	86,5	0,2	5,4	0,0	-	-	-	-	-	-	30,0	-2	32,0	22,2	23,5	1,3	11,7
FEB	73,7	289,0	49,0	4,5	5,6	0,0	-	-	-	-	-	-	30,0	-5	35,0	20,5	22,4	1,9	11,9
MAR	72,2	166,4	65,9	4,7	5,5	0,0	-	-	-	-	-	-	35,0	-1	36,0	23,5	27,6	4,1	14,5
ABR	52,5	171,9	88,5	10,8	5,7	0,0	-	-	-	-	-	-	37,0	1,0	36,0	20,4	28,4	8,0	17,3
MAY	26,3	110,9	49,4	0,2	3,0	0,0	-	-	-	-	-	-	44,0	7,0	37,0	27,4	35,4	8,0	21,8
JUN	9,3	78,6	36,0	0,9	1,3	0,0	-	-	-	-	-	-	45,0	10,0	35,0	22,4	36,7	14,3	24,9
JUL	0,3	5,2	5,2	3,0	0,1	0,0	-	-	-	-	-	-	49,0	13,0	36,0	23,5	40,2	16,7	28,0
AGO	3,6	26,1	20,1	5,4	0,4	0,0	-	-	-	-	-	-	46,0	12,0	34,0	30,3	40,7	10,4	27,0
SEP	13,2	109,7	45,4	2,5	1,3	0,0	-	-	-	-	-	-	43,0	10,0	33,0	21,3	36,5	15,2	24,7
OCT	52,9	188,8	72,3	1,5	4,1	0,0	-	-	-	-	-	-	38,0	3,0	35,0	18,7	29,0	10,3	19,7
NOV	51,6	181,4	42,0	3,9	4,1	0,0	-	-	-	-	-	-	30,0	0,0	30,0	17,8	24,0	6,2	14,2
DIC	95,5	339,1	48,0	24,9	6,5	0,0	-	-	-	-	-	-	25,0	-3	28,0	18,1	19,1	1,0	10,4
AÑO	518,4	-	88,5	-	43,0	0,0	-	-	-	-	-	-	49,0	-5	54,0	39,7	40,7	1,0	18,8

Cuadro 4.- Datos de precipitaciones y de temperaturas del año medio (período 1951-1982), correspondientes a la estación meteorológica de La Puebla del Río (Sevilla).

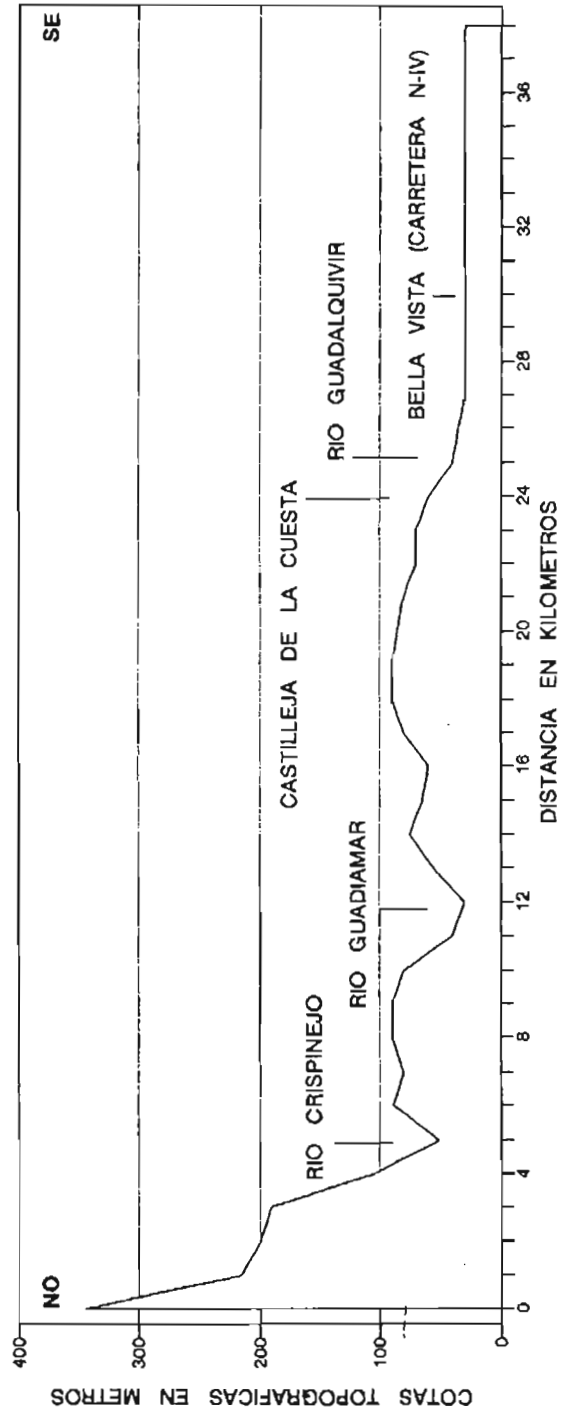
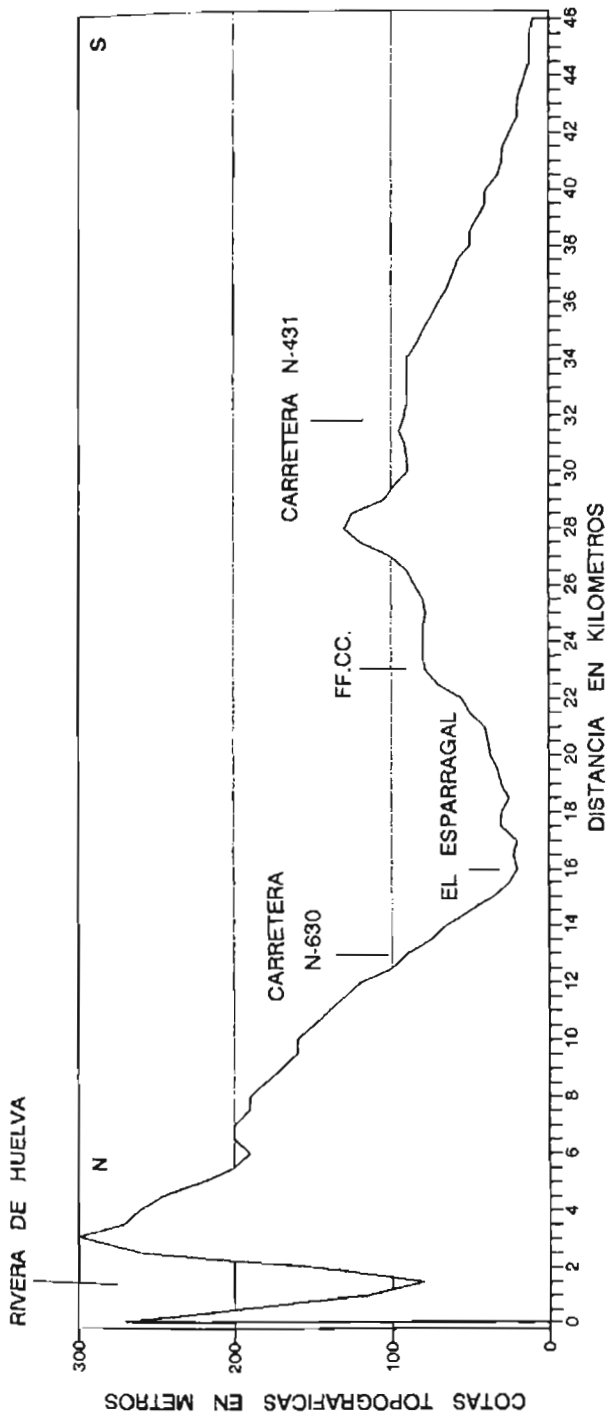


Figura 2.1.- Perfiles topográficos representativos del Tramo.

2.3. GEOMORFOLOGIA

Desde el punto de vista morfológico, el Tramo Venta del Alto-Sevilla puede ser dividido en tres Zonas, diferenciadas por presentar características propias (Figura 2.2). Estas Zonas son:

1.- Zona de Relieve Accidentado. Ocupa la mayor parte del extremo norte del Tramo, y está formada por rocas metamórficas e ígneas, plegadas y fracturadas por la Orogenia Hercínica. Morfológicamente se caracteriza por presentar una red fluvial muy encajada, de trazado tortuoso y controlada por las estructuras tectónicas. El encajamiento de esta red ha producido valles y vaguadas, angostos, que limitan relieves lineales de aristas agudas (en las rocas metamórficas), y cuadrangulares y de cimas redondeadas (en las rocas ígneas). En ambos tipos de relieve los desniveles relativos son altos, así como la inclinación de sus vertientes. Esta morfología accidentada hace que la erosión fluvial, y de las aguas de arroyada, actúe eficazmente y sea el agente principal en la evolución del relieve.

2.- Zona de Relieve Alomado. La mayor parte de esta Zona se encuentra adosada a la unidad anterior, formando las estribaciones de la misma, aunque también está presente en la mitad inferior del Tramo. Está constituida por rocas metamórficas e ígneas, tectonizadas, y por depósitos terciarios atectónicos, que recubren total o parcialmente a las rocas anteriores. La característica fundamental de esta Zona es la ausencia de encajamiento de la red de drenaje, lo que origina que los valles y vaguadas sean poco profundos, y que los relieves sean redondeados y de vertientes con pendientes moderadas. Estas formas van degradándose progresivamente mediante la meteorización química, los movimientos de ladera y la erosión fluvial.

3.- Zona de Relieve Llano. Ocupa la mayor parte del Tramo y está constituida exclusivamente por depósitos terciarios y cuaternarios. La principal característica de esta Zona es la presencia de extensas llanuras escalonadas, unidas entre sí por escarpes, que se han ido generando en las distintas etapas de erosión y sedimentación del río Guadalquivir y sus principales afluentes presentes en el Tramo. Cuando estas llanuras están formadas por depósitos terciarios impermeables, se forman cuencas o cubetas semiendorreicas, que reciben las aguas de las pequeñas elevaciones circundantes. Actualmente, y a escala regional, esta Zona actúa de cuenca de sedimentación de los acarrees fluviales que proceden de las unidades geomorfológicas de mayor relieve (Zonas 1 y 2), aunque en áreas concretas también se producen fenómenos de erosión (en laderas, por aguas de arroyada, y en meandros de ríos, por divagación).

2.4. ESTRATIGRAFIA

En el presente apartado se señalan de un modo resumido las distintas litologías de los materiales que conforman el Tramo de estudio, y su inser-

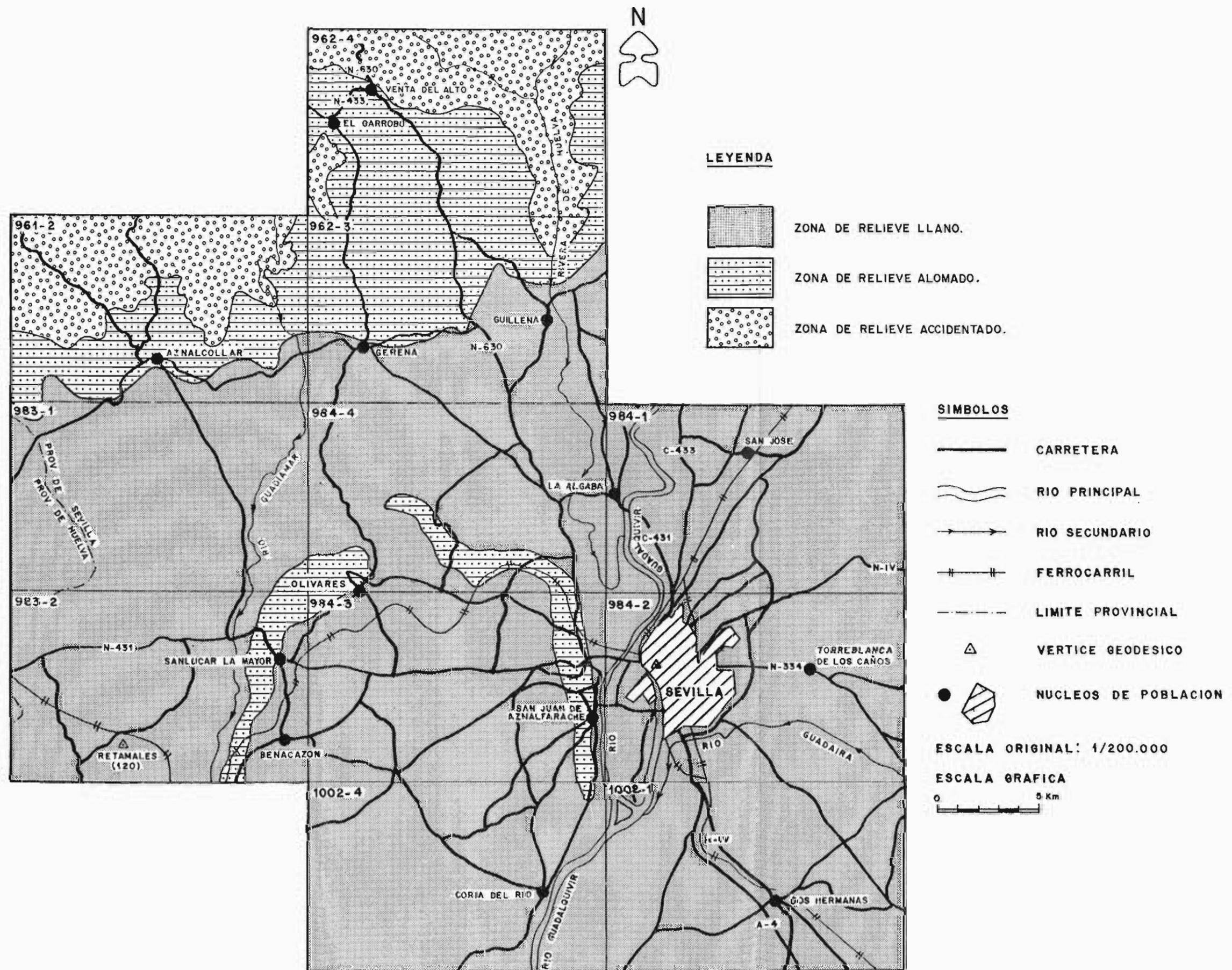


FIGURA 2.2.- DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LAS ZONAS MORFOLOGICAS QUE CONFORMAN EL TRAMO.

ción dentro de la columna estratigráfica. Para ello se seguirá una ordenación cronológica desde los materiales más antiguos hasta los más modernos.

Las rocas más antiguas presentes en el Tramo han sido atribuidas al Devónico Superior, aunque es posible que los niveles superiores fueran depositados en épocas carboníferas. Se trata de una monótona serie de pizarras arcillosas y versicolores, que muestra intercalaciones, de espesor variable, de grauvacas y cuarcitas, formadas por aportes locales de sedimentos detríticos.

Una vez depositados estos materiales detríticos devónicos, se origina una cierta inestabilidad cortical y se produce un volcanismo de carácter fundamentalmente ácido y de edad claramente carbonífera. En general estas emisiones volcánicas tienen lugar a través de fracturas submarinas, por lo que las coladas ácidas (riolitas) se encuentran alternando con capas de pizarras y con niveles volcánico-sedimentarios (brechas y aglomerados). Las últimas manifestaciones de este volcanismo carbonífero son de carácter básico y están constituidas por basaltos y espilitas.

Después de los episodios volcánicos del Carbonífero Inferior tienen lugar, durante el Superior, los principales movimientos de la Orogenia Hercínica. Estos producen la deformación de los materiales sedimentados con anterioridad, y el emplazamiento de rocas plutónicas ácidas y básicas. Las primeras están representadas en el Tramo por granitos y granodioritas, y las segundas por gabros y dioritas. También están presentes las rocas filonianas ácidas (aplitas) y básicas (diabasas).

El emplazamiento de estas rocas plutónicas produce, en algunas zonas de la roca encajante (pizarras devónicas), una aureola de metamorfismo de contacto, que modifica la litología original y la transforma en pizarras mosqueadas, esquistos y gneises.

Tras la Orogenia Hercínica y la subsiguiente emersión de los materiales paleozoicos, se produce una dilatada laguna estratigráfica hasta la llegada de los depósitos del Mioceno Superior, que corresponden a una gran transgresión marina.

Los sedimentos micenos basales están formados por una facies costera, constituida por calizas brechoides y arenas con ostreidos. Sobre estas calizas se deposita otra serie nerítica, de plataforma externa, compuesta por margas azules que contienen foraminíferos planctónicos. Después de este período de sedimentación profunda se inicia una regresión, en cuyos comienzos hay depósitos mixtos de margas y arenas, y en su estado final, de limos y calcarenitas. Estos últimos constituyen la culminación del Mioceno.

El siguiente período de tiempo, el Plio-Cuaternario, está representado en el Tramo por un paquete de sedimentos arenosos que, procediendo de la erosión de los relieves formados en épocas anteriores, corresponden a las facies medias de abanicos aluviales. Inmediatamente después de esta sedi-

mentación arenosa se produce una gran erosión de todos los relieves emergidos y la correspondiente acumulación de materiales en las áreas adyacentes de los mismos. La gruesa granulometría de estos sedimentos de glacis indica la alta energía del medio fluvial causante de estas acciones.

Posteriormente se instala la red fluvial definitiva, Esta, en sucesivas divagaciones, sedimenta los materiales que transporta y origina las formaciones de terraza y de llanura aluvial que se observan en la actualidad.

Los últimos episodios cuaternarios son los representados por los depósitos de marisma, los cuales están constituidos por limos oscuros, con aportes laterales terrígenos y abundante materia orgánica.

En la Figura 2.3 se recoge de forma esquemática la Columna Estratigráfica General del Tramo.

2.5. TECTONICA

En el Tramo estudiado existen dos dominios bien diferenciados, que pertenecen a dos regiones geoestructurales distintas de la Península Ibérica. Por una parte el formado por las rocas paleozoicas, que afloran en el sector norte del Tramo y que pertenecen a la Zona Sur-Portuguesa del Macizo Hespérico. Por otra parte se encuentran aquellos materiales sedimentados durante el Terciario y el Cuaternario, que están adscritos a la denominada "Fosa del Guadalquivir". Este hecho condiciona los rasgos estructurales generales de la región, ya que el dominio paleozoico se halla muy deformado por los movimientos tectónicos acaecidos durante la Orogenia Hercínica, mientras que el dominio cenozoico no es perturbado por los fenómenos tectónicos.

La Orogenia Hercínica se desarrolla según las siguientes fases de deformación:

–Fase 1a. Se trata de una etapa en la que se originan mantos de corrimiento precoces. Estos han sido observados en distintos lugares de la Zona Sur-Portuguesa, aunque en este Tramo no hay evidencias de los mismos. Parece probable que las rocas volcánicas, que forman parte del complejo volcánico-sedimentario carbonífero, ascendieran durante esta fase, aprovechando la fracturación existente.

–Fase 1b. Esta fase da lugar a la formación de pliegues, de dirección E-O y de vergencia al Sur, que van acompañados por una esquistosidad de plano axial, que buza hacia el Norte. Los ejes de estos pliegues no son rectilíneos, por lo que presentan frecuentes cambios de dirección y de inmersión. Estas variaciones no suponen la superposición de dos plegamientos de distintas directrices, sino que se trata de cambios de orientación en los elementos de los pliegues, al presentar éstos geometrías irregulares. En función

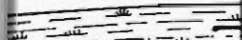

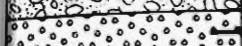

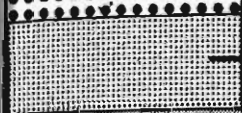



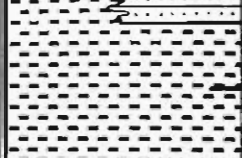

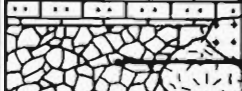







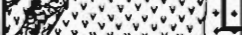
COLUMNA ESTRATIGRAFICA			
COLUMNA LITOLÓGICA	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	EDAD
	M	LIMOS OSCUROS	CUATERNARIO
	A	GRAVAS, ARENAS, LIMOS Y ARCILLAS	CUATERNARIO
	T	GRAVAS, ARENAS, LIMOS Y ARCILLAS	CUATERNARIO
	G	CONGLOMERADOS, ARENAS Y ARCILLAS	CUATERNARIO
	350	ARENAS	PLIO-CUATERNARIO
	321 e	CALCARENITAS	MIOCENO
	321 d	LIMOS AMARILLOS	MIOCENO
	321 c	MARGAS ARENOSAS Y ARENAS LIMOSAS	MIOCENO
	321 b	MARGAS AZULES	MIOCENO
	321 a	CONGLOMERADOS, ARENAS Y CALIZAS	MIOCENO
	151	SERIE VOLCANICO-SEDIMENTARIA	CARBONIFERO
	143 a	PIZARRAS, GRAUVACAS Y CUARCITAS	DEVONICO SUPERIOR
	143 b	PIZARRAS MOSQUEADAS	DEVONICO SUPERIOR
	143 c	ESQUISTOS	DEVONICO SUPERIOR
	143 d	GNEISES	DEVONICO SUPERIOR
	001 a	GRANITOS Y GRANODIORITAS	CARBONIFERO SUPERIOR
	001 b	GABROS Y DIORITAS	CARBONIFERO SUPERIOR
	002 a	FILONES DE APLITA	CARBONIFERO SUPERIOR
	002 b	FILONES DE DIABASA	CARBONIFERO SUPERIOR

Figura 2.3.- Columna Estratigráfica General del Tramo.

de la competencia de las rocas afectadas y del espesor de sus capas, se dan distintos tipos de pliegues. Así, si la roca es competente y presenta bancos potentes, el tipo de pliegue que se origina es concéntrico. Sin embargo, si el espesor de las capas disminuye y los materiales son incompetentes, se producen pliegues de tipo similar.

Esta etapa es la responsable de la intrusión de rocas plutónicas, las cuales producen, localmente, una aureola de metamorfismo de contacto en las rocas encajantes.

-Fase 2. Esta fase origina cabalgamientos de vergencia sur y de dirección E-O, que van acompañados de una esquistosidad de flujo. Esta última deforma a la esquistosidad de plano axial anterior. Los pliegues que se generan en esta fase son de tipo "chevron" y concéntricos, y tienen una longitud de onda centimétrica y métrica.

-Fase 3. En esta tercera fase la deformación se manifiesta mediante un plegamiento de las dos esquistosidades anteriores y una fracturación de plano axial, subvertical.

-Fase 4. Esta fase únicamente origina un sistema conjugado de kink-bands que deforma a todas las estructuras anteriores.

-Fase 5. Se trata de una etapa de fracturación tardihercínica, que da lugar a un sistema conjugado de fallas de desgarre, según dos familias principales:

- Una, de orientación N-S, con movimiento dextral.
- La segunda, de orientación NE-SO, con movimiento sinistral.

En cuanto a los materiales terciarios, hay que decir que se encuentran recubriendo a las rocas paleozoicas, en clara discordancia. No están plegados, aunque en algunas ocasiones presentan ligeros basculamientos, que pueden estar producidos por reajustes en las fracturas del zócalo paleozoico, o por la adaptación de los sedimentos a la geometría de la cuenca durante los procesos de subsidencia de la misma.

2.6. SISMICIDAD

Según la Norma Sismorresistente P.D.S. 1, de 1974, el Tramo objeto de estudio se encuentra situado en la Zona Sísmica Segunda, entre los grados VI y VII, tal y como puede apreciarse en la Figura 2.4.

De acuerdo con la citada Norma, y según su epígrafe 3.5, es preceptiva la consideración de las acciones sísmicas en las obras y servicios localizados en la Zona Sísmica Segunda. En la misma Norma, y según el epígrafe 5.6, en relación con el epígrafe 5.5, en esta Zona Sísmica Segunda y para las obras del grupo 2º, no deben utilizarse estructuras del tipo A, se considerará la acción sísmica en estructuras del tipo B, y en construcciones



NORMA SISMORRESISTENTE PDS-1 (1974)

ZONA INTENSIDAD S (Esc MSK)

PRIMERA		$< VI$	(BAJA)
SEGUNDA		$VI \leq S < VIII$	(MEDIA)
TERCERA		$\geq VIII$	(ALTA)

TRAMO DE ESTUDIO

Figura 2.4.- Mapa Sismorresistente de la Península Ibérica. Obsérvese la situación del Tramo de Estudio.

con estructuras del tipo C no es preceptiva la consideración de la acción sísmica. Asimismo, en obras del grupo 3º no se utilizarán estructuras de los tipos A y B, y para las estructuras del tipo C se aplicará lo especificado en el epígrafe 5.5.

3. ESTUDIO DE ZONAS

3.0. DIVISION DEL TRAMO EN ZONAS DE ESTUDIO

Como método para acometer la tarea de la descripción de las formaciones geológicas existentes en el Tramo Venta del Alto-Sevilla, se realiza una división de éste en Zonas, que se definen en función de la geomorfología. Se obtiene así una caracterización del Tramo en función del relieve, la cual significa normalmente la separación de formaciones geológicas de distinta edad. Con este método se pretende simplificar y caracterizar geológicamente el Tramo lo mejor posible.

En la Figura 3.1 se encuentra representada la distribución de las distintas Zonas en que ha sido dividido el Tramo de Estudio. De Norte a Sur, son las siguientes:

Zona 1: Relieve Accidentado.

Zona 2: Relieve Alomado.

Zona 3: Relieve Llano.

3.1. ZONA 1: RELIEVE ACCIDENTADO

3.1.1. Geomorfología

La Zona 1 se extiende por los extremos noroeste y norte del Tramo y está formada en su mayor parte por rocas pizarrosas e ígneas. Las primeras, fuertemente plegadas y fracturadas, y poco resistentes a la erosión, han sido atacadas por un gran número de arroyos y ríos secundarios, los cuales han formado una densa red de drenaje, caótica y de trazado tortuoso. Esta erosión, ejercida sobre las rocas pizarrosas, ha generado un relieve que se caracteriza por la sucesión continua de crestas agudas, de pequeñas dimensiones, que están separadas entre sí por barrancos y vaguadas profundamente encajados. Este encajamiento se manifiesta también en los ríos principales que recogen las aguas procedentes de la red secundaria.

Por otra parte, en las rocas ígneas, más resistentes y con menor deformación tectónica, la red de drenaje es menos tupida, por lo que la erosión

ejercida sobre estos materiales ha sido menor. Esta circunstancia ha provocado que los relieves desarrollados sobre estas rocas sean de mayores dimensiones, que tengan cimas redondeadas y formas cuadrangulares bien definidas. Aunque el desarrollo de la red fluvial secundaria es menor, los ríos principales muestran el mismo grado de encajamiento que tienen en las rocas pizarrosas.

En esta Zona 1 hay fuertes pendientes (25% a 60%), que son debidas más al encajamiento de los ríos que a la existencia de grandes elevaciones. (Figura 3.2).

La evolución de los relieves de esta Zona está ligada al desarrollo de la escorrentía superficial, que es el agente erosivo principal que actúa sobre ellos. Este desarrollo se realiza mediante el lento encajamiento de los ríos y la consiguiente variación de su perfil de base durante el proceso, lo que origina un rejuvenecimiento relativo del relieve. El resultado es la variación paulatina de la geometría de las cuencas y subcuencas, mediante ciclos de erosión remontante, fenómenos de captura, y creación de nuevos cauces permanentes. Esta acción ejercida por la escorrentía superficial se manifiesta más eficazmente en aquellas áreas en que, por razones tectónicas (fallas y diaclasas) y litológicas (presencia de suelos residuales y rocas blandas), es menor la resistencia de los materiales ante la erosión.

En la Figura 3.3 se muestra la distribución y extensión de la Zona 1 dentro del Tramo.

3.1.2. Tectónica

Los rasgos estructurales que caracterizan la tectónica de la Zona 1 son el resultado de la superposición de varias fases de deformación, ocurridas durante la Orogenia Hercínica, sobre una cobertera de rocas devónicas apoyada en un basamento precámbrico. Esta cobertera, formada por los materiales sedimentados durante el Devónico Inferior, Medio y Superior, sufre los empujes laterales inducidos por el basamento rígido, al subducirse éste por debajo de la "Zona de Ossa-Morena", situada al Norte. El resultado inicial de esta subducción (Fase 1a) es la formación de mantos de corrimiento precoces, que afectan al Devónico Superior (rocas devónicas aflorantes en la Zona 1) y tienen su nivel de despegue en el Devónico Medio. El Devónico Inferior permanece adscrito al basamento, con un grado de deformación menor. Una confirmación de esta hipótesis puede buscarse en los datos obtenidos a partir de perfiles sísmicos profundos, realizados en el SO de la Península (MUELLER et al., 1973, y PRODHEL et al., 1976). A esta tectónica de mantos se debe, con toda probabilidad, la emisión de rocas volcánicas que posteriormente caracterizarán el período Carbonífero.

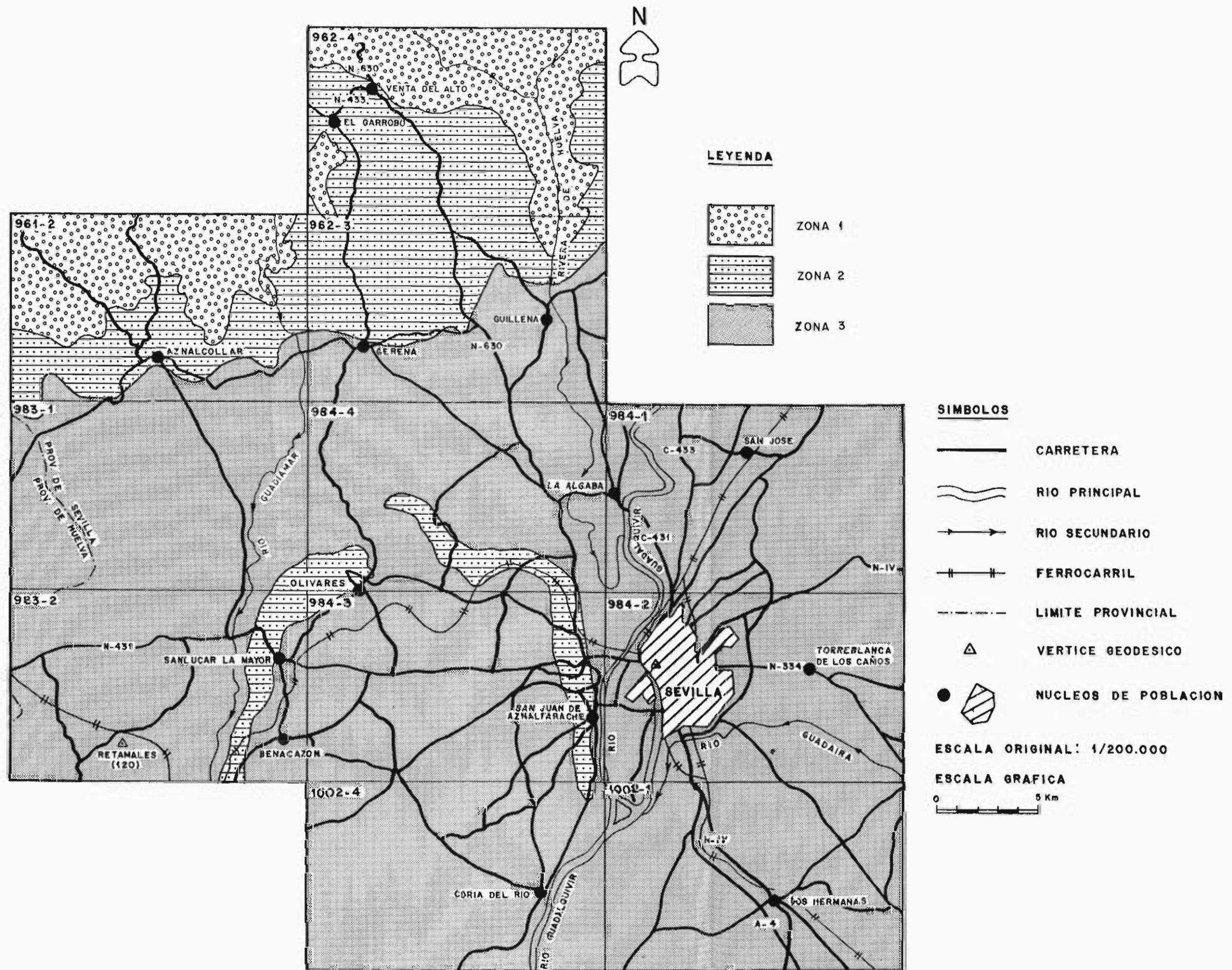


FIGURA 3.1.- DIVISION DEL TRAMO EN ZONAS DE ESTUDIO, EN FUNCION DE LA GEOMORFOLOGIA.

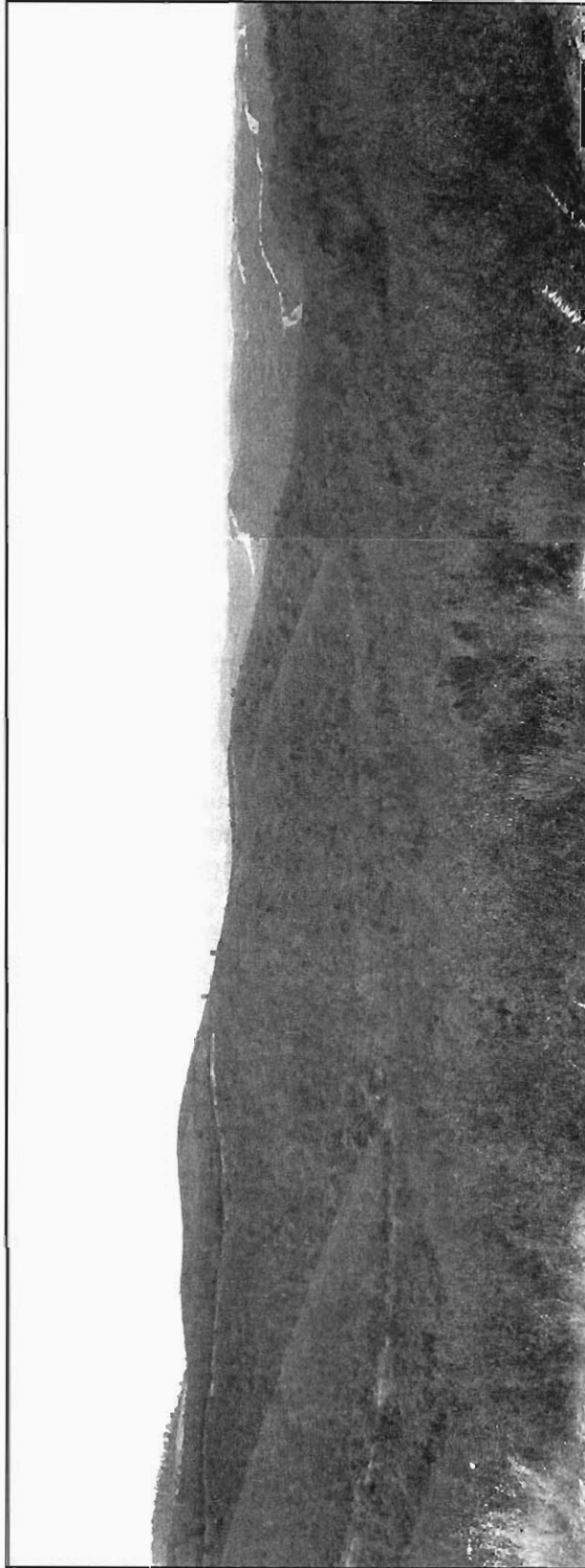


Figura 3.2.- Vista panorámica de la Zona 1. Puede observarse parcialmente una alineación montuosa que está limitada por un valle fluvial con forma de "V", y totalmente recubierta por un suelo residual.

Un nuevo impulso en la subducción (Fase 1b) provoca cizallamientos en los planos de corrimiento, que producen la compresión de los materiales estratificados por encima de estos planos, y se origina un plegamiento apretado, de orientación general E-O. Los pliegues así formados van acompañados por una esquistosidad de plano axial, son vergentes al Sur, y tienen la particularidad de presentar frecuentes cambios en la dirección y en la inmersión de sus ejes. Estas variaciones no suponen la superposición de dos plegamientos de distintas directrices, sino que son debidas a irregularidades en la geometría de los pliegues. Esta geometría está relacionada con la competencia de las rocas afectadas y con el espesor de sus capas. Si la roca es competente, y está estructurada en bancos potentes, el tipo de pliegue originado es "concéntrico". Por el contrario, si el espesor decrece, y los materiales se muestran incompetentes, se producen pliegues de tipo "similar". Además de estas estructuras de plegamiento, que son las que marcan las directrices tectónicas regionales, se produce el emplazamiento de las rocas plutónicas que aparecen en esta Zona 1. Estas son de composición ácida (granitos y granodioritas) y básica (gabros y dioritas), y se intruyen probablemente a favor de antiguas fracturas desarrolladas en la cobertera, produciendo en ella una aureola de metamorfismo de contacto. El carácter sinorogénico de estas rocas plutónicas está determinado por la orientación que muestran sus minerales.

La segunda fase (Fase 2), correspondiente a un nuevo impulso en la subducción, provoca nuevas compresiones en la cobertera. Esta, para adaptarse a estos reajustes, sufre un nuevo acortamiento, volviéndose a deformar las estructuras anteriores. De este modo se forman cabalgamientos, de vergencia sur y orientación E-O, que resultan acompañados de una esquistosidad de flujo, que afecta a la anterior. También se generan pliegues de tipo "chevron" y "concéntricos", que tienen unas dimensiones métricas y decimétricas. Las Figuras 3.4 y 3.5 muestran ambos tipos de pliegues, desarrollados en la serie del Devónico Superior que aflora en esta Zona 1.

La siguiente fase (Fase 3), correspondiente a pulsaciones de menor intensidad en la tectónica regional, produce un plegamiento de las esquistosidades anteriores, así como una fracturación de plano axial (Figura 3.6).

La cuarta fase (Fase 4), también de menor intensidad, origina un sistema conjugado de kink-bands que, afectando especialmente a los miembros pizarrosos más finos, repliega todas las esquistosidades anteriores (Figura 3.6).

Las últimas manifestaciones de deformación (Fase 5) obedecen a una etapa de fracturación tardihercínica. Se desarrollan dos familias de fallas de desgarre, conjugadas, que tienen unas direcciones N-S y NE-SO, y cuyos movimientos relativos están en concordancia con la orientación de los ejes de esfuerzos máximos actuantes en la región durante las fases anteriores. Los movimientos de las fallas de orientación N-S son dextrales, mientras que los de las orientadas al NE-SO son sinistralas. Por consiguiente el esfuerzo

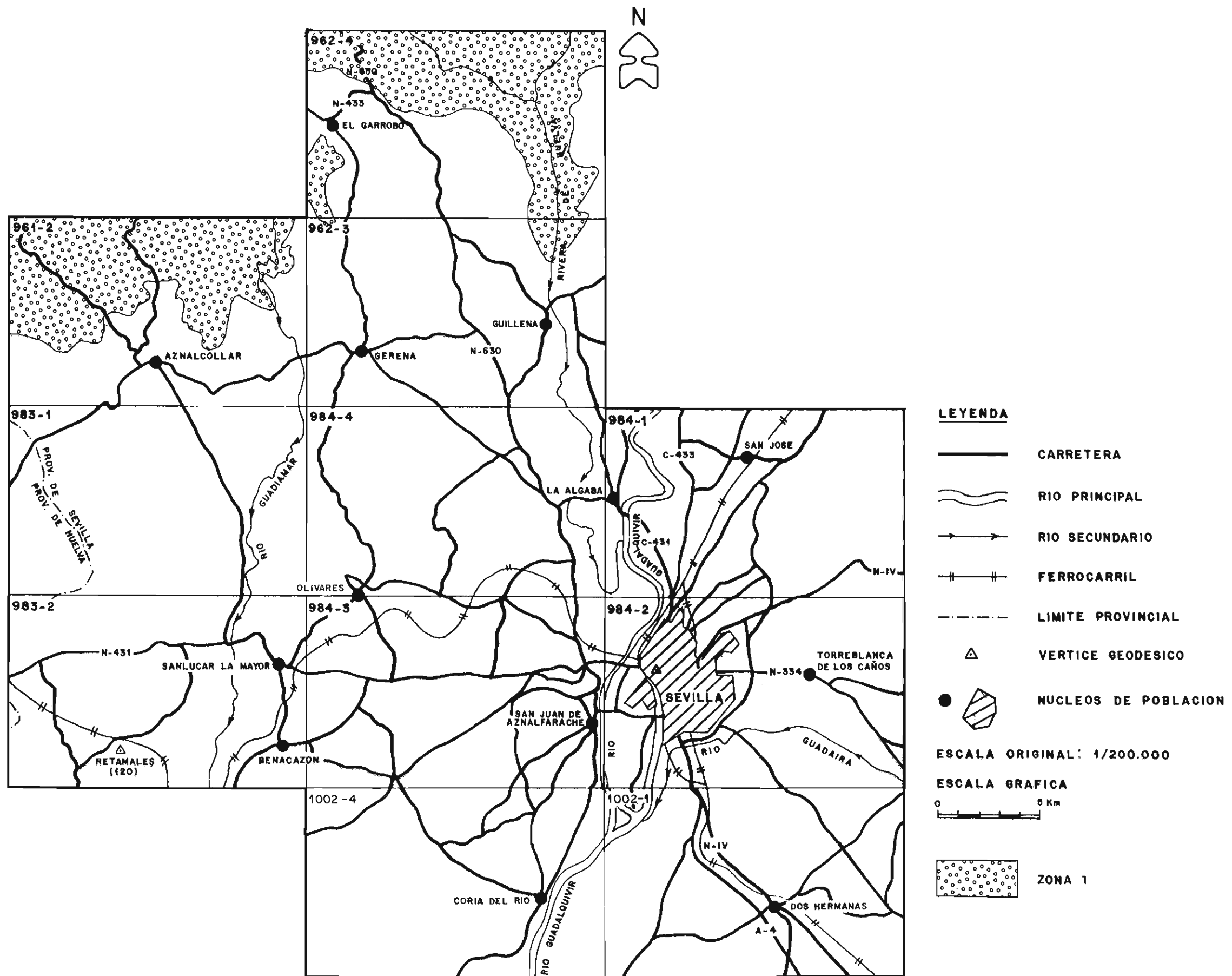


FIGURA 3.3.-ESQUEMA DE SITUACION DE LA ZONA 1 DENTRO DEL TRAMO.

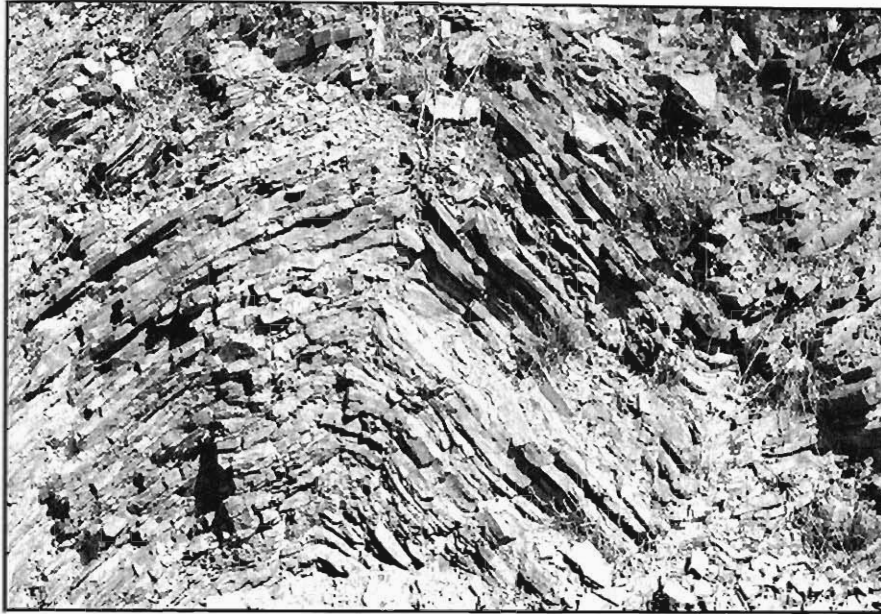


Figura 3.4.- Pliegue "chevron", desarrollado en las pizarras del grupo (143a). Cuesta de la Media Fanega (Hoja 962-4).

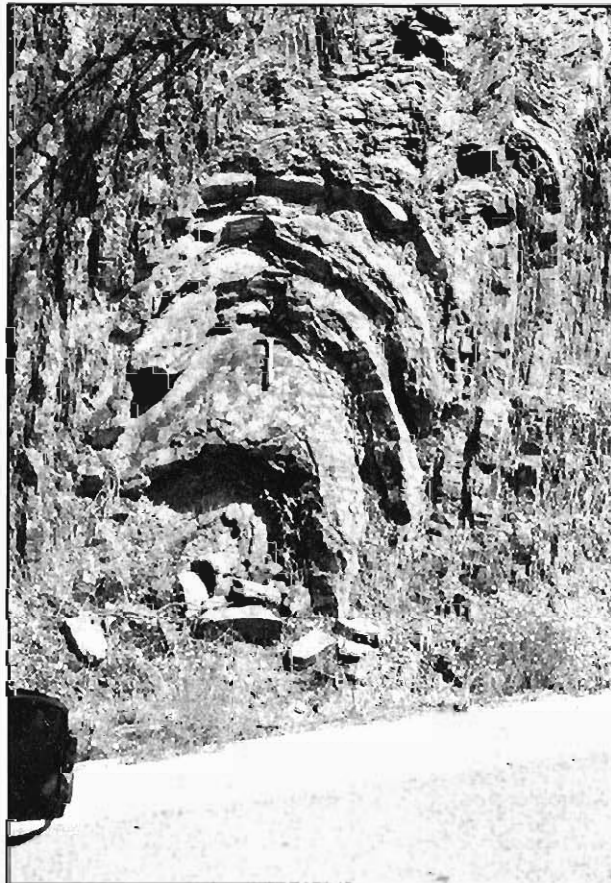


Figura 3.5.- Pliegue "concéntrico", desarrollado en capas de grauvaca del grupo (143a). Cuesta de la Media Fanega (Hoja 962-4).

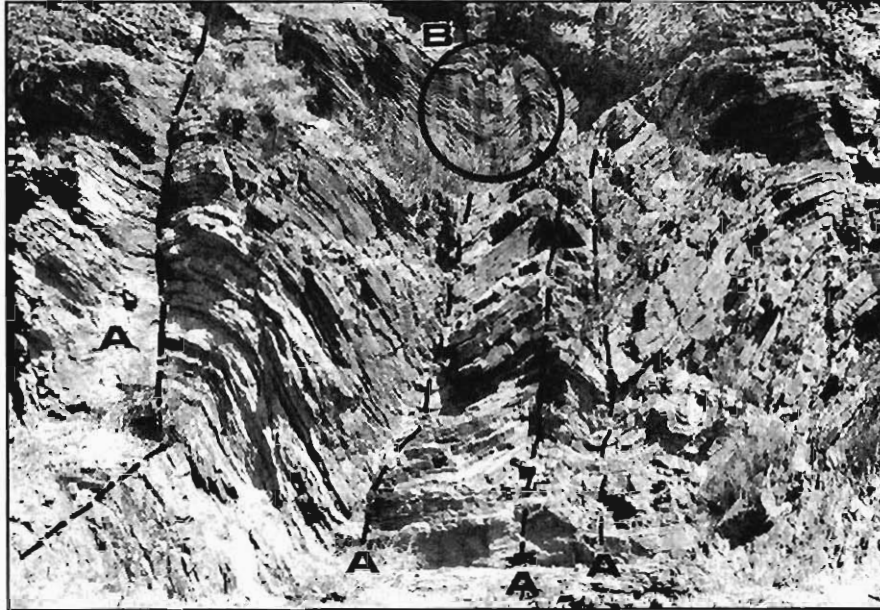


Figura 3.6.- Deformaciones de las Fases 3 y 4: "A", fracturas de plano axial; "B", "kink-bands" en niveles pelíticos. Cuesta de la Media Fanega (Hoja 962-4).

máximo, horizontal y de compresión, estaría situado en la bisectriz del ángulo menor formado por ambas familias de fallas, y tendría una dirección aproximada NNE-SSO.

3.1.3. Columna estratigráfica

Los diferentes grupos litológicos presentes en la Zona 1 se muestran en la columna estratigráfica que se expone en la Figura 3.7.

COLUMNA ESTRATIGRAFICA				
COLUMNA LITOLOGICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	CONGLOMERADOS, ARENAS Y CALIZAS	MIOCENO	321a	GT3
	SERIE VOLCANICO-SEDIMENTARIA	CARBONIFERO INFERIOR	151	GT2
	PIZARRAS, GRAUVACAS Y CUARCITAS	DEVONICO SUPERIOR	143a	GT2
	GRANITOS Y GRANODIORITAS	CARBONIFERO SUPERIOR	001a	GT1
	GABROS Y DIORITAS	CARBONIFERO SUPERIOR	001b	GT1

3.1.4. Grupos litológicos

Las formaciones geológicas que se han individualizado en esta Zona 1 son las siguientes:

CONGLOMERADOS, ARENAS Y CALIZAS, (321a).

SERIE VOLCANICO-SEDIMENTARIA, (151).

Estos dos grupos litológicos están descritos en la Zona 2, al ser más representativos de la misma.

PIZARRAS, GRAUVACAS Y CUARCITAS, (143a).

Litología.- Desarrollado ampliamente en el Noroeste del Tramo, el grupo (143a) está constituido por una monótona formación de pizarras, que presenta intercalaciones de grauvacas y cuarcitas.

Las pizarras son arcillosas, tienen el grano muy fino y son de color gris cuando la roca está sana. En zonas de alteración la coloración de las pizarras es rojiza. Frecuentemente aparecen niveles de pizarras arcillosas verdes, con un tamaño de grano mayor, así como otros de composición más silícea y de color gris oscuro.

Las grauvacas son rocas de color gris, algo verdoso. Están formadas por granos de cuarzo y feldespato, incluidos en una matriz arcillosa, y se presentan en capas de espesor decimétrico.

Las cuarcitas son rocas de grano fino y de colores claros. Forman capas de espesor decimétrico, y ocasionalmente, cuando tienen un bajo grado de pureza, pasan a ser areniscas silíceas con otros fragmentos de rocas.

Atravesando a todo el conjunto aparecen múltiples filones de cuarzo.

La Figura 3.8 muestra el aspecto de esta serie pizarrosa.

Estructura.- Esta serie, que ha sido intensamente plegada y fracturada durante la Orogenia Hercínica, tiene una estructura general formada por una sucesión de pliegues sinclinales y anticlinales, de dirección comprendida entre N-90°E y N-110°E. Generalmente están volcados al Sur o Suroeste, y sus flancos buzan en torno a los 60°-70° en sentido Norte.

La intensidad de la deformación tectónica queda patente en alguno de



Figura 3.8.- Pequeño talud realizado en las pizarras y grauvacas del grupo (143a). Proximidades de la localidad de Gerena (Hoja 962-3).



Figura 3.9.- Plegamiento y fracturación de un banco de areniscas, intercalado entre las pizarras del grupo (143a). Obsérvese también la disgregación en lascas y bloques que muestra el macizo rocoso. Proximidades de la localidad de Gerena (Hoja 962-3).

los afloramientos de este grupo (Figura 3.9), en donde se observan pliegues apretados que han sido posteriormente fallados y cabalgados. Asimismo, la presencia de un denso diaclasado origina una gran disgregación del macizo rocoso.

En otros afloramientos la única estructura observable es la esquistosidad de flujo (Figura 3.10). Esta tiene mayor penetración en las pizarras que en los miembros grauváquicos y cuarcíticos.

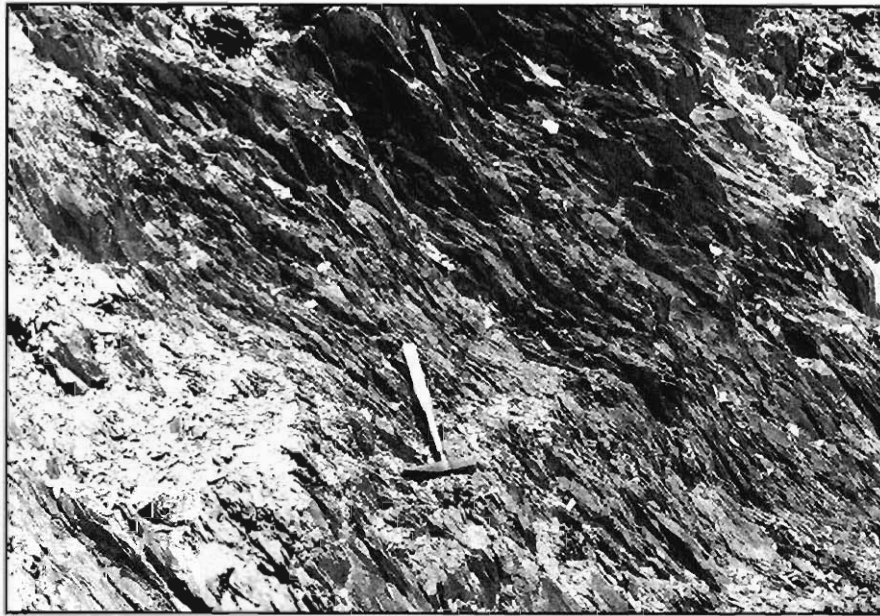


Figura 3.10.- Pizarras del grupo (143a) afectadas por la esquistosidad de flujo, en las inmediaciones del río Crispinejo (Hoja 961-2).

Geotecnia.- La característica fundamental del conjunto formado por estas rocas es la gran fracturación tectónica que presentan. Este condicionante estructural provoca la aparición de potentes horizontes de alteración, que son más frecuentes en los miembros pizarrosos. Estos suelos residuales tienen una capacidad portante baja, por lo que han de ser retirados en los casos de cimentación de terraplenes, y atravesados hasta llegar a la roca sana, cuando se trate de cimentar una estructura. La capacidad portante de la roca es alta.

La permeabilidad es baja y se desarrolla por la fisuración de la roca. El drenaje profundo se realiza lentamente, lo que favorece los procesos de alteración en el seno de las pizarras, y crea un aumento de las presiones hidrostáticas, que son desestabilizantes. El drenaje superficial se desarrolla con facilidad, debido al fuerte relieve que forman estas rocas.

En líneas generales se puede considerar al conjunto de estas rocas como un terreno no ripable. Sin embargo, la gran fracturación que presenta en algunas zonas hace posible que la excavación pueda llevarse a cabo con medios mecánicos, aunque puntualmente puedan existir bancos más duros que necesiten un ripado previo o voladuras locales.

En el diseño de los taludes hay que tener en cuenta dos factores. El primero es la probable presencia de potentes suelos residuales arcillosos, que pueden deslizar al ser excavados. Se han observado taludes que cortan a estos materiales y en los cuales ha sido necesaria la construcción de muros de 3 m de altura (Figura 3.11). El segundo factor es el intenso diaclasado y la frecuencia de la esquistosidad, que producen una disgregación generalizada del macizo. Se han observado taludes de alturas medias e inclinaciones de 50° a 65°, que presentan la caída permanente de bloques, cuñas y cantos. En estos taludes se han colocado mallas metálicas, para contener los cantos más pequeños, y bulones, para anclar los bloques más grandes. Se recomiendan taludes con inclinaciones de 45°, o disponer bermas intermedias. La Figura 3.12 corresponde a un desmonte realizado en esta formación.



Figura 3.11.- Muro de contención, realizado en un desmonte de la carretera N-630, que sujeta un horizonte de alteración del grupo (143a). Proximidades de la Venta del Alto (Hoja 962-4).

GRANITOS Y GRANODIORITAS, (001a).

Litología.- Este grupo aparece representado en la zona norte del Tramo por medio de varios afloramientos de extensión variable.



Figura 3.12.- Taludes realizados en las pizarras del grupo (143a). En primer plano, un talud de banco. Al fondo, un talud con dos inclinaciones, en función de la calidad de la roca. Obsérvese la acumulación de lajas al pie del mismo. Carretera de Aznalcóllar a El Castillo de las Guardas (P.K. 28) (Hoja 961-2).

Está constituido por granitos biotíticos y granodioritas, de grano fino a medio, cuyos componentes principales son feldespato potásico (ortosa y microclina) y biotita.

La Figura 3.13 muestra un detalle de la roca granítica.

Normalmente estas rocas tienen una textura granuda, cataclástica o deformada, producida como consecuencia de haber estado sometidas a los esfuerzos tectónicos hercínicos. En algunas zonas donde la deformación ha sido mayor, se han formado además minerales típicos de metamorfismo, como sillimanita, cordierita y andalucita.

Existen diques de rocas básicas (diabasas), encajados en las diaclasas, y enclaves biotíticos redondeados, inmersos en el seno de la roca. Además son frecuentes los filones pegmatíticos y aplíticos. Estos últimos se han diferenciado en un grupo litológico aparte, el (002a), allí donde su potencia ha hecho posible la representación cartográfica.

Hay que señalar que en el Tramo estudiado estas rocas aparecen frecuentemente alteradas en superficie y transformadas, por meteorización, en un producto residual o "jabre granítico", que tiene las propiedades físicas de un suelo (Figura 3.14).

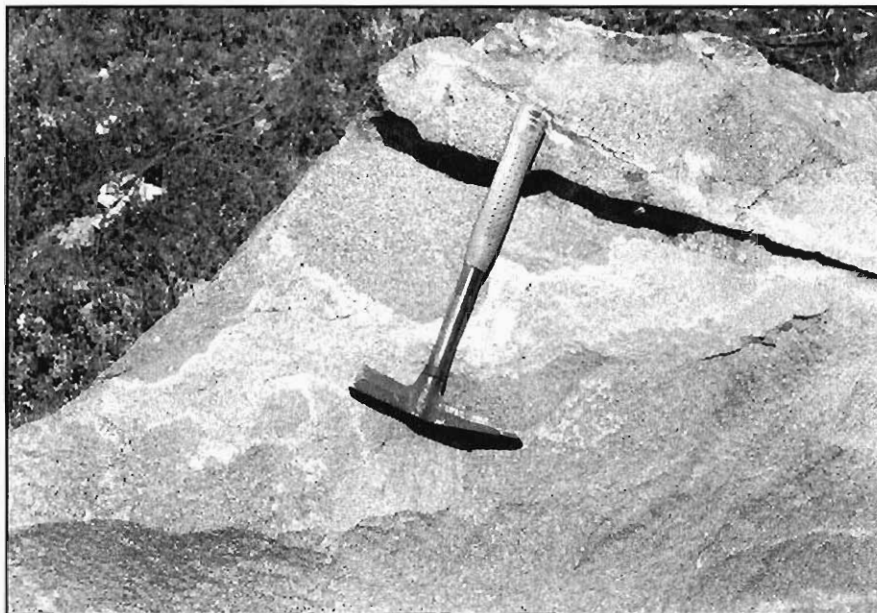


Figura 3.13.- Detalle del granito del grupo (001a). Puede observarse el tamaño del grano que presenta esta roca. Proximidades de la localidad de Gerena (Hoja 962-3).

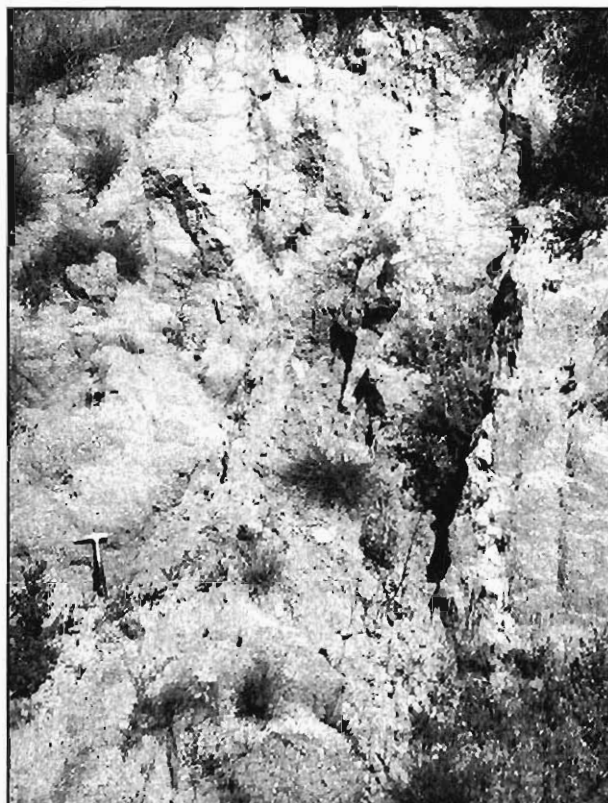


Figura 3.14.- Un aspecto de la alteración del macizo rocoso granítico, del grupo (001a). Rivera de Huelva (Hoja 962-4).

Estructura.- Estos materiales presentan una estructura masiva, rota por la presencia de filones y de una red de diaclasas en enrejado, que es la responsable de la disyunción en "bolos", característica de este tipo de materiales.

Geotecnia.- La principal característica geotécnica que ofrece este grupo está relacionada con la alteración que frecuentemente presentan los afloramientos del mismo. Los "jabres graníticos", formados por la meteorización química de la roca, no tienen la resistencia suficiente para la cimentación directa de grandes estructuras. Asimismo, pueden presentar problemas de asentamientos en los terraplenes que, apoyados sobre estos jabres, discurren por la mitad de las laderas. Para establecer los parámetros adecuados en el diseño de estructuras y terraplenes es necesario realizar los ensayos correspondientes.

Los desmontes proyectados en estos materiales de alteración pueden ser excavados directamente con medios mecánicos, ya que se trata de materiales ripables. Los taludes, que a corto plazo se mantienen estables con inclinaciones fuertes, a largo plazo presentan fenómenos de desmoronamientos, que son debidos a la hidratación superficial y que pueden ocasionar aterramientos de las cunetas.

En las zonas en que las rocas graníticas aparecen sanas, ya sea en superficie o por debajo del horizonte superficial de alteración, la excavación de las mismas ha de ser realizada con explosivos

Se han observado taludes de alturas medias y de inclinaciones comprendidas entre 50° y 75° , que presentan caídas de bloques y cuñas, así como fenómenos de erosión en las zonas alteradas. La inclinación recomendada es de 45° a 50° .

La permeabilidad está relacionada con el grado de calidad de los materiales. En los "jabres graníticos" se desarrolla una permeabilidad, por porosidad intergranular, que es directamente proporcional al grado de alteración de los mismos. En estos casos el drenaje profundo es moderado o fácil. Cuando los granitos están sanos, la permeabilidad se desarrolla a través de las fisuras, y se origina un drenaje profundo deficiente. El contacto formado por el "jabre granítico" y la roca sana actúa como una vía favorable para la circulación de las aguas.

El drenaje superficial normalmente se desarrolla con facilidad, ya que las pendientes topográficas son suficientes. Sin embargo existen zonas llanas locales, asociadas a "jabres graníticos", en que este drenaje se produce con mayor dificultad, aunque no llegan a formarse encharcamientos.

GABROS Y DIORITAS, (001b).

Litología.- Este grupo está representado por dos afloramientos que se encuentran situados en el cuadrante más septentrional del Tramo (Hoja 962-4).

Se trata de un complejo de rocas plutónicas básicas, formado sobre todo por gabros, aunque también están presentes las dioritas. La mineralogía esencial está constituida por hornblenda y plagioclasa, estando ésta parcialmente alterada a sericita. El tamaño de grano varía de fino a medio, y se observan pequeños fenocristales de plagioclasa, que manifiestan una gran deformación.

Lo mismo que el grupo de granitoides, descrito anteriormente, éste presenta numerosas zonas alteradas, transformadas en "jabre", y está atravesado por un buen número de filones de rocas diabásicas.

La Figura 3.15 corresponde a un afloramiento de gabros del grupo (001b).

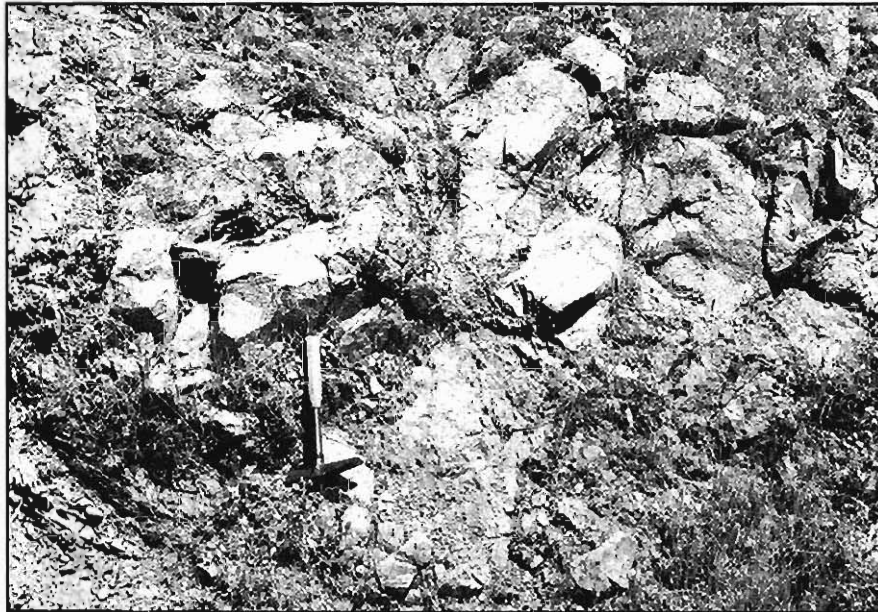


Figura 3.15.- Aspecto de los gabros del grupo (001b), en las inmediaciones del embalse El Gergal (Hoja 962-4).

Estructura.- La estructura de estas rocas intrusivas es masiva. Sin embargo, el macizo rocoso formado por ellas se caracteriza porque la roca matriz sana está afectada por una red tupida de discontinuidades, que provoca la disgregación de la misma en bloques cúbicos y prismáticos. Además la existencia de zonas alteradas, desarrolladas en el seno de la roca sana, hace que ésta pierda sus condiciones de calidad.

Geotecnia.- Son rocas que cuando se encuentran sanas son duras y coherentes, y no ripables. Tienen una capacidad portante muy alta, que es adecuada para la cimentación de grandes estructuras y terraplenes. Sin embargo, la existencia de horizontes de alteración, ubicados tanto en superficie como en profundidad, hace que las características resistentes de estas rocas sean variables, lateral y verticalmente. El desarrollo irregular de estos suelos hace imposible dar normas generales para su localización, por lo que será necesario realizar los estudios de reconocimiento concretos para cada caso.

La excavación de estos "jabres" puede llevarse a cabo con medios mecánicos, si bien será frecuente encontrar enclaves rocosos sanos junto a ellos, no ripables, que habrán de ser retirados mediante voladuras.

La permeabilidad es muy baja y está desarrollada por la fisuración, fracturación y alteración de la roca. Esto origina un drenaje profundo en general deficiente. Por el contrario, el drenaje superficial es fácil, al estar favorecido por las fuertes pendientes topográficas que tienen las áreas en donde aparecen estas rocas.

Se han observado taludes de alturas medias, que con inclinaciones de 50° a 75°, tienen caídas de bloques y cuñas, así como erosiones en las partes alteradas. La inclinación recomendada es de 45° a 50°.

3.1.5. Grupos geotécnicos

Los diferentes grupos litológicos definidos en esta Zona 1 se han agrupado, en función de sus características geotécnicas, de la siguiente forma:

GT1.- Grupo constituido por granitos, granodioritas, gabros, dioritas, aplitas y diabasas. Se trata de un conjunto de rocas masivas, duras y coherentes, y no ripables. Tienen una capacidad portante muy alta, adecuada para la cimentación de estructuras y terraplenes, si bien hay que tener en cuenta la existencia de un horizonte superficial alterado, que hace disminuir la resistencia de estas rocas. Asimismo, el estado de fracturación presente en los macizos rocosos formados por estos materiales ígneos, produce la disgregación de los mismos en bloques, los cuales pueden ser de grandes dimensiones. Estos bloques, al ser cortados y descalzados por excavaciones o desmontes, pueden caer y deslizar gravitacionalmente, aunque este fenómeno tendrá carácter local. Para diseñar la inclinación de los taludes que hayan de ser realizados en estas rocas es conveniente llevar a cabo un estudio estadístico de las discontinuidades que afectan a las mismas. Los taludes artificiales observados en estas formaciones rocosas son de alturas medias, tienen inclinaciones comprendidas entre 50° y 75° y presentan caídas de bloques y cuñas. En las partes en donde la roca está alterada se producen erosiones.

Las formaciones (001a) y (001b) son las que componen en esta Zona 1 el grupo geotécnico CT1.

GT2.- Grupo formado por pizarras con intercalaciones de grauvacas y cuarcitas, pizarras mosqueadas, esquistos, gneises y rocas volcánico-sedimentarias. Se trata de rocas sedimentarias antiguas, con algún episodio volcánico, que han sufrido las deformaciones producidas por la Orogenia Hercínica, y un metamorfismo de contacto, originado por la intrusión de los materiales ígneos.

La característica fundamental de estas formaciones geológicas es la gran deformación tectónica a la que han estado sometidas. Esta deformación está representada por una esquistosidad de flujo, que es totalmente penetrativa en los miembros pizarrosos y esquistosos, por una foliación, desarrollada en los gneises, y por un plegamiento apretado y de pequeño radio. Por el contrario, las intercalaciones de carácter detrítico (grauvacas y cuarcitas), o de naturaleza volcánica (riolitas, basaltos y espilitas), se encuentran afectadas por el plegamiento, pero no han desarrollado planos de esquistosidad en su interior.

Las condiciones tectónicas, apoyadas por un drenaje profundo muy deficiente, provocan la frecuente aparición de horizontes de alteración en las pizarras, en los esquistos y en los gneises. Estas zonas alteradas tienen una capacidad portante baja o media (en función del grado de meteorización), por lo que han de ser retiradas en los casos de terraplenes que discurren a media ladera, o atravesadas hasta llegar a la roca sana, cuando se trate de cimentar una estructura. Contrariamente, la roca sana tiene una capacidad portante alta.

Los taludes de grandes alturas y fuertes inclinaciones presentarán caídas de cantos lajosos (en el caso de rocas con esquistosidad penetrativa) y de bloques cúbicos (en las intercalaciones areniscosas o volcánicas). La recomendación es dar a los taludes una inclinación de 45°, o emplear bermas intermedias. Los desmontes habrán de llevarse a cabo mediante voladuras, si bien, en las zonas más alteradas o fracturadas, podrán realizarse con medios mecánicos.

En esta Zona 1 es la formación (143a) la que constituye este grupo geotécnico, así como algunas partes de la 151.

GT3.- Grupo constituido por calizas, calcarenitas, conglomerados calcáreos y arenas. Se trata de rocas sedimentarias depositadas bajo un régimen tectónico tranquilo y en un ambiente químico con aportes terrígenos laterales, por lo que aparecen niveles fundamentalmente detríticos entre otros de naturaleza carbonatada. Estas alternancias provocan que la resistencia del macizo rocoso esté en función del tipo de roca.

Las calizas, las calcarenitas y los conglomerados calcáreos tienen una capacidad portante suficiente para la cimentación de estructuras y terraplenes, siempre que la potencia del nivel de apoyo guarde relación con las cargas que ha de soportar. Por el contrario, las capas arenosas tienen una capacidad de carga baja, y media si están cementadas. Además hay que tener en cuenta que estas formaciones están recubiertas normalmente por un suelo residual, arcilloso y plástico, que es necesario retirar en su totalidad.

Los desmontes que se realicen en estas formaciones podrán llevarse a cabo por medios mecánicos, excepto en aquellos puntos en que los bancos calcáreos alcancen potencias superiores a 0,5 m. En estos casos será necesario el empleo de voladuras. Los taludes de estos desmontes pueden presentar desprendimientos de bloques calcáreos, al quedar descalzados por la erosión ejercida sobre los niveles detríticos. Este fenómeno ha sido observado en la mayor parte de los taludes realizados en estos materiales.

La permeabilidad, desarrollada por porosidad tanto en las rocas carbonatadas como en las detríticas, origina un drenaje medio, en las primeras, y alto, en las segundas. El drenaje superficial discurre con dificultad, debido al escaso gradiente topográfico de las zonas en donde aparecen estas rocas. En las áreas más llanas son frecuentes los encharcamientos, debido a la presencia de los recubrimientos arcillosos impermeables.

En esta Zona 1 este grupo geotécnico está representado por algunos afloramientos aislados de la formación (321a).

3.1.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona

Esta Zona, en su mayor parte, está constituida por materiales pizarrosos con intercalaciones de grauvacas y cuarcitas, y plutónicas, los cuales están representados por granitoides (granitos y granodioritas) y rocas gabroideas (gabros y dioritas). Aparecen en una cierta proporción las rocas de carácter volcánico (complejo volcánico-sedimentario) y las sedimentarias (conglomerados, arenas y calizas). Estas últimas recubren esporádicamente a todas las anteriores.

El primer aspecto a tener en cuenta es la gran fracturación tectónica que han sufrido las rocas que caracterizan esta Zona 1. Dicha fracturación provoca la aparición de numerosas superficies de discontinuidad, que aminoran la resistencia general del macizo rocoso y que son las responsables de la existencia de caídas gravitacionales de grandes bloques y cuñas. También se produce una disgregación generalizada de las rocas en cantos y lajas, especialmente en las rocas de naturaleza pizarrosa. Otra consecuencia de la fracturación es la alteración que afecta a las rocas de esta Zona. Las plutónicas están frecuentemente transformadas en "jabres", y las pizarrosas en un

suelo residual arcilloso. Ambos materiales tienen una capacidad portante baja, son erosionables, ripables, y especialmente los suelos arcillosos, pueden dar lugar a deslizamientos de ladera. Además hay que tener en cuenta que el drenaje profundo se desarrolla con dificultad, lo que produce un aumento de las presiones hidrostáticas, que son desestabilizantes.

Excepto los horizontes de alteración mencionados, las rocas características de esta Zona 1 no son ripables, por lo que su remoción habrá de ser llevada a cabo mediante voladuras.

3.2. ZONA 2: RELIEVE ALOMADO

3.2.1. Geomorfología

La mayor parte de esta Zona 2 se articula en torno a la unidad anterior, formando las estribaciones de la misma. También está presente en la mitad inferior del Tramo, en donde se desarrolla según dos estrechas bandas, dispuestas en forma de herradura.

En la Figura 3.16 se muestra la distribución y extensión de la Zona 2 dentro del Tramo.

La Zona está formada por rocas plutónicas, volcánicas, pizarrosas, y por sedimentos miocenos. Estos últimos, en el área septentrional están representados por calizas organógenas, conglomerados brechoides calcáreos y arenas. En las bandas meridionales las formaciones miocenas están constituidas por margas azules, margas arenosas y limos arenosos.

Se trata de una zona que, bien por estar parcialmente recubierta por materiales miocenos, o bien por haber sufrido un desgaste homogéneo, presenta un relieve ondulado. Son asociaciones de lomas, orientadas en general según una dirección Norte-Sur. Estas elevaciones tienen las cimas redondeadas y están separadas entre sí por suaves vaguadas poco o nada encajadas. La unión de todas las vaguadas y valles origina una red fluvial de tipo dendrítico, excepto en algunas áreas, de influencia paleozoica, en donde es de tipo pinnado.

Como consecuencia del escaso grado de encajamiento de la red fluvial en esta Zona, las pendientes son moderadas (5% a 25%).

La Figura 3.17 corresponde a uno de los relieves que pueden observarse en esta Zona.

En cuanto a la evolución morfológica hay que señalar la existencia de tres factores que, actuando en combinación, provocan la denudación progresiva del relieve. En primer lugar, la meteorización química que transforma los materiales en un subproducto residual de consistencia generalmente blanda. Esta meteorización está apoyada, además, por la acción humana, mediante las prácticas agrícolas generalizadas en la Zona.

Cuando estos horizontes de alteración se desarrollan sobre laderas de una cierta pendiente, quedan en posición inestable y se desarrolla, entonces,

el segundo factor a tener en cuenta: la inestabilidad de laderas. Estos suelos, que se hallan en equilibrio límite, se hidratan con el agua procedente de las precipitaciones y se produce la fluencia o reptación de los mismos hacia las zonas más bajas de las laderas. Con estos movimientos de materiales, que suelen ser estacionales, las laderas van modificando constantemente su pendiente, con lo que se produce la suavización progresiva del relieve. En los casos de pendientes muy pronunciadas, los movimientos pueden ser de mayor envergadura y originarse deslizamientos de ladera profundos.

El tercer factor es la acción fluvial, que bien a través de los cauces permanentes, o bien en régimen de escorrentía libre, actúa eficazmente sobre los materiales removilizados durante los procesos anteriores, transportándolos y depositándolos en las áreas de menor gradiente topográfico, en donde las aguas pierden su energía de transporte.

3.2.2. Tectónica

Esta Zona 2 se caracteriza por servir de nexo entre las unidades geotectónicas de Sierra Morena y la Fosa del Guadalquivir. Está formada, en su mayor parte, por rocas deformadas durante la Orogenia Hercínica, por lo que los rasgos estructurales son los mismos que los descritos en la Zona 1. Sin embargo, esta Zona 2 presenta la particularidad de estar formada, en una parte de su extensión, por el complejo volcánico-sedimentario, de edad carbonífera. Este conjunto litológico, compuesto por series originalmente sedimentarias que alternan con otras volcánicas y piroclásticas, indica las probables condiciones tectónicas que actuaron en la región. Sobre un basamento rígido, de edad precámbrica, se produce la sedimentación de los materiales devónicos, que continúa durante el Carbonífero, y que forman una cobertera dúctil. Al mismo tiempo que se depositan los materiales carboníferos, comienzan las inestabilidades corticales, al subducirse dicho basamento bajo la Zona de Ossa-Morena, y se originan grandes fracturas, que forman los mantos de corrimiento precoces, característicos de la Fase 1a. Es probable que a favor de estas fracturas encontraran su vía de ascenso las rocas volcánicas. Estas efusiones volcánicas, posiblemente submarinas y desarrolladas en distintos impulsos tectónicos, fueron alternativamente recubiertas por la sedimentación carbonífera, que estaba teniendo lugar al mismo tiempo.

La siguiente etapa de subducción (Fase 1b) provoca grandes deformaciones en toda la cobertera paleozoica. Aparecen pliegues orientados en dirección Este-Oeste, apretados y vergentes al Sur, y acompañados de una esquistosidad de flujo. También se intruyen las rocas plutónicas que aparecen en la región, cuyo carácter sinorogénico queda de manifiesto por la orientación de sus minerales. Estas rocas, además, producen un metamorfismo de contacto en los materiales donde se encajan.

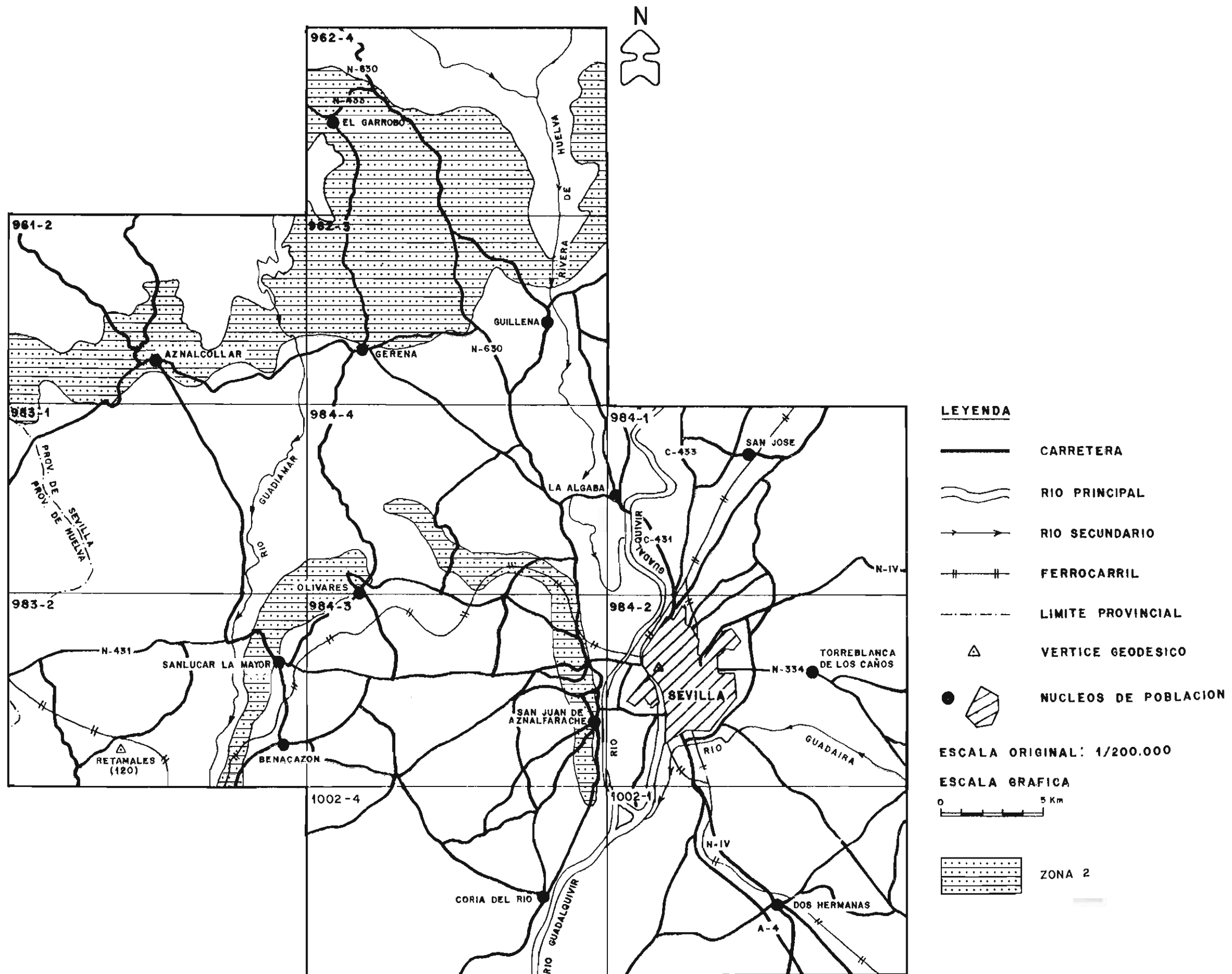


FIGURA 3.16.- ESQUEMA DE SITUACION DE LA ZONA 2 DENTRO DEL TRAMO.

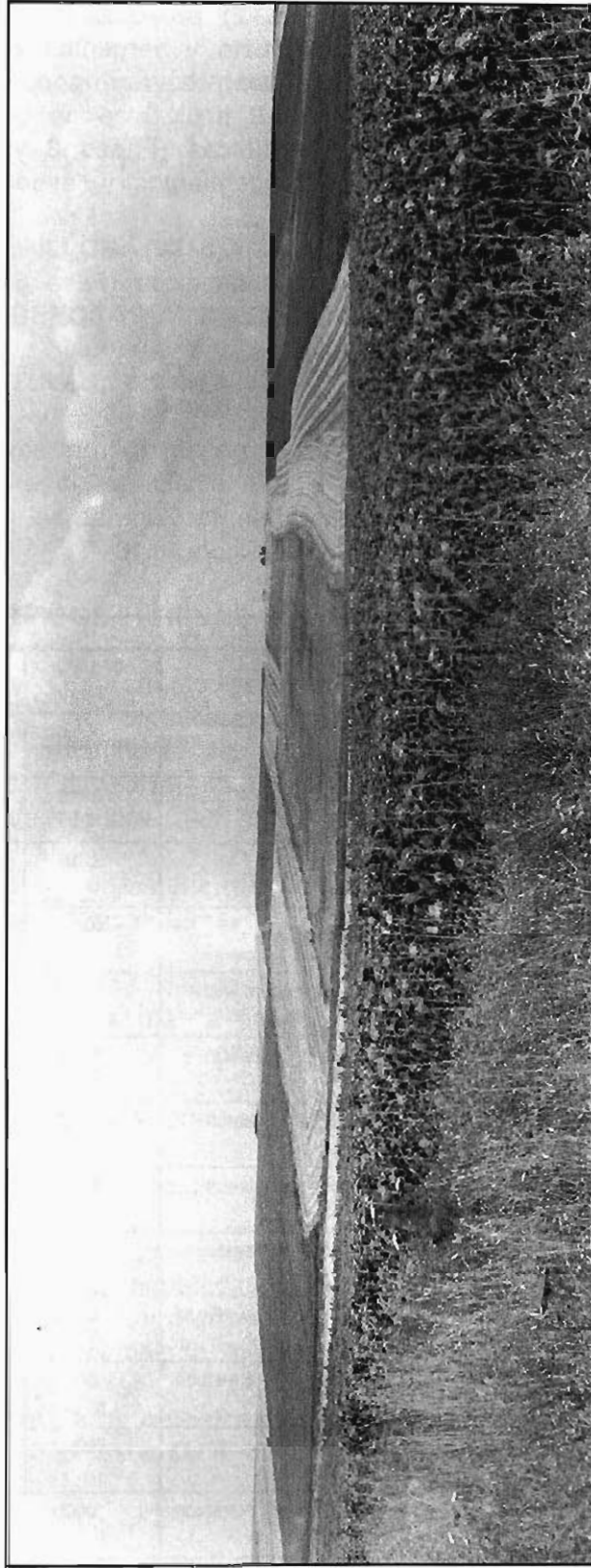


Figura 3.17.- Visión panorámica en la que se observa la suavidad de las colinas y la amplitud de las vaguadas, que caracterizan la morfología de la Zona 2.

Nuevos impulsos en la subducción (Fase 2) provocan la aparición de cabalgamientos, orientados en dirección Este-Oeste y vergentes al Sur, y un nuevo plegamiento que origina estructuras de tipo "chevron" y concéntricas.

Las siguientes fases de deformación hercínicas (Fases 3 y 4) son de menor intensidad y solamente forman microplegamientos y, especialmente la Fase 3, una esquistosidad de plano axial.

Los últimos procesos compresivos son tardihercínicos (Fase 5) y generan fallas de rumbo, de orientaciones N-S y NE-SO.

3.2.3. Columna estratigráfica

Los diferentes grupos litológicos presentes en la Zona 2 se muestran en la columna estratigráfica que se expone en la Figura 3.18.

COLUMNA ESTRATIGRAFICA				
COLUMNA LITOLOGICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	LIMOS AMARILLOS	MIOCENO	321d	GT5
	MARGAS ARENOSAS Y ARENAS LIMOSAS	MIOCENO	321c	GT4-GT5
	MARGAS AZULES	MIOCENO	321b	GT4
	CONGLOMERADOS, ARENAS Y CALIZAS	MIOCENO	321a	GT3
	SERIE VOLCANICO-SEDIMENTARIA	CARBONIFERO INFERIOR	151	GT2
	PIZARRAS, GRAUVACAS Y CUARCITAS	DEVONICO SUPERIOR	143a	GT2
	PIZARRAS MOSQUEADAS	DEVONICO SUPERIOR	143b	GT2
	ESQUISTOS	DEVONICO SUPERIOR	143c	GT2
	GNEISES	DEVONICO SUPERIOR	143d	GT2
	FILONES DE APLITA	CARBONIFERO SUPERIOR	002a	GT1
	GRANITOS Y GRANODIORITAS	CARBONIFERO SUPERIOR	001a	GT1
	GABROS Y DIORITAS	CARBONIFERO SUPERIOR	001b	GT1
	FILONES DE DIABASA	CARBONIFERO SUPERIOR	002b	GT1

Figura 3.18.- Columna Estratigráfica de la Zona 2.

3.2.4. Grupos litológicos

En este apartado se describen las formaciones geológicas que se han individualizado en esta Zona 2. Son las siguientes:

LIMOS AMARILLOS, (321d).

MARGAS ARENOSAS Y ARENAS LIMOSAS, (321c)

MARGAS AZULES, (321b).

Estos tres grupos litológicos están descritos en la Zona 3, al ser más representativos de la misma.

CONGLOMERADOS, ARENAS Y CALIZAS, (321a).

Litología.- Este grupo está formado por una serie de afloramientos que orlan la zona de contacto entre los terrenos terciarios y primarios, situada en el tercio septentrional del Tramo. Dichos afloramientos van perdiendo continuidad hacia el Norte, hasta quedar reducidos a salpicaduras de escasa extensión, que recubren las rocas paleozoicas.

Se trata de una serie de carácter detrítico que presenta algún episodio de naturaleza química. La sucesión, de muro a techo, es la siguiente:

–Conglomerados de cantos de cuarcita y otras rocas metamórficas, englobados en una matriz arenosa de color rojizo, con intercalaciones de arenas de grano medio y grueso, que tienen estratificación cruzada.

–Conglomerados y brechas calcáreas.

–Calizas detríticas organógenas.

–Arenas con intercalaciones de areniscas, que cambian lateralmente a unas facies más carbonatadas y se transforman en biomicritas arenosas y a veces ferruginosas. La presencia de pasadas margosas en el techo de estas arenas marca el cambio a la unidad suprayacente (321b).

La Figura 3.19 muestra, esquemáticamente, la columna estratigráfica correspondiente a esta serie descrita.

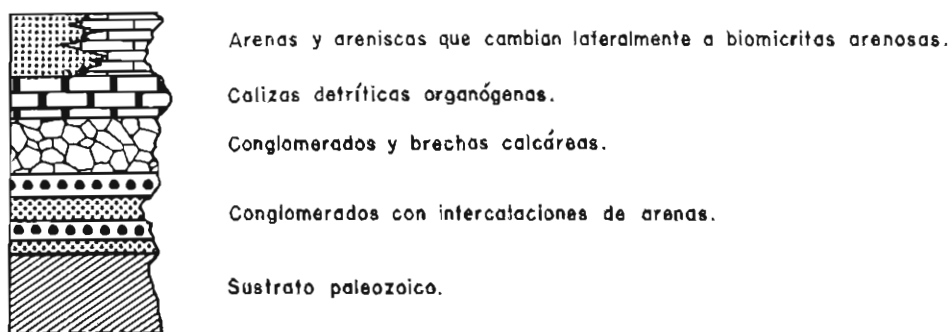


Figura 3.19.- Columna estratigráfica esquemática del grupo (321a).

Estructura.- Dispuesto en discordancia sobre las rocas paleozoicas e ígneas, este grupo tiene una dirección ONO-ESE y unos buzamientos comprendidos entre 4° y 15°, en sentido Sur. La estratificación queda de manifiesto mediante los cambios de litología o de granulometría de los distintos niveles.

Geotecnia.- Se trata de una formación constituida por una asociación de niveles de naturaleza detrítica, y química, que presentan frecuentes cambios laterales de facies hacia uno u otro término. Por lo tanto, las características geotécnicas generales son diversas.

Los estratos formados por litologías calcáreas (calizas detríticas, biomicritas arenosas y brechas calcáreas) y conglomeráticas tienen una capacidad portante alta, suficiente para la cimentación de estructuras y terraplenes, siempre que el espesor del nivel de apoyo guarde relación con las cargas que ha de soportar.

Las capas arenosas, y de areniscas y conglomerados que tengan poca cementación, tienen una capacidad portante media, y pueden originar asientos diferenciales cuando el contenido de cemento carbonatado varíe lateralmente.

Normalmente el conjunto se encuentra recubierto por un suelo residual, constituido por arcillas de descalcificación, que tiene baja capacidad portante. Este suelo hay que eliminarlo de los cimientos de los terraplenes, y atravesarlo en el caso de la cimentación de alguna estructura.

La permeabilidad es media en las rocas más cementadas, y alta en las capas detríticas. En el primer caso el drenaje profundo discurre moderadamente a través de las fisuras y los poros libres de cemento, y en el segundo caso lo hace fácilmente, aprovechando una porosidad intergranular muy eficaz. El drenaje superficial es difícil, tanto por las pequeñas pendientes topográficas, como por la escasa capacidad de infiltración del horizonte de alteración, que recubre a todo el conjunto rocoso.

Como consecuencia de la disposición sedimentaria que adoptan los distintos materiales (alternancias de capas duras y blandas), se producen erosiones diferenciales, que descalzan los niveles más compactos.

La excavación de los desmontes que se realicen en esta formación puede ser llevada a cabo con medios mecánicos. En el caso de los niveles más duros, puede ser necesario un ripado previo, o el empleo de voladuras locales.

Han sido observados taludes artificiales de alturas bajas y con inclinaciones de 70°, que muestran desprendimientos de bloques descalzados por la erosión diferencial. La Figura 3.20 corresponde a uno de estos taludes. Se recomiendan inclinaciones de 45° a 50°.



Figura 3.20.- Arenas y conglomerados del grupo (321a) en uno de los taludes próximos a la localidad de Aznalcóllar (Hoja 961-2). Pueden observarse los bloques desprendidos del nivel superior conglomerático.

SERIE VOLCANICO-SEDIMENTARIA, (151).

Litología.- Este grupo litológico es una serie volcánico-sedimentaria, que presenta un único afloramiento alargado, de dirección Este-Oeste, en el Noreste del Tramo.

La serie volcánico-sedimentaria está formada, de muro a techo, por las siguientes unidades:

- Riolitas.
- Pizarras grises y negras.
- Riolitas masivas.
- Brechas y aglomerados con intercalaciones pizarrosas.
- Pizarras grafitosas, negras.
- Conjunto mineralizado, pizarroso en la base, y piroclástico en el techo.
- Brechas y aglomerados con pizarras negras.
- Riolitas y riolacitas porfiroides.
- Pizarras con intercalaciones de jaspes y piroclastos.
- Brechas y aglomerados.
- Cineritas grises.
- Basaltos y espilitas.

La Figura 3.21 muestra, esquemáticamente, la columna estratigráfica correspondiente a este complejo volcánico-sedimentario.

Estructura.- La estructura general de este grupo está formada por una sucesión de sinclinales, de dirección aproximada Este-Oeste, cuyos flancos meridionales tienen un buzamiento comprendido entre 20° y 50°, en sentido Norte. Los flancos septentrionales pueden ser verticales o invertidos y tener, en estos casos, buzamientos del orden de 70° en sentido Norte. Además de esta tectónica de plegamiento ha existido otra de fracturación, que ha producido en la roca múltiples discontinuidades. Estas provocan la disgregación del macizo rocoso de una forma diferente, en función del tipo de roca afectada. En las capas de origen sedimentario (pizarras, aglomerados, cineritas) se originan cantos lajosos de pequeño tamaño. En los bancos volcánicos (riolitas, basaltos y espilitas) se forman grandes bloques de forma tabular.

Geotecnia.- Se trata de un conjunto de rocas de capacidad portante alta, que pueden soportar perfectamente las cargas inducidas por grandes estructuras. En la construcción de terraplenes, especialmente los que discurren a media ladera, es necesario retirar el horizonte de alteración superficial y apoyarlos en el terreno sano.

La permeabilidad de esta serie es pequeña, se desarrollada por la fisu-

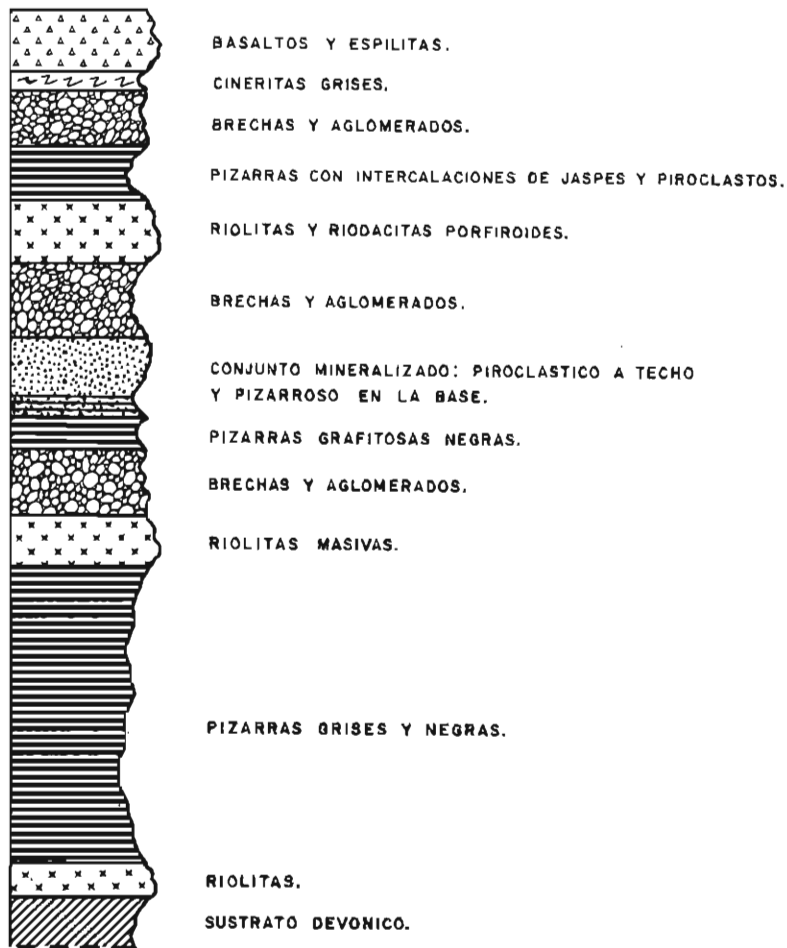


Figura 3.21.- Columna estratigráfica esquemática del complejo volcánico-sedimentario que forma el grupo 151.

ración y el diaclasado, y origina un drenaje profundo difícil. La escorrentía superficial fluye fácilmente, ya que existe gradiente topográfico suficiente para el buen desarrollo de la misma.

Los materiales de esta serie no son ripables, por lo que su excavación ha de llevarse a cabo mediante voladuras. En el diseño de los taludes de estas excavaciones ha de tenerse en cuenta el grado y la forma de fracturación del macizo rocoso, ya que pueden originarse inestabilidades gravitacionales en aquellas zonas en que la conjunción de las orientaciones del talud y de las discontinuidades favorezca el proceso. Se han observado taludes de alturas medias, que, con inclinaciones de 70° , presentan vuelcos de estratos (toppling) (Figura 3.22), y caídas de cuñas y bloques. Se considera que las condiciones de estabilidad generales de los taludes se consiguen con unas inclinaciones de 50° a 60° , pudiéndose construir bermas intermedias.



Figura 3.22.- Vuelcos de estratos en un talud de una cantera, abierta en los basaltos y espilitas del grupo 151, para la construcción de una presa en el río Crispinejo (Hoja 961-2).

PIZARRAS, GRAUVACAS Y CUARCITAS, (143a)

Este grupo se ha descrito en la Zona 1, al ser más representativo de la misma.

PIZARRAS MOSQUEADAS, (143b).

Litología.- Este grupo forma parte de la aureola de metamorfismo térmico producido en la serie pizarrosa del grupo (143a), en la zona de contacto con las rocas ígneas del grupo (001b).

Se trata de un único afloramiento, estrecho y alineado en sentido NO-SE, formado por pizarras que han desarrollado un "mosqueado" compuesto por biotita. Ocasionalmente, en zonas donde la roca ha estado sometida a mayor temperatura, estas "moscas" están constituidas por andalucita.

La Figura 3.23 muestra un aspecto de detalle de estas rocas.

Estructura.- Los materiales de esta formación están afectados por una dinámica de plegamiento y fracturación muy intensa. La estructura está formada por una sucesión de pliegues sinclinales y anticlinales, apretados, volcados hacia el Sur y Suroeste, y alineados según una dirección general N-

90°E. También se dan pliegues menores, de escala métrica y decimétrica, y de pequeño radio, así como una esquistosidad de flujo totalmente penetrativa.

Geotecnia.- Son rocas de capacidad portante alta, que pueden estar recubiertas por un suelo residual, arcilloso, de menor resistencia.

La permeabilidad es baja, por fisuración, y el drenaje profundo, difícil, mientras que el drenaje superficial es fácil, debido a las pendientes topográficas que caracterizan los relieves formados por estas pizarras.

Se trata de rocas no ripables, pero su estado de fracturación hace posible que las excavaciones puedan llevarse a cabo con medios mecánicos, aunque localmente pueda ser necesario el empleo de un ripado previo o de voladuras.

Los taludes observados son de alturas bajas, tienen inclinaciones de 60° y caídas de bloques, cuñas y cantos. La inclinación recomendada es de 45°.



Figura 3.23.- Aspecto superficial de las pizarras mosqueadas del grupo (143b), en las proximidades del embalse El Gergal (Hoja 962-3).

ESQUISTOS, (143c).

Litología.- El grupo (143c) aparece en dos afloramientos, de escasa extensión, situados al Sur de la población de Las Pajanosas (Hoja 962-3).

Está constituido por esquistos de cuarzo, sericita y moscovita, que tienen textura granoblástica y lepidoblástica. Estos esquistos tienen su origen en el metamorfismo de contacto que afectó a las rocas pizarrosas devónicas.

La Figura 3.24 ofrece un aspecto de detalle de los esquistos.

Estructura.- La estructura de este grupo es de plegamiento y viene determinada por una sucesión de pliegues sinclinales y anticlinales, volcados hacia el Sur y Suroeste, cuyos flancos buzcan de 60° a 75° en sentido Norte. Está afectado además, por una esquistosidad penetrativa y por un denso diaclasado.

Geotecnia.- Las rocas que componen esta formación han sufrido un proceso de recristalización, inducido por el metamorfismo de contacto, y han pasado de pizarras a esquistos, ganando en el grado de dureza.

Son rocas no ripables, aunque en zonas muy fracturadas pueden serlo. Tienen alta capacidad portante, si bien presentan horizontes de alteración, de baja resistencia, que habrán de ser eliminados en las cimentaciones.



Figura 3.24.- Aspecto de los esquistos del grupo (143c), en el P.K. 3,250 de la carretera de Guillena a Las Pajanosas (Hoja 962-3).

La permeabilidad es muy baja y se desarrolla por la fisuración de la roca. Como consecuencia de ello, el drenaje profundo es difícil. El drenaje

superficial es fácil, ya que las pendientes que tienen las áreas en donde aparecen estas rocas es suficiente para que no se produzcan encharcamientos.

Los taludes observados son de alturas bajas, tienen inclinaciones de 60° y presentan desprendimientos locales de bloques y cuñas, generalmente de pequeñas dimensiones. La inclinación recomendada para los taludes es de 45° a 50° .

GNEISES, (143d).

Litología.- Este grupo forma parte de la aureola de metamorfismo de contacto producida por el granito en las pizarras devónicas del grupo (143a). Está constituido por gneises, posiblemente ortoneises, que tienen texturas holocristalinas, alotriomorfas y fluidales.

Mineralógicamente estos gneises están formados por cuarzo, microclina, plagioclasa, y algunas veces, biotita y moscovita. Cuando las micas están presentes en la roca, se disponen junto al cuarzo, formando texturas fluidales, las cuales en ocasiones dan lugar a pliegues incipientes.

La Figura 3.25 muestra un detalle de los gneises.



Figura 3.25.- Aspecto de los gneises del grupo (143d) en las proximidades de Las Pajanosas (Hoja 962-4). Están atravesados por diques de aplitas.

Estructura.- La estructura general de este grupo es masiva, si bien en algunos afloramientos se observan niveles con una foliación más marcada. Este hecho determina una cierta estructuración de la roca.

Geotecnia.- Se trata de rocas, posiblemente de origen plutónico, afectadas por un metamorfismo de contacto, que ha producido en ellas nuevas recristalizaciones.

Son rocas no ripables, que tienen una capacidad portante alta.

La permeabilidad, desarrollada por la fisuración de la roca, es muy baja y origina un drenaje profundo deficiente. Por el contrario, la escorrentía superficial es fácil, como consecuencia del gradiente topográfico.

Los taludes observados son de alturas bajas y, con inclinaciones de 60°, presentan caídas de cuñas y bloques, de carácter local. Se recomienda la construcción de taludes de 45° a 50° de inclinación.

FILONES DE APLITA, (002a).

Litología.- Este grupo tiene tres afloramientos, de escasa extensión, ubicados en la zona norte del Tramo. Está constituido por diques de aplitas blancas, de grano fino a muy fino, y cuya mineralogía esencial está formada por feldespato y cuarzo, apareciendo la biotita como accesorio principal. La textura de la aplita es microgranuda. Sin embargo, en las zonas de borde del filón pasa a ser mesogranuda y la roca se disgrega fácilmente.

Estructura.- Debido a su carácter filoniano, las aplitas aparecen rellenando fracturas producidas en las rocas encajantes. Este hecho debió producirse durante la Orogenia Hercínica. La orientación general de los tres afloramientos que representan a este grupo, oscila entre E-O y ONO-ESE. El buzamiento es subvertical.

La fracturación es intensa, por lo que estas rocas se encuentran atravesadas por fallas y diaclasas. Estas últimas provocan la disgregación del macizo rocoso en bloques de proporciones muy variables.

La Figura 3.26 corresponde a un aspecto de detalle de estas aplitas.

Geotecnia.- El material que conforma este grupo litológico es una roca muy dura, dada su textura microgranuda, por lo que no es alterable, ni ripable.

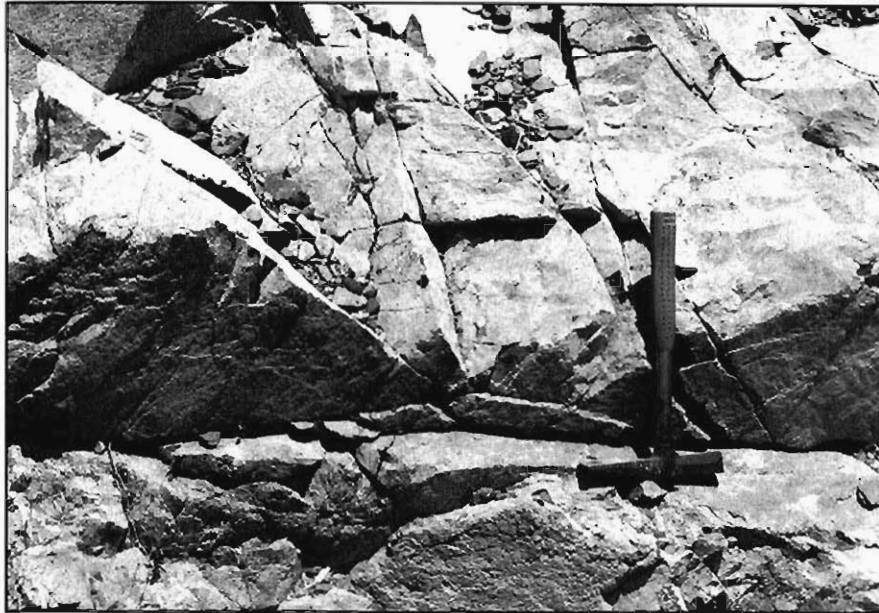


Figura 3.26.- Obsérvese el intenso diaclasado de la aplita del grupo (002a), en las cercanías de la localidad de Gerena (Hoja 962-3).

La capacidad portante es alta, por lo que se descarta la aparición de asientos.

La permeabilidad, por fisuración, es muy baja, lo que provoca un débil drenaje en profundidad. El drenaje superficial es, por el contrario, muy eficaz, dadas las pendientes y la escasa infiltración que presenta este material.

Los taludes observados en estas rocas son de alturas bajas, tienen inclinaciones de 60° , y están afectados por caídas de cantos, bloques y cuñas, aunque son fenómenos de carácter local. La recomendación es ir a taludes de 50° .

GRANITOS Y GRANODIORITAS, (001a).

GABROS Y DIORITAS, (001b).

Estos dos grupos litológicos se han definido en la Zona 1, al ser más característicos de la misma.

FILONES DE DIABASA, (002b).

Litología.- Este grupo litológico aparece en varios afloramientos, generalmente alineados, que se distribuyen de forma dispersa por la zona septentrional del Tramo. Está formado por rocas de color gris oscuro, casi negro, que cuando se alteran producen tonalidades verdosas. Son microcristalinas y están constituidas, mineralógicamente, por biotita, plagioclasas y piroxenos. Ocasionalmente están silicificadas y entonces también tienen cuarzo.

La Figura 3.27 corresponde a un detalle de las diabasas que forman este grupo (002b).



Figura 3.27.- Detalle de las diabasas del grupo (002b), en las proximidades del embalse El Gergal (Hoja 962-4).

Estructura.- Son filones de rocas básicas, emplazados en fracturas pre-existentes en las rocas encajantes, siguiendo orientaciones dirigidas en sentido Este-Oeste y Noroeste-Sureste. Los buzamientos son subverticales.

De la misma forma que otros grupos de rocas ígneas, éste se encuentra fracturado, a consecuencia de un denso diaclasado, que produce la disgregación de la roca en bloques cúbicos y paralelepípedicos.

Geotecnia.- Se trata de rocas, coherentes y no ripables, que cuentan con una capacidad portante alta. Aunque tienen un tamaño de grano fino, al estar compuestas por minerales de composición básica, se alteran con cierta

facilidad, lo que da origen a unos suelos de desarrollo muy variable, generalmente arcillosos y de color oscuro. Estos horizontes de alteración pueden dar lugar a problemas de asentamientos en las cimentaciones, por lo que será necesario retirarlos.

La permeabilidad es baja, se desarrolla por la fisuración de la roca y origina que el drenaje profundo sea deficiente. El drenaje superficial es fácil, debido al gradiente topográfico y a la escasa capacidad de infiltración de los materiales.

Los taludes observados son de alturas bajas, tienen inclinaciones de 60° y muestran caídas de cantos, bloques y cuñas, así como erosiones en las partes alteradas de la roca. Los taludes que se proyecten deberán tener unas inclinaciones de 50° aproximadamente.

3.2.5. Grupos geotécnicos

En este apartado los diferentes grupos litológicos definidos en esta Zona 2 se han agrupado, en función de sus características geotécnicas, de la siguiente manera, constituyendo lo que aquí se llama "grupos geotécnicos":

GT1.- Grupo constituido por granitos, granodioritas, gabros, dioritas, aplitas y diabasas. Se trata de un conjunto de rocas masivas, duras y coherentes, y no ripables. Tienen una capacidad portante muy alta, adecuada para la cimentación de estructuras y terraplenes, si bien hay que tener en cuenta la existencia de un horizonte superficial alterado, que hace disminuir la resistencia de estas formaciones. Asimismo el estado de fracturación presente en los macizos rocosos formados por estos materiales ígneos, produce la disgregación de los mismos en bloques, los cuales pueden ser de grandes dimensiones. Estos bloques, al ser cortados y descalzados por las excavaciones, pueden caer y deslizar gravitacionalmente, aunque este fenómeno tendrá carácter local. Para diseñar la inclinación de los taludes que hayan de ser realizados en estas rocas es conveniente llevar a cabo un estudio estadístico de las discontinuidades que afectan a las mismas. Los taludes artificiales observados en estas formaciones rocosas son de alturas medias, tienen inclinaciones comprendidas entre 50° y 75°, y presentan caídas de bloques y cuñas. En las partes en donde la roca está alterada se producen erosiones.

Las formaciones (001a), (001b), (002a) y (002b) son las que constituyen en esta Zona 2 el grupo geotécnico GT1.

GT2.- Grupo formado por pizarras con intercalaciones de grauvacas y cuarcitas, pizarras mosqueadas, esquistos, gneises y rocas volcánicas.

sedimentarias. Se trata de rocas sedimentarias antiguas, con algún episodio volcánico, que han sufrido las deformaciones producidas por la Orogenia Hercínica, y un metamorfismo de contacto, originado por la intrusión de los materiales ígneos.

La característica fundamental del conjunto formado por estas rocas es la gran deformación tectónica a la que han sido sometidas. Esta deformación está representada por una esquistosidad de flujo, que es totalmente penetrativa en los miembros pizarrosos y esquistosos, por una foliación desarrollada en los gneises, y por un plegamiento apretado y de pequeño radio. Por el contrario, las intercalaciones de carácter detrítico (grauvacas y cuarcitas), o de naturaleza volcánica (riolitas, basaltos y espilitas), se encuentran afectadas por el plegamiento, pero no han desarrollado planos de esquistosidad en su interior.

Las condiciones tectónicas, apoyadas por un drenaje profundo muy deficiente, provocan la frecuente aparición de horizontes de alteración en las pizarras, en los esquistos y en los gneises. Estas zonas alteradas tienen una capacidad portante baja o media (en función del grado de meteorización), por lo que han de ser retiradas en los casos de terraplenes que discurren a media ladera, o atravesadas hasta llegar a la roca sana, cuando se trate de cimentar una estructura. Contrariamente, la roca sana tiene una capacidad portante alta.

Los taludes de grandes alturas y fuertes inclinaciones presentarán caídas de cantos lajosos (en el caso de rocas con esquistosidad penetrativa) y de bloques cúbicos (en el caso de las intercalaciones areniscosas o volcánicas). La recomendación es dar a los taludes una inclinación de 45°, o emplear bermas intermedias. Los desmontes habrán de llevarse a cabo mediante voladuras, si bien en las zonas más alteradas o fracturadas podrán realizarse con medios mecánicos.

En esta Zona 2 son las formaciones (151), (143a), (143b), (143c) y 143d) las que forman este grupo geotécnico GT2.

GT3.- Grupo constituido por calizas, calcarenitas, conglomerados calcáreos y arenas. Se trata de rocas sedimentarias depositadas bajo un régimen tectónico tranquilo y en un ambiente químico con aportes terrígenos laterales, por lo que aparecen niveles fundamentalmente detríticos entre otros de naturaleza carbonatada. Estas alternancias provocan que la resistencia del macizo rocoso varíe en función del tipo de roca.

Las calizas, las calcarenitas y los conglomerados calcáreos tienen una capacidad portante suficiente para la cimentación de estructuras y terraplenes, siempre que la potencia del nivel de apoyo guarde relación con las cargas que ha de soportar. Por el contrario, las capas arenosas tienen una capacidad de carga baja, y media si están cementadas. Además hay que tener

en cuenta que estas formaciones están recubiertas normalmente por un suelo residual, arcilloso y plástico, que es necesario retirar en su totalidad.

Los desmontes que se realicen en estas formaciones podrán llevarse a cabo con medios mecánicos, excepto en aquellos puntos en que los bancos calcáreos alcancen potencias superiores a 0,5 m. En estos casos será necesario el empleo de voladuras. Los taludes de los desmontes pueden presentar desprendimientos de bloques calcáreos, al quedar descalzados por la erosión ejercida sobre los niveles detríticos. Este fenómeno ha sido observado en la mayor parte de los taludes artificiales realizados en estos materiales.

La permeabilidad, desarrollada por porosidad tanto en las rocas carbonatadas como en las detríticas, origina un drenaje medio, en las primeras, y alto en las segundas. El drenaje superficial discurre con dificultad, debido al escaso gradiente topográfico de las zonas en donde aparecen estas rocas. En las áreas más llanas son frecuentes los encharcamientos, debido a la existencia de los recubrimientos arcillosos impermeables.

En esta Zona 2 pertenece al grupo geotécnico GT3 sólo la formación (321a).

GT4.- Grupo constituido por margas azules y margas arenosas. Se trata de materiales con un alto contenido en arcilla y de comportamiento cohesivo. La fácil alterabilidad de las margas y la presencia en ellas de montmorillonita (arcilla expansiva), hace que se produzcan unos suelos residuales de alta plasticidad y con fenómenos de hinchamiento, que son los que marcan el comportamiento geotécnico de estos materiales. La capacidad portante es media en las margas sanas, mientras que en los suelos residuales es baja. En las primeras los asientos previsibles serán de grado medio. En los segundos pueden ser diferenciales e inadmisibles para la cimentación de estructuras y terraplenes.

La pérdida de resistencia de las rocas margosas con la alteración hace muy frecuente la aparición de deslizamientos de ladera. Estos pueden ser profundos y afectar de forma general a toda una ladera, o bien ser superficiales y estar localizados en puntos concretos. Normalmente todas las laderas que alcancen los 15° ó 20° tienen fenómenos de reptación. Con mayores inclinaciones (25° a 30°) se producen deslizamientos sucesivos de tipo circular.

Las formaciones que componen este grupo geotécnico son poco permeables y, en su mayor parte, aparecen en zonas con una topografía muy suave o llana. La primera condición da lugar a que el drenaje profundo sea muy deficiente y actúe negativamente sobre la estabilidad de los materiales. La segunda condición provoca una escorrentía superficial difícil y la formación de encharcamientos.

Las excavaciones que se hayan de realizar en estos materiales podrán ser llevadas a cabo, en su totalidad, con medios mecánicos, ya que son totalmente ripables. En el diseño de los taludes hay que tener en cuenta la inestabilidad que pueden alcanzar estos materiales ante ciertas inclinaciones.

Este grupo geotécnico GT4 está compuesto, en esta Zona 2, por las formaciones litológicas (321b) y (321c). Esta última, al tratarse de un nivel sedimentario de transición, entre las margas azules (321b) y los limos amarillos (321d), consta de una parte basal, fundamentalmente margosa, y otra superior, de carácter limoso. La primera se ha englobado en este grupo geotécnico GT4, y la segunda, en el GT5. Por este motivo, la formación (321c) aparece formando parte de dos grupos geotécnicos distintos.

GT5.- Grupo formado por limos arenosos y arenas limosas. Son suelos detríticos finos, no cohesivos, aunque tienen una cierta proporción de cemento carbonatado que aumenta su consistencia. Son materiales ripables, erosionables y alterables. Esta alteración se manifiesta por la aparición de suelos residuales, limo-arenosos, generalmente flojos. La capacidad portante de los materiales sanos es media, mientras que en los suelos de alteración es baja y puede dar lugar a la aparición de asentamientos diferenciales.

El conjunto formado por estos materiales tiene una permeabilidad media y baja (en función del grado de cementación local), que se desarrolla por porosidad intergranular y que origina un drenaje profundo moderado a débil. La escorrentía superficial discurre difícilmente por una topografía muy suave, pero no se producen encharcamientos, al tener los materiales la suficiente capacidad de infiltración.

Los taludes que se realicen en estas formaciones pueden sufrir fenómenos de erosión (acarcavamientos), y en el caso de que en ellos aparezcan las margas azules subyacentes (grupo 321b) también podrán producirse deslizamientos.

En esta Zona 2 pertenecen a este grupo geotécnico GT5 la formación (321d) y el miembro de arenas limosas de la formación (321c).

3.2.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona

El área septentrional de esta Zona 2 está constituida por rocas del complejo volcánico-sedimentario (carboníferas), pizarras con grauvacas y cuarcitas (devónicas), pizarras mosqueadas, esquistos y gneises (metamorfismo de contacto), granitoides y rocas gabroideas (plutónicas), y aplitas y diabasas (filonianas). Recubriendo parcialmente a todas ellas aparecen conglomerados, arenas y calizas (Mioceno).

Los sectores meridionales de esta Zona están ocupados en su totalidad por los sedimentos miocenos de margas azules, margas arenosas y arenas limosas, y limos amarillos.

Las rocas paleozoicas, plutónicas y filonianas, tienen normalmente un grado de fracturación alto, lo que produce una pérdida de resistencia de los macizos rocosos formados por ellas, así como una disgregación en cantos, bloques y cuñas, que da lugar a la aparición de fenómenos de inestabilidad gravitacional. Además son frecuentes los procesos de alteración, con producción de suelos residuales, erosionables y de baja capacidad portante. En estas rocas, excepto en algunas áreas de intensa fracturación, es necesario el empleo de voladuras para la excavación de los desmontes.

La mayor parte de los depósitos miocenos, por el contrario, son ripables, por lo que su excavación puede llevarse a cabo con medios mecánicos. La excepción la constituyen los miembros calcáreos y conglomeráticos de la formación (321a), en los que puede ser necesario el empleo de un ripado previo o de voladuras locales.

El principal problema geotécnico de esta Zona 2 lo plantean las margas azules del grupo (321b), que si bien no son características de la misma, aparecen en un área en donde las pendientes son suficientes para que se produzcan deslizamientos de ladera (sector meridional de la Zona 2). Las margas arenosas y arenas limosas, y los limos amarillos, de los grupos (321c) y (321d), respectivamente, van a plantear problemas de erosiones en los taludes muy inclinados, y pueden formar parte de los deslizamientos de ladera producidos en las margas azules, al estar situados por encima de ellas.

3.3. ZONA 3: RELIEVE LLANO

3.3.1. Geomorfología

La Zona 3, de relieve llano, se desarrolla ampliamente por los sectores central y meridional del Tramo, según muestra la Figura 3.28. Está formada en su mayor parte por materiales miocenos, así como por depósitos plio-cuaternarios y cuaternarios. Excepto algunos niveles más consistentes, se trata de suelos blandos y desagregados que no han sido deformados por procesos tectónicos, por lo que tienen una estructura horizontal o subhorizontal. Estas dos circunstancias (litológica y estructural) son las que condicionan el aspecto morfológico de la región, ya que éste es el resultado de la erosión ejercida por los ríos que forman la red fluvial actual (instalada durante el Cuaternario), sobre unos materiales poco resistentes a ella y dispuestos con geometría tabular.

Los ríos han ido variando su perfil de equilibrio a lo largo del período Cuaternario, ya que la línea de costa ha retrocedido hasta el lugar que ocupa en la actualidad. Este retroceso del mar, realizado en distintas etapas, ha provocado la aparición de sucesivos rejuvenecimientos en la red de drenaje, cuyos ríos han pasado por diferentes fases de erosión y sedimentación.

Mediante este proceso, y teniendo en cuenta la divagación de los ríos, se han ido generando amplios valles fluviales, de fondo plano, colgados a distintas alturas. Así pues, el relieve general existente en esta Zona está formado por un conjunto de extensas llanuras escalonadas, las cuales son más recientes y tienen menor cota cuanto más próximas a los ríos se encuentran. La unión de estas superficies se realiza mediante escarpes, que son más o menos netos, en función del grado de desgaste que presentan.

En general, las pendientes producidas por las escasas elevaciones del terreno que tiene esta Zona, son inferiores al 5%.

La Figura 3.29 muestra un aspecto panorámico de una de las áreas llanas que caracterizan a esta Zona.

A menor escala, dentro de las plataformas llanas, aparecen pequeñas elevaciones redondeadas, más o menos circulares, que actúan como divisorias del agua de precipitación. La unión lineal de estos cerrillos produce pequeñas cuencas, no canalizadas, que normalmente tienen un carácter

semiendorreico, ya que reciben las aguas que les llegan lateralmente, pero tienen dificultad en retirarlas, dada su escasa pendiente.

En cuanto a la evolución morfológica de esta Zona, hay que señalar que, a escala regional, se trata de una cubeta de sedimentación y recibe todos los materiales que transportan los ríos, procedentes de las otras áreas de mayor relieve. Estos ríos, cuando comienzan a discurrir por las llanuras, pierden su capacidad de transporte y depositan los acarreos, formando superficies aluviales más o menos extensas, en función de su caudal. Mediante este proceso se va rellenando progresivamente la cuenca, originando la disminución en las diferencias de cotas existentes entre los valles y las elevaciones.

El factor erosivo también aparece en esta Zona y está representado por dos efectos diferentes, que pueden ser observados a corto y a medio plazo. Uno, el que producen las aguas de arroyada sobre los suelos blandos, cuando éstos tienen una determinada pendiente, y otro, el originado en las curvas exteriores de los meandros que forman los ríos principales. El primero tiene carácter estacional y actúa suavizando las pendientes. El segundo es de carácter permanente y es el responsable de la traslación lateral de los cauces fluviales (divagación).

3.3.2. Tectónica

Desde el punto de vista geotectónico, la Zona 3 es una fosa de sedimentación formada por la inmersión del borde meridional del Macizo Ibérico. Está rellena por sedimentos terciarios y cuaternarios, de ambientes marino y continental, y su característica principal es la ausencia total de deformaciones tectónicas.

La única particularidad estructural que tienen los materiales terciarios es una cierta inclinación hacia el Sur (de 5° a 15°), que puede estar provocada tanto por fenómenos de subsidencia de la cuenca como por reajustes tardíos en algunas fallas del basamento. Lo más probable es que se den ambos fenómenos, y que el segundo sea consecuencia del primero.

3.3.3. Columna estratigráfica

Los diferentes grupos litológicos que aparecen en esta Zona 3 se muestran en la columna estratigráfica que se expone en la Figura 3.30.

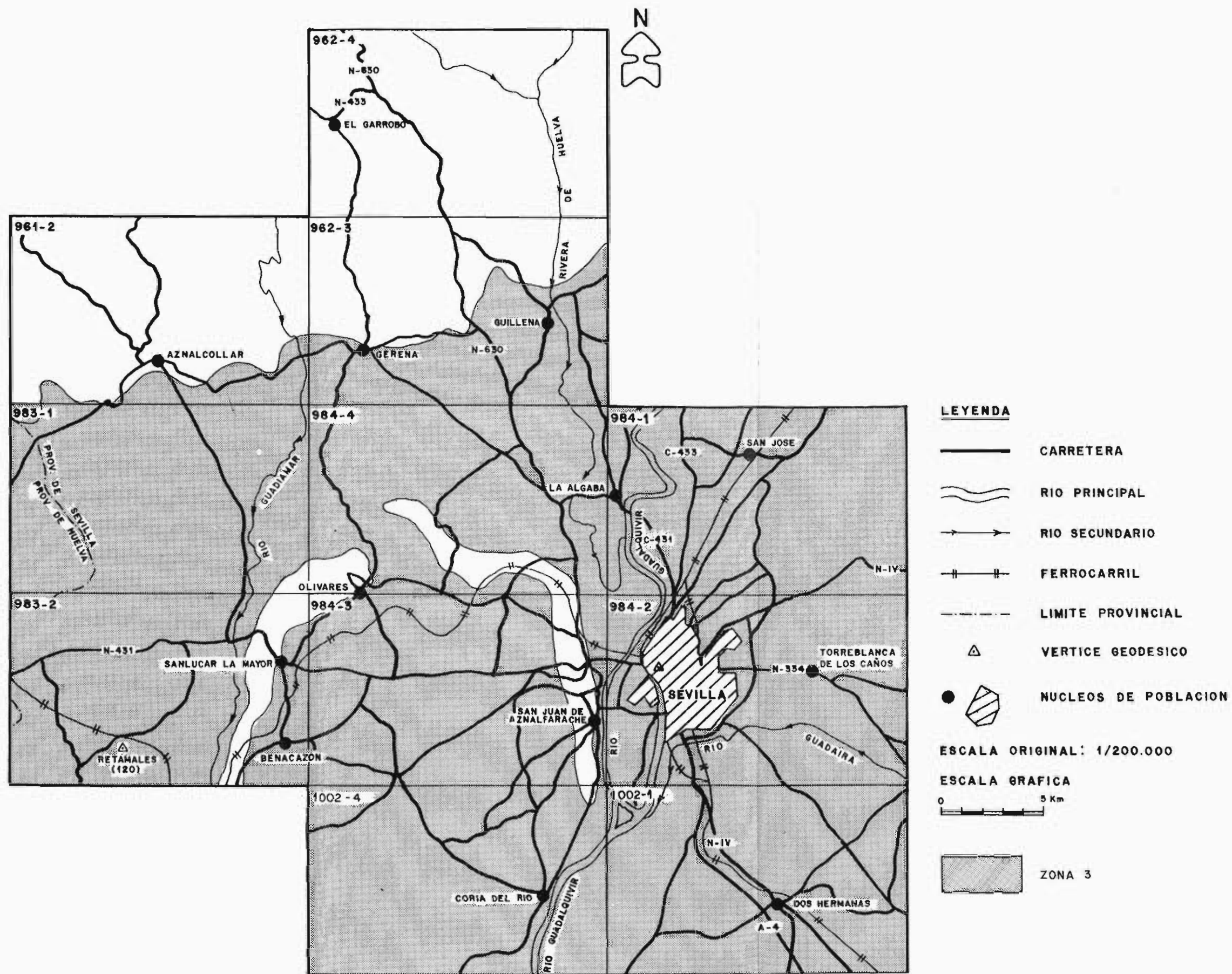


FIGURA 3.28.- ESQUEMA DE SITUACION DE LA ZONA 3 DENTRO DEL TRAMO.



Figura 3.29.- Vista panorámica de la Zona 3, en la que se observa la morfología llana, característica de la misma.








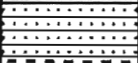




COLUMNA ESTRATIGRAFICA				
COLUMNA LITOLOGICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	LIMOS OSCUROS	CUATERNARIO	M1	GT7
	GRAVAS, ARENAS, LIMOS Y ARCILLAS	CUATERNARIO	A1	GT6
	GRAVAS, ARENAS, LIMOS Y ARCILLAS	CUATERNARIO	T1	GT6
	CONGLOMERADOS, ARENAS Y ARCILLAS	CUATERNARIO	G1	GT6
	ARENAS	PLIO-CUATERNARIO	350	GT6
	CALCARENITAS	MIOCENO	321e	GT3
	LIMOS AMARILLOS	MIOCENO	321d	GT5
	MARGAS ARENOSAS Y ARENAS LIMOSAS	MIOCENO	321c	GT4-GT5
	MARGAS AZULES	MIOCENO	321b	GT4
	CONGLOMERADOS, ARENAS Y CALIZAS	MIOCENO	321a	GT3
	SERIE VOLCANICO-SEDIMENTARIA	CARBONIFERO INFERIOR	151	GT2
	GRANITOS Y GRANODIORITAS	CARBONIFERO SUPERIOR	001a	GT1

Figura 3.30.- Columna Estratigráfica de la Zona 3.

3.3.4. Grupos litológicos

En este apartado se describen las formaciones geológicas que se han definido en esta Zona 3. Son las siguientes:

DEPOSITOS DE MARISMA. LIMOS OSCUROS, (M1).

Litología.- Este grupo aparece únicamente en el borde meridional del Tramo, en donde forma una amplia llanura que se abre progresivamente hacia el Sur, hasta enlazar con las denominadas "marismas del Guadalquivir" (fuera del Tramo).

Está constituido por limos de colores verdosos y marrones, generalmente de tonos oscuros. Los limos pueden ser localmente arenosos y contener finos niveles de cantos. Estos aportes detríticos más gruesos proceden de la denudación de los relieves limítrofes, formados por arenas y gravas.

La Figura 3.31 muestra un aspecto de la superficie de los limos que constituyen esta formación.



Figura 3.31.- Aspecto superficial de los limos oscuros del grupo M1. Se observan incipientes grietas de desecación. Proximidades de la localidad de La Puebla del Río (Hoja 1002-4).

Estructura.- Se trata de depósitos que han rellenado una zona de ensenada bajo unas condiciones tectónicas tranquilas, por lo que tienen una estructura horizontal.

Geotecnia.- Son materiales flojos y poco consolidados, caracterizados por tener una escasa resistencia. Esto origina que su capacidad portante sea baja y que se produzcan asentamientos de magnitudes altas. Además la zona de marisma en donde aparecen estos suelos se caracteriza por la proximidad del nivel freático a la superficie. Estas dos características (suelos blandos y nivel freático alto) condicionan la cimentación de estructuras y terraplenes. Aunque no es previsible que ambos elementos sean de grandes dimensiones, dado lo llano del relieve, es necesario realizar el estudio geotécnico concreto, para determinar el tipo de cimentación más adecuado.

En relación a los desmontes hay que señalar que en el área de este Tramo ocupada por estos materiales no ha sido realizado ninguno, y no es previsible la necesidad de ellos, debido a la ausencia total de elevaciones. No obstante, en el caso de efectuarse excavaciones, éstas podrán llevarse a cabo con medios mecánicos, pero teniendo en cuenta que el nivel freático

es muy superficial y pueden originarse desplomes en las zanjas. Ante esta situación no se dan indicaciones sobre la estabilidad de los taludes, la cual dependerá de las características resistentes del terreno en cada zona, y de la influencia en las mismas del nivel freático.

La permeabilidad de estos suelos es baja, dado el carácter limoso de los mismos, aunque tiene un importante espesor saturado. El drenaje profundo se realiza lentamente, con un gradiente hidráulico muy bajo, que produce el flujo de las aguas subterráneas hacia el Sur. Estas aguas llegan a aflorar en las marismas del Guadalquivir (fuera del Tramo). Asimismo la llanura de marisma tiene un drenaje superficial casi nulo y se forman grandes superficies encharcadas.

DEPOSITOS ALUVIALES. GRAVAS, ARENAS, LIMOS Y ARCILLAS, (A1).

Litología.- Son los depósitos asociados a los cursos fluviales actuales. Están constituidos por niveles de gravas redondeadas, procedentes de rocas metamórficas y plutónicas, y englobadas en una matriz limo-arenosa de color marrón claro. Estos niveles alternan con capas areno-limosas de potencia reducida. Las arcillas, depositadas por decantación después de épocas de avenida, son más frecuentes en los horizontes superficiales de los meandros abandonados, en donde recubren a los sedimentos detríticos groseros.

La Figura 3.32 muestra un corte parcial en los materiales de este grupo A1.

Estructura.- La disposición de estos sedimentos es horizontal. Tienen una estructura interna de forma lenticular, como consecuencia de una sedimentación en barras.

Geotecnia.- Se trata de unos materiales desagregados que tienen una capacidad portante baja, especialmente los niveles más superficiales constituidos por arcillas. Estos pueden producir asentos de magnitudes altas.

La permeabilidad de los niveles de granulometría gruesa (gravas y arenas) es alta, se desarrolla por porosidad intergranular, y genera un drenaje profundo fácil, dirigido hacia los cauces de los ríos. Los niveles freáticos originados por este drenaje profundo son variables, están influenciados por las oscilaciones estacionales de caudal sufridas por la red fluvial, y en general están próximos a la superficie. El horizonte superficial arcilloso tiene una permeabilidad baja, lo que unido al escaso gradiente topográfico, da lugar a que la escorrentía discurra con dificultad y se originen encharcamientos.

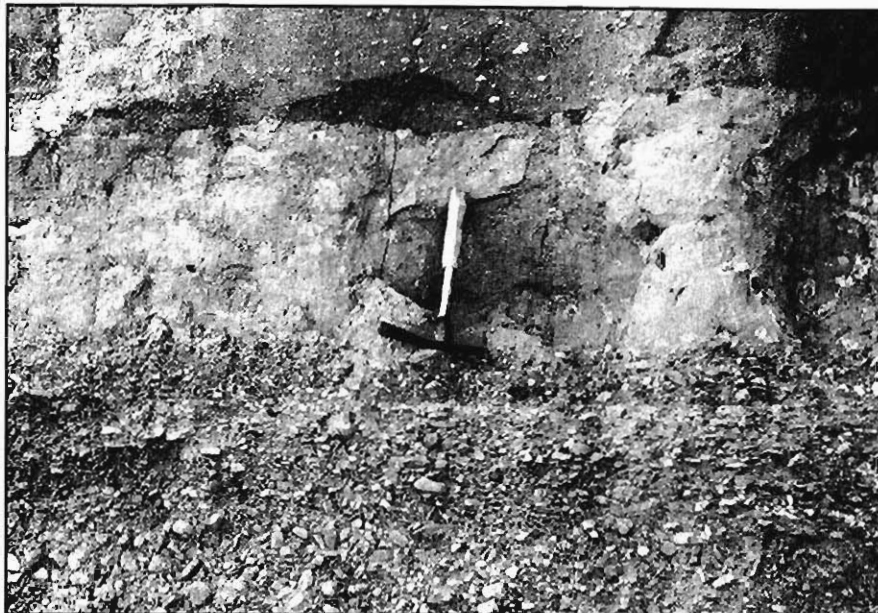


Figura 3.32.- Corte parcial en los materiales del grupo A1. Puede observarse la alternancia de niveles detríticos con distintas granulometrías. Proximidades de La Puebla del Río (Hoja 1002-4).

La excavación de estos materiales puede llevarse a cabo con medios mecánicos, ya que son totalmente ripables. El producto de esta remoción puede ser empleado como material de préstamos para la construcción de terraplenes. Asimismo esta formación constituye buenos yacimientos granulares para la producción de aglomerantes, eliminando los miembros de granulometría más fina (limos y arcillas).

Los desmontes que se realicen en estos materiales serán de alturas bajas, y sus taludes habrán de diseñarse con inclinaciones próximas a los 35°. Como son suelos muy erosionables, es conveniente la revegetación de dichos taludes.

DEPOSITOS DE TERRAZA. GRAVAS, ARENAS, LIMOS Y ARCILLAS, (T1).

Litología.- En el Tramo de Estudio existen varios niveles de terrazas. Sin embargo, todos han sido agrupados en la cartografía con la misma designación (T1), por poseer las mismas características.

Esta formación está constituida por niveles de gravas, esencialmente cuarcíticas, que están trabadas por una matriz arenosa. Estos niveles alternan con otros de composición arenosa, limosa y arcillosa, que son los de aparición más frecuente en superficie.

Localmente, y sobre todo en áreas próximas a afloramientos de rocas carbonatadas, puede existir una cementación calcárea importante, que da lugar a la formación de un caliche superficial.

La Figura 3.33 ofrece un aspecto de detalle de los materiales que forman este grupo.



Figura 3.33.- Pequeño talud excavado en los materiales del grupo T1. Obsérvese la presencia de un nivel de arenas intercalado entre otros de gravas. Proximidades de Sanlúcar la Mayor (Hoja 983-2).

Estructura.- Estos depósitos forman extensas llanuras (Figura 3.34), que aparecen con una disposición horizontal, o con una ligera inclinación hacia el cauce de los ríos y hacia aguas abajo, distribuyéndose paralelamente a los mismos.

La estructura interna está formada por la imbricación de cuérplos detriticos lenticulares, de distintas granulometrías.

Geotecnia.- Estos depósitos de terraza están formados por suelos desagregados de granulometría gruesa (gravas y arenas), y recubiertos, por niveles de limos y arcillas, por lo que tienen una capacidad portante baja, especialmente los horizontes superficiales que son los más arcillosos.

Son materiales muy erosionables y totalmente ripables, que pueden ser utilizados como material de préstamos para la construcción de terraplenes, y como yacimiento granular para la obtención de hormigones.



Figura 3.34.- Aterrazamiento formado por el río Guadiamar en las proximidades de la localidad de Huévar (Hoja 983-2). Al fondo destacan los relieves formados por materiales miocenos.

La permeabilidad es alta, en los niveles de gravas y arenas, y baja, en el recubrimiento limo-arcilloso. En el primer caso el drenaje profundo se desarrolla con facilidad, mientras que en el segundo es muy deficiente. Los niveles freáticos son variables estacionalmente, pero se encuentran a una profundidad de 4 ó 5 m en las proximidades de la ciudad de Sevilla, como ha podido apreciarse en una de las graveras abiertas en estos materiales. El drenaje superficial está dificultado por la ausencia total de pendientes topográficas, y por la escasa infiltración del suelo limo-arcilloso que aparece superficialmente en estas llanuras. El resultado es la formación de grandes zonas encharcadas.

Los únicos taludes excavados en estos suelos que se han observado en el Tramo son los realizados en las graveras. Tienen alturas bajas, inclinaciones de 85° y presentan frecuentes desplomes. Se considera que los taludes artificiales deberán tener una inclinación próxima a los 35°, y ser revegetados para proteger sus superficies de la erosión.

DEPOSITOS DE GLACIS. CONGLOMERADOS, ARENAS Y ARCILLAS, (G1).

Litología.- Este grupo litológico es un glacis de acumulación, formado por un gran paquete de conglomerados, que tienen los cantos esencialmente cuarcíticos, la matriz de composición areno-arcillosa y el cemento carbonatado. Entre estos conglomerados aparecen niveles de arenas y de arcillas, con

proporciones variables de cantos y con un grado de cementación variable. Localmente, y en la base de este grupo, aparecen finas pasadas de margas arenosas, de color verde claro.

La Figura 3.35 muestra un aspecto de detalle del miembro conglomerático de este grupo.

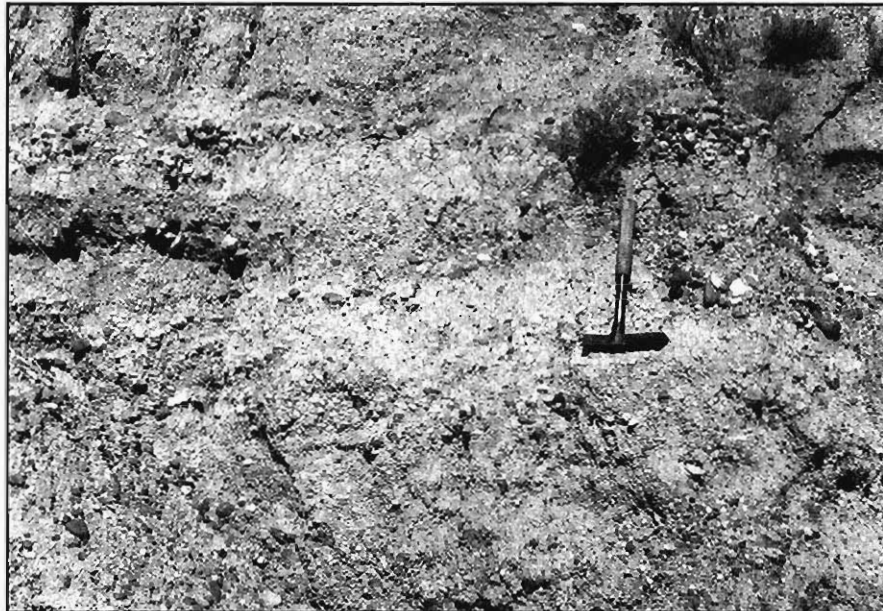


Figura 3.35.- Conglomerados del grupo G1, observados en una excavación realizada en las proximidades de la localidad de La Puebla del Río (Hoja 1002-4).

Estructura.- Esta formación aparece únicamente en el borde meridional del Tramo, en donde forma relieves de tipo "mesa", que se disponen con una cierta pendiente hacia el Sur. Esta disposición inclinada obedece al hecho de que la estructura general del grupo no es horizontal, sino que tiene un pequeño buzamiento en dirección Sur. Por este motivo, la disposición inclinada es más evidente en las zonas en donde este grupo adquiere mayor extensión.

El ordenamiento interno de la formación es el resultado de la imbricación de cuerpos lenticulares, de distintas granulometrías (Figura 3.36), los cuales corresponden a las sucesivas etapas de sedimentación.

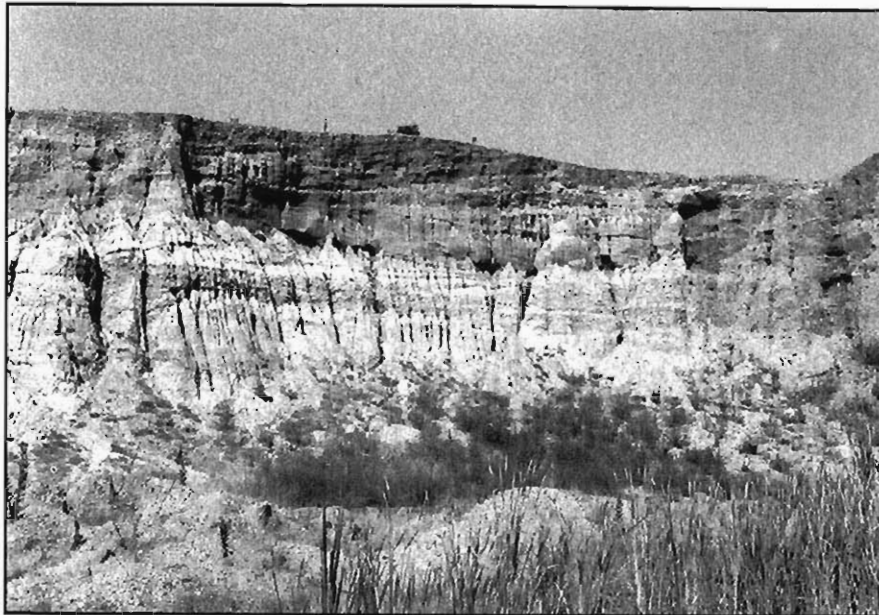


Figura 3.36.- Excavación realizada en los materiales del grupo G1, en donde se aprecian las estratificaciones cruzadas, resultantes de la imbricación de los cuerpos lenticulares. Proximidades de La Puebla del Río (Hoja 1002-4).

Geotecnia.- Estos materiales tienen un grado de cementación variable, pero en general suficiente para que su capacidad portante sea de grado medio, y los asentamientos producidos sean tolerables.

Son materiales totalmente ripables, muy erosionables, y válidos para ser utilizados como materiales de préstamo en la construcción de terraplenes. Por el contrario, la presencia de intercalaciones arcillosas hace desaconsejable su uso en hormigones.

La permeabilidad del conjunto es alta y se desarrolla por porosidad intergranular, siendo el drenaje profundo fácil. Por el contrario, el drenaje superficial se realiza con dificultad, debido al escaso gradiente topográfico que tienen las áreas formadas por estos depósitos de glaciares. Sin embargo no llegan a formarse encharcamientos en ellas, al tener el material la suficiente capacidad de infiltración.

Los taludes observados en esta formación corresponden a antiguas explotaciones de áridos, son de alturas medias, tienen inclinaciones de 50° a 60° , y muestran múltiples canales de erosión (Figura 3.37) y frecuentes desplomes. La inclinación óptima para los taludes artificiales es de 35° , y además es conveniente la siembra de vegetación en sus superficies para evitar su erosión.

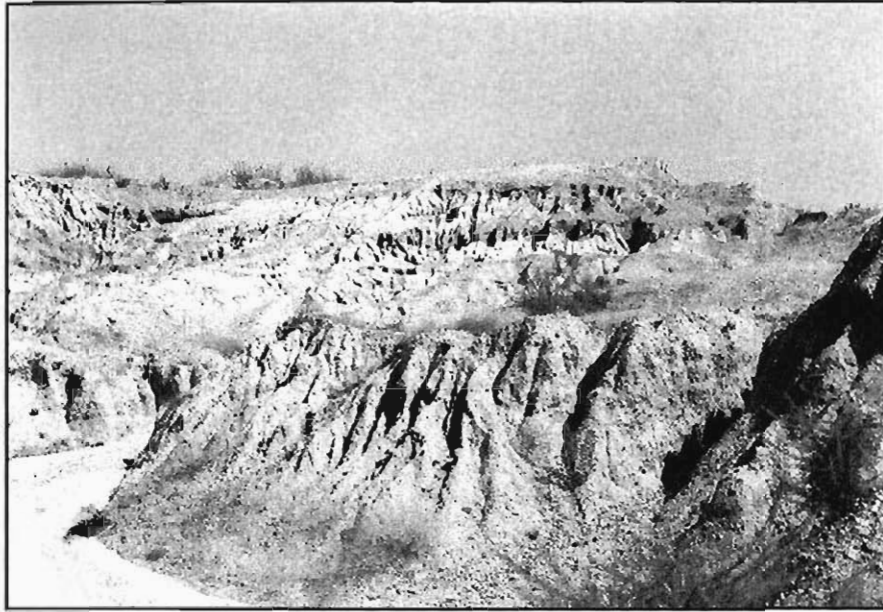


Figura 3.37.- Erosión producida en los niveles conglomeráticos y arenosos de la formación G1, en las cercanías de La Puebla del Río (Hoja 1002-4).

ARENAS, (350).

Litología.- Esta formación queda limitada al extremo meridional del Tramo, en donde se encuentra, normalmente, por debajo de la formación de glacia (G1), descrita anteriormente. Corresponde a las facies medias de antiguos abanicos aluviales.

Está constituida por arenas, bien clasificadas granulométricamente, y por tanto mal calibradas, ya que en el 90% de su volumen el tamaño de sus granos oscila entre muy fino y muy grueso, estando representados además los términos intermedios. El 10% de volumen restante está formado por un pequeño contenido de cantos y de limos.

En la Figura 3.38 se muestra un aspecto parcial de las arenas que componen esta formación.

Estructura.- La estructura general de esta formación es subhorizontal, con una pequeña inclinación hacia el Sur. Estas arenas se apoyan en discordancia erosiva sobre los depósitos miocenos más altos (grupos 321d y 321e).

El ordenamiento interno está formado por la yuxtaposición de niveles lenticulares arenosos, correspondientes a antiguos canales rellenos, los cuales quedan de manifiesto por la presencia de estratificaciones cruzadas.

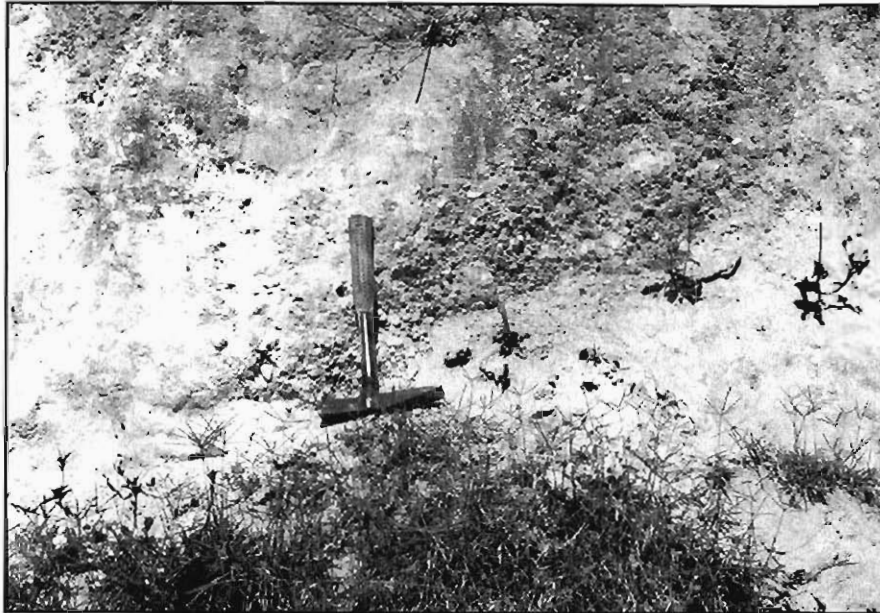


Figura 3.38.- Detalle de las arenas del grupo 350, en donde puede observarse la presencia de cantos distribuidos irregularmente en el interior de las mismas. Proximidades de la localidad de Almensilla (Hoja 1002-4).

Geotecnia.- Son unos depósitos poco cohesivos, al estar formados por materiales arenosos con escasa fracción arcillosa. Tienen una capacidad portante baja, son totalmente ripables, y muy erosionables.

La permeabilidad es alta y se desarrolla por una porosidad intergranular muy eficaz, ya que los intersticios no están rellenos por matriz limo-arcillosa. Como consecuencia de esta permeabilidad, el drenaje profundo se realiza fácilmente, y evacúa las aguas con rapidez hacia los cauces fluviales y zonas de marisma, adyacentes. El drenaje superficial, aunque está dificultado por las escasas pendientes topográficas, no plantea problemas de encharcamientos, dada la gran capacidad de infiltración que tienen estos depósitos arenosos.

Se han observado taludes artificiales, de alturas bajas, que con inclinaciones de 45° muestran canales de erosión. Los detritos arrancados de estas superficies se depositan en las cunetas, aterrándolas, y llegan incluso a acumularse en las calzadas. Los nuevos taludes se deberán ejecutar con inclinaciones de 30° , además de revegetarlos para evitar las posibles erosiones.

CALCARENITAS, (321e).

Litología.- Estas rocas aparecen representadas en la zona suroriental del

Tramo y están constituidas por calizas detríticas, de color amarillo, las cuales tienen una gran proporción de fragmentos de conchas y, en menor medida, de granos de arena, así como una mínima cantidad de cantos blandos. Estos elementos aloquímicos están unidos entre sí por un cemento micrítico, por lo que la roca, en conjunto, puede ser clasificada como una biomicrita (Folk, 1962). Localmente los fragmentos fósiles son tan numerosos que la roca toma el aspecto de una caliza lumaquélica. Otras veces, es la arena el aloquímico principal y la roca tiene el aspecto de una arenisca calcárea.

La Figura 3.39 ofrece un aspecto de detalle de las calcarenitas del grupo (321e).

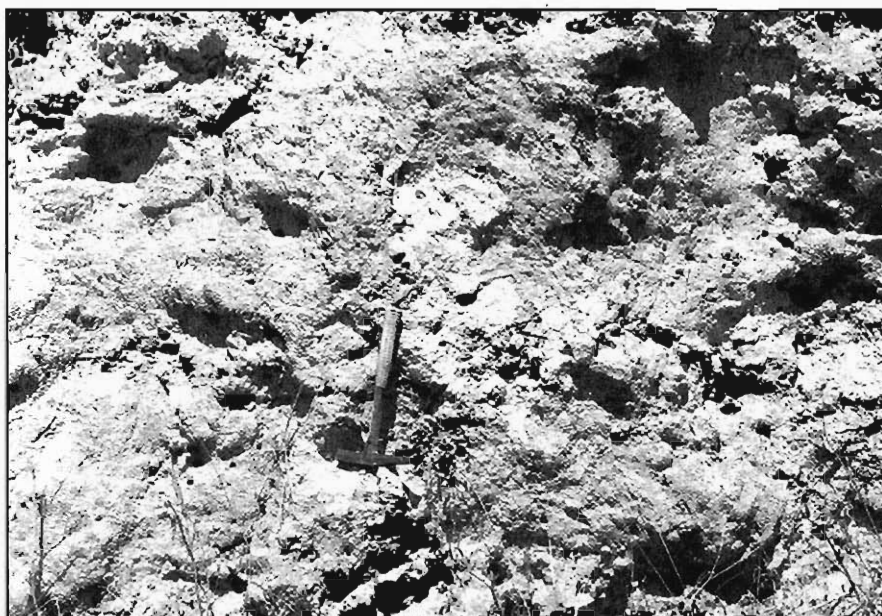


Figura 3.39.- Detalle de las calcarenitas del grupo (321e), en un talud próximo a la localidad de Dos Hermanas (Hoja 1002-1). Puede observarse el aspecto terrígeno y la gran cantidad de oquedades que presentan estas rocas.

Estructura.- La estructura de esta formación se caracteriza por presentar, al Norte de la localidad de Dos Hermanas, unos buzamientos de 10° a 12° en sentido NNO, mientras que al Sur de la misma estos valores son de 8° a 10° y están dirigidos al SSO. Por lo tanto, es evidente la existencia de un plegamiento muy suave que puede estar motivado por las condiciones de la cuenca de sedimentación o por la acción de algún proceso tectónico reciente. El grado de estratificación de las calcarenitas es muy variable. Aparecen capas bien estratificadas y bancos de aspecto masivo.

Geotecnia.- Estas rocas tienen un grado de compacidad variable, según predominen el cemento carbonatado o los elementos arenosos. En el primer caso (calcarenitas y calizas lumaquéticas) las capacidades portantes son altas, y suficientes para la cimentación de estructuras y terraplenes, siempre que la potencia del nivel de apoyo guarde relación con las cargas que ha de soportar. En el segundo caso (areniscas calcáreas), la capacidad portante es de magnitud media, y teniendo en cuenta que la cantidad de cemento carbonatado, que sirve de trabazón a los granos de arena, puede variar lateralmente, es probable la aparición de asentamientos diferenciales. Además toda la formación se halla recubierta por un suelo residual arcilloso, procedente de la descalcificación de los carbonatos, y de baja capacidad portante, que es necesario eliminar de los cimientos.

La permeabilidad de estas rocas es variable. Los estratos más calcáreos tienen una porosidad producida por oquedades, pequeñas fisuras, y por un porcentaje generalmente pequeño de intersticios que han quedado sin rellenar por el cemento. Esta porosidad origina una permeabilidad media, que es responsable de que el drenaje profundo se realice de una forma moderada. Por el contrario, los niveles areniscosos, en los que el grado de cementación es menor, tienen una porosidad mayor, por lo que la permeabilidad es más alta. Esto origina que el drenaje profundo sea más eficaz en estos niveles terrígenos. Además hay que tener en cuenta que la circulación de agua subterránea por todos los materiales de esta formación produce la disolución progresiva del cemento calcáreo, con lo que va aumentando la permeabilidad del conjunto. En lo que se refiere al drenaje superficial hay que señalar que se desarrolla con dificultad, tanto por las escasas pendientes topográficas como por la mínima capacidad de infiltración que tienen los suelos residuales formados sobre estas rocas. Estas dos características provocan la aparición de frecuentes encharcamientos.

Los desmontes que se realicen en esta formación podrán llevarse a cabo con medios mecánicos, excepto en aquellos puntos en que los estratos calizos tengan una potencia superior a 0,5 m. En estos casos puede ser necesario un ripado previo o el empleo de voladuras locales. El producto de la excavación de estos desmontes puede ser empleado como material de préstamo, para la construcción de terraplenes.

Han sido observados taludes de alturas bajas e inclinaciones de 80° a 85°, que tienen desprendimientos de bloques, descalzados por erosión diferencial. La inclinación óptima para los taludes artificiales varía entre 45° y 50°.

LIMOS AMARILLOS, (321d).

Litología.- Este grupo tiene una gran extensión y aparece en la parte suroccidental del Tramo. Constituye un cambio lateral de facies con respecto a la formación de calcarenitas (321e), descrita anteriormente.

Está compuesto por limos arenosos calcáreos, de color amarillo claro, que ocasionalmente llevan cantidades importantes de restos fósiles, aunque sin llegar a constituir una lumaquela. Ocasionalmente aparecen niveles de arenas, extremadamente finas, que pueden estar totalmente limpias, o parcialmente cementadas por carbonato. Frecuentemente se encuentran cambios de coloración, que van del amarillo azafrañado al rojo, y que están motivados por rubefacciones locales. Otras veces estas tinciones son blancas y se producen por la acumulación de precipitados carbonatados. En estos casos es muy frecuente encontrar nódulos calizos, de fractura astillosa.

La Figura 3.40 muestra el aspecto de los limos amarillos en una excavación realizada en los mismos.

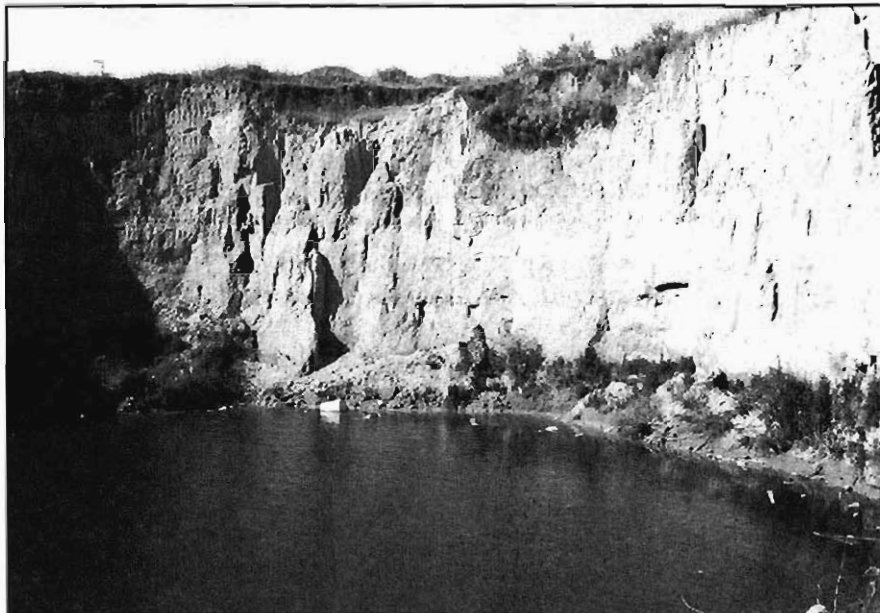


Figura 3.40.- Excavación realizada en los limos amarillos del grupo (321d), en donde puede apreciarse el aspecto de los mismos. Localidad de Castilleja del Campo (Hoja 983-2).

Estructura.- Este grupo tiene una estructura horizontal y aparece con una estratificación muy difusa y masiva, aunque en ocasiones es neta, observándose entonces capas de 0,3 m a 1,5 m de espesor.

Geotecnia.- Se trata de suelos detríticos, no cohesivos y de granulometría fina, a los que una cementación carbonatada les confiere una cierta consistencia. La capacidad portante del conjunto es de grado medio, con producción de asientos de igual magnitud, si bien éstos podrán ser diferen-

ciales en aquellas zonas donde haya cambios laterales en la cementación de los suelos. Estos se encuentran muy alterados en superficie, habiéndose formado suelos residuales, de composición limo-arenosa y con arcillas de descalcificación, que tienen una consistencia floja. Esta circunstancia requiere el estudio detallado de los espesores del horizonte de alteración, en las zonas de ubicación de estructuras y terraplenes, para establecer los tipos de cimentación más adecuados.

La permeabilidad, desarrollada por porosidad intergranular, es media y baja, y origina un drenaje profundo moderado y difícil, respectivamente. Un aspecto a tener en cuenta y relativo al flujo subterráneo en estos materiales, es que canalizan el agua procedente de las precipitaciones hacia la formación subyacente de margas azules del grupo (321b). Estas margas, al tener una permeabilidad notablemente más baja, actúan de límite impermeable y retienen el agua que les llega, lo que produce su alteración y reblandecimiento. La eliminación de estas aguas del contacto entre los limos amarillos y las margas azules, mediante drenes, es una medida conveniente para la estabilización de ambas formaciones. El drenaje superficial es difícil, ya que las pendientes topográficas de las áreas en que afloran estos suelos son muy bajas, excepto las que limitan con los valles del río Guadalquivir y de sus principales afluentes.

Los desmontes que hayan de ser realizados en estos materiales podrán llevarse a cabo con medios mecánicos, ya que son totalmente ripables. Previsiblemente estos desmontes serán de alturas bajas y medias, dada la suavidad del relieve. La inclinación adecuada para los taludes es de 35° en suelos no cementados, y de 45°, cuando la cementación está presente. En ambos casos es conveniente proteger sus superficies de la erosión, mediante la siembra de una cubierta vegetal.

MARGAS ARENOSAS Y ARENAS LIMOSAS, (321c).

Litología.- Esta formación tiene una extensión muy escasa, quedando limitada su presencia a la zona central del Tramo. Se trata de una unidad de transición entre unas facies de ambiente químico (margas azules del grupo 321b) y otras de naturaleza detrítica (limos amarillos del grupo 321d).

Este grupo está constituido por una alternancia de margas arenosas y arenas limosas. Las margas, que en la base del grupo muestran una coloración gris-azulada, se van enriqueciendo de terrígenos y adquieren tonos marrones y amarillentos. Las arenas limosas, no siempre presentes en los afloramientos, forman pasadas de hasta 1 m de potencia, tienen el grano fino y medio, son cuarzosas y tienen abundantes micas.

La Figura 3.41 muestra un detalle de las arenas limosas del grupo (321c).



Figura 3.41.- Aspecto de la fracturación de las arenas limosas del grupo (321c). Proximidades del cerro Torrús (Hoja 984-4).

Estructura.- En concordancia con las formaciones inferior (321b) y superior (321d), presenta una estructura horizontal o subhorizontal. La estratificación, a veces masiva, es muy difusa y de difícil observación, ya que en la generalidad de los casos la separación entre niveles arenosos y margosos se realiza mediante capas de transición.

Geotecnia.- Al tratarse de unos materiales de transición entre los limos amarillos (321d) y las margas azules (321b), tienen unas características geotécnicas diferentes, según predomine uno u otro tipo de litología.

Los niveles superiores, formados por las arenas limosas, tienen una capacidad portante media, son erosionables y totalmente ripables. Presentan una permeabilidad media o baja, en función del contenido de finos y de cemento carbonatado. El drenaje profundo se desarrolla de una forma moderada o difícil, canaliza el agua hacia los miembros margosos inferiores, y los altera y reblandece. El drenaje superficial discurre con normalidad, al aparecer siempre estos suelos en zona de ladera. Los taludes observados en el Tramo tienen alturas bajas, inclinaciones de 45°, y están afectados por la erosión. Los taludes artificiales deberían tener una inclinación de 35° y ser revegetados para evitar su desgaste.

Los niveles inferiores, formados por las margas arenosas, tienen una capacidad portante baja, y son totalmente ripables y muy alterables. Las alteraciones se producen por hidratación, y se forman unos suelos residuales,

plásticos y expansivos, que dan lugar a asientos de magnitudes altas. La permeabilidad es baja y origina un drenaje profundo difícil. La escorrentía superficial está favorecida por las pendientes de las laderas en donde aparecen estos suelos. Se han observado taludes que con alturas medias e inclinaciones de 40° presentan roturas circulares. La inclinación óptima para los taludes artificiales varía entre 15° y 20°.

MARGAS AZULES, (321b).

Litología.- Este grupo (321b) tiene un desarrollo amplio, y se extiende por las zonas central y occidental del Tramo.

Está constituido por margas de color gris-azulado, compactas y duras, cuando no están alteradas. Cuando el contenido en cemento carbonatado es alto tienen fractura concoidea. Ocasionalmente pueden ser fétidas, casi negras y de tacto graso, en las zonas con mayor contenido en materia orgánica. A veces tienen impregnaciones de hidróxidos de hierro y de pirita, así como finas láminas de yeso, que han precipitado en las fisuras.

La Figura 3.42 muestra un aspecto de detalle de las margas azules.

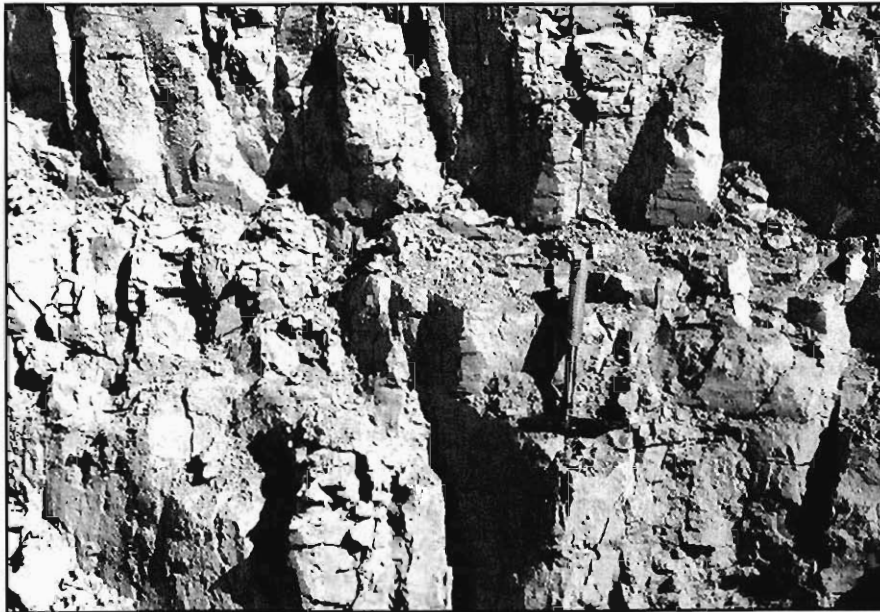


Figura 3.42.- Detalle de las margas azules del grupo (321b), mostrando la fisuración que las afecta. Localidad de Castilleja del Campo (Hoja 983-2).

Estructura.- La estructura regional de esta formación es horizontal o con un leve basculamiento hacia el Sur, que puede ser debido a la subsidencia diferencial de la cuenca, o bien a reajustes de las fallas del sustrato.

En los afloramientos observados, las margas azules presentan una estratificación muy difusa, que es atravesada ortogonalmente por una red de fracturas y fisuras, de superficie irregular y trazado tortuoso. Estas fracturas se han debido de formar durante la diagénesis del sedimento, mediante el proceso de consolidación, más que por esfuerzos tectónicos regionales.

Geotecnia.- Las margas azules son los materiales más característicos del Tramo y constituyen los principales rellenos de la Depresión del Guadalquivir, tanto por su potencia como por su extensión.

Son suelos con un contenido en arcilla comprendido entre el 35% y el 55%. El resto está formado por cemento carbonatado, pequeñas cantidades de sulfato cálcico y contaminaciones locales arenosas. Con esta composición el comportamiento es fundamentalmente cohesivo. Esta cohesión, que en materiales sanos puede tener valores comprendidos entre 0,65 Kg/cm² y 0,25 Kg/cm², disminuye hasta valores de 0,35 Kg/cm² y 0,25 Kg/cm², respectivamente, cuando estos suelos se encuentran hidratados (Ayala, 1976). Esta hidratación, unida a la presencia de arcillas expansivas (montmorillonitas) en la composición mineralógica de las margas azules, produce la alteración de éstas a suelos de alta plasticidad y que presentan fenómenos de hinchamientos. Estas reacciones del terreno ante la hidratación son las que condicionan el comportamiento geotécnico del mismo.

La capacidad portante pasa de ser baja, en los suelos residuales, a ser de grado medio, cuando el terreno está sano. En el primer caso se pueden producir asentamientos diferenciales, mientras que en el segundo serán de igual magnitud. Para la ubicación de estructuras hay que tener en cuenta el espesor de la capa superficial alterada, ya que será necesario atravesarla y realizar la cimentación de estos elementos en los niveles margosos de mayor firmeza. Asimismo los cimientos de grandes terraplenes han de ir apoyados sobre terreno sano, especialmente aquéllos que discurren a media ladera, ya que la fluencia del suelo residual en estas zonas es muy frecuente y origina la deformación del terraplén y su posterior deslizamiento. La Figura 3.43 muestra las grietas producidas en la coronación de un terraplén, al deformarse éste como consecuencia de la fluencia del suelo sobre el que se apoya.

En relación al drenaje, esta formación también va a plantear problemas, tanto en el profundo como en el superficial. El primero es muy deficiente y está producido por una permeabilidad baja, desarrollada por las juntas y fisuras presentes en las margas. El segundo está dificultado por la presencia de áreas semiendorreicas, que retienen durante largos períodos de tiempo el agua de escorrentía. Este fenómeno, unido a la baja capacidad de infiltración que tienen los materiales, provoca la aparición de grandes encharcamientos,

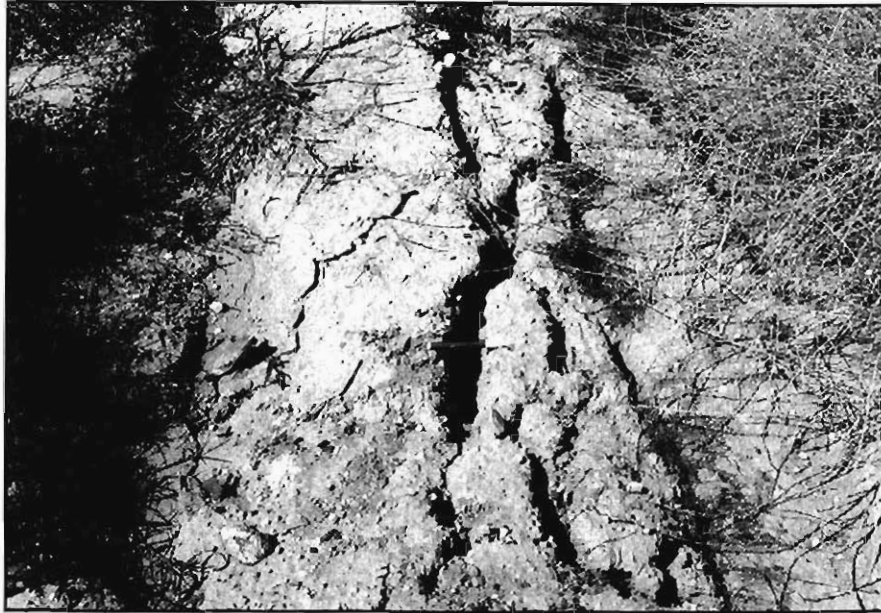


Figura 3.43.- Grietas producidas en la coronación de un terraplén de la carretera N-431, en las cercanías de Sanlúcar la Mayor (Cuesta de las Doblas). (Hoja 983-2)

los cuales generan la hidratación, alteración y pérdida de resistencia de los mismos.

Los desmontes, que en general serán de poca altura dada la suavidad del relieve, podrán llevarse a cabo utilizando medios mecánicos, ya que estos suelos son totalmente ripables. Para el diseño de los taludes que se realicen, será necesaria la obtención de los parámetros resistentes del terreno en cada uno de ellos, ya que la calidad del terreno puede variar de unos puntos a otros, y por tanto sus condiciones de estabilidad. No obstante se pueden dar unos órdenes de magnitud generales, basados en el reconocimiento de las laderas y taludes presentes en el Tramo. Se han observado laderas naturales de 30 a 40 m de altura, con inclinaciones de 25° a 30° , que presentan deslizamientos de tipo circular, sucesivos, los cuales inestabilizan la totalidad de la ladera. La Figura 3.44 muestra uno de estos deslizamientos.

Por otro lado, los taludes artificiales realizados en la autopista A-49 (Sevilla-Huelva) son de alturas bajas y se mantienen estables con inclinaciones de 15° a 20° (Figura 3.45). Estas inclinaciones son las convenientes para conseguir la estabilidad de las margas azules. Otra medida aconsejable es la siembra de los taludes, tanto para protegerlos de la erosión, como para eliminar parte del agua superficial, que provoca la reptación del horizonte más alterado.



Figura 3.44.- Deslizamiento circular en las margas azules, producido en una ladera de la Cuesta de las Doblas, en las cercanías de Sanlúcar la Mayor (Hoja 983-2). Obsérvese la deformación provocada en los gaviones.

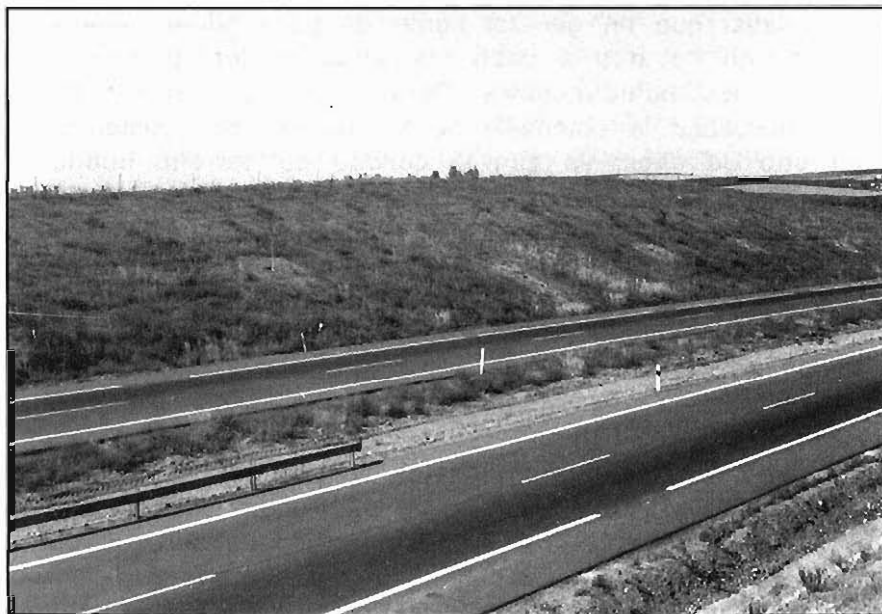


Figura 3.45.- Talud de pequeña altura y estable, correspondiente a un desmante de la Autopista del Quinto Centenario (A-49). Localidad de Huévar (Hoja 983-2).

CONGLOMERADOS, ARENAS Y CALIZAS, (321a).

SERIE VOLCANICO-SEDIMENTARIA, (151).

Estos dos grupos litológicos se han descrito en la Zona 2, al presentarse en ella con mayor extensión.

GRANITOS Y GRANODIORITAS, (001a).

Este grupo litológico ha sido descrito en la Zona 1, al ser más característico de la misma.

3.3.5. Grupos geotécnicos

En este apartado los diferentes grupos litológicos definidos en esta Zona 3 se han agrupado, en función de sus características geotécnicas. Se obtiene así lo que en este Estudio se denominan "grupos geotécnicos". Son los siguientes:

GT1.- Grupo constituido por granitos, granodioritas, gabros, dioritas, aplitas y diabasas. Se trata de un conjunto de rocas masivas, duras y coherentes, y no ripables. Tienen una capacidad portante muy alta, adecuada para la cimentación de estructuras y terraplenes, si bien hay que tener en cuenta la existencia de un horizonte superficial alterado, que hace disminuir la resistencia de estas formaciones. Asimismo el estado de fracturación presente en los macizos rocosos formados por estos materiales ígneos, produce la disgregación de los mismos en bloques, los cuales pueden ser de grandes dimensiones. Estos bloques, al ser cortados y descalzados por las excavaciones, pueden caer y deslizar gravitacionalmente, aunque este fenómeno tendrá carácter local. Para diseñar la inclinación de los taludes que hayan de ser realizados en estas rocas es conveniente llevar a cabo un estudio estadístico de las discontinuidades que afectan a las mismas. Los taludes artificiales observados en estas formaciones rocosas son de alturas medias, tienen inclinaciones comprendidas entre 50° y 75°, y presentan caídas de bloques y cuñas. En las partes donde la roca está alterada se producen erosiones.

Algunos afloramientos de la formación (001a) son los que caracterizan en esta Zona 3 a este grupo geotécnico GT1.

GT2.- Grupo formado por pizarras con intercalaciones de grauvascas y cuarcitas, pizarras mosqueadas, esquistos, gneises y rocas volcánico-

sedimentarias. Se trata de rocas sedimentarias antiguas, con algún episodio volcánico, que han sufrido las deformaciones producidas por la Orogenia Hercínica, y un metamorfismo de contacto, originado por la intrusión de los materiales ígneos.

La característica fundamental del conjunto formado por estas rocas es la gran deformación tectónica a la que ha sido sometido. Esta deformación está representada por una esquistosidad de flujo, que es totalmente penetrativa en los miembros pizarrosos y esquistosos, por una foliación desarrollada en los gneises, y por un plegamiento apretado y de pequeño radio. Por el contrario, las intercalaciones de carácter detrítico (grauvacas y cuarcitas), o de naturaleza volcánica (riolitas, basaltos y espilitas), se encuentran afectadas por el plegamiento, pero no han desarrollado planos de esquistosidad en su interior.

Las condiciones tectónicas, apoyadas por un drenaje profundo muy deficiente, provocan la frecuente aparición de horizontes de alteración en las pizarras, en los esquistos y en los gneises. Estas zonas alteradas tienen una capacidad portante baja o media (en función del grado de meteorización), por lo que han de ser retiradas en los casos de terraplenes que discurren a media ladera, o atravesadas hasta llegar a la roca sana, cuando se trate de cimentar una estructura. Contrariamente, la roca sana tiene una capacidad portante alta.

Los taludes de grandes alturas y fuertes inclinaciones presentarán caídas de cantos lajosos (en el caso de las rocas con esquistosidad penetrativa) y de bloques cúbicos (en el caso de las intercalaciones areniscosas o volcánicas). La recomendación es dar a los taludes una inclinación de 45°, o emplear bermas intermedias. Los desmontes habrán de llevarse a cabo mediante voladuras, si bien en las zonas más alteradas o fracturadas podrán realizarse con medios mecánicos.

En esta Zona 3 es la formación (151) la que representa a este grupo geotécnico GT2.

GT3.- Grupo constituido por calizas, calcarenitas, conglomerados calcáreos y arenas. Se trata de rocas sedimentarias depositadas bajo un régimen tectónico tranquilo y en un ambiente químico con aportes terrígenos laterales, por lo que aparecen niveles fundamentalmente detríticos entre otros de naturaleza carbonatada. Estas alternancias provocan que la resistencia del macizo rocoso varíe en función del tipo de roca.

Las calizas, las calcarenitas y los conglomerados calcáreos tienen una capacidad portante suficiente para la cimentación de estructuras y terraplenes, siempre que la potencia del nivel de apoyo guarde relación con las cargas que ha de soportar. Por el contrario, las capas arenosas tienen una capacidad de carga baja, y media si están cementadas. Además hay que tener

en cuenta que estas formaciones están recubiertas normalmente por un suelo residual, arcilloso y plástico, que es necesario retirar en su totalidad.

Los desmontes que se realicen en estas formaciones podrán llevarse a cabo por medios mecánicos, excepto en aquellos puntos en que los bancos calcáreos tengan potencias superiores a 0,5 m. En estos casos será necesario el empleo de voladuras. Los taludes de estos desmontes pueden presentar desprendimientos de bloques calcáreos, al quedar descalzados por la erosión ejercida sobre los niveles detríticos. Este fenómeno ha sido observado en la mayor parte de los taludes realizados en estos materiales.

La permeabilidad, desarrollada por porosidad tanto en las rocas carbonatadas como en las detríticas, origina un drenaje medio, en las primeras, y alto, en las segundas. El drenaje superficial discurre con dificultad, debido al escaso gradiente topográfico de las zonas en donde aparecen estas rocas. En las áreas más llanas son frecuentes los encharcamientos, que son debidos a la presencia de los recubrimientos arcillosos impermeables.

En esta Zona 3 este grupo geotécnico GT3 está representado por la formación (321e) y por algunos afloramientos de la formación (321a).

GT4.- Grupo constituido por margas azules y margas arenosas. Se trata de formaciones con un alto contenido en arcilla y de comportamiento cohesivo. La presencia de montmorillonita (arcilla expansiva) en estas margas, y su fácil alterabilidad, hace que se produzcan unos suelos residuales de alta plasticidad y con fenómenos de hinchamiento, que son los que marcan el comportamiento geotécnico de estos materiales. La capacidad portante es media en las margas sanas, mientras que en los suelos residuales es baja. En las primeras los asentamientos previsibles serán de grado medio. En los segundos pueden ser diferenciales e inadmisibles para la cimentación de estructuras y terraplenes.

La pérdida de resistencia de las rocas margosas con la alteración hace muy frecuente la aparición de deslizamientos de ladera. Estos pueden ser profundos y afectar de forma general a toda una ladera, o bien ser superficiales y estar localizados en puntos concretos. Normalmente todas las laderas que alcanzan los 15° ó 20° tienen fenómenos de reptación. Con mayores inclinaciones (25° a 30°) se producen deslizamientos sucesivos de tipo circular.

Las formaciones que componen este grupo geotécnico son poco permeables y, en su mayor parte, aparecen en zonas con una topografía muy suave o llana. La primera condición da lugar a que el drenaje profundo sea muy deficiente y actúe negativamente sobre la estabilidad de los materiales. La segunda origina una escorrentía superficial difícil y la formación de encharcamientos.

Las excavaciones que se hayan de realizar sobre estas rocas podrán ser llevadas a cabo, en su totalidad, con medios mecánicos, ya que son totalmente ripables. En el diseño de los taludes hay que tener en cuenta la inestabilidad que pueden alcanzar estos materiales ante ciertas inclinaciones.

En esta Zona 3 este grupo geotécnico GT4 está compuesto por las formaciones litológicas (321b) y (321c). Esta última, al tratarse de un nivel sedimentario de transición, entre las margas azules (321b) y los limos amarillos (321d), consta de una parte basal, fundamentalmente margosa, y otra superior, de carácter limoso. La primera se ha englobado en este grupo geotécnico GT4, y la segunda, en el GT5. Por este motivo, la formación (321c) aparece formando parte de dos grupos geotécnicos distintos.

GT5.- Grupo formado por limos arenosos y arenas limosas. Son suelos detríticos finos, no cohesivos, aunque tienen una cierta proporción de cemento carbonatado que aumenta su consistencia. Son materiales ripables, erosionables y alterables. Esta alteración se manifiesta por la aparición de suelos residuales limo-arenosos, generalmente flojos. La capacidad portante de los materiales sanos es media, mientras que en los suelos de alteración es baja, pudiendo producirse asentamientos diferenciales.

El conjunto formado por estos materiales tiene una permeabilidad media y baja (en función del grado de cementación local), que está desarrollada por porosidad intergranular y origina un drenaje profundo moderado a débil. La escorrentía superficial discurre difícilmente por una topografía muy suave, pero no se producen encharcamientos, al tener los materiales la suficiente capacidad de infiltración.

Los taludes que se realicen en estas formaciones pueden sufrir fenómenos de erosión (acarcavamientos), y en el caso de que en ellos aparezcan las margas azules subyacentes (grupo 321b) también podrán producirse deslizamientos.

En esta Zona 3 pertenecen a este grupo geotécnico GT5 la formación (321d) y el miembro de arenas limosas de la formación (321c).

GT6.- Grupo formado por gravas, conglomerados, arenas, limos y arcillas. Se trata de un conjunto de materiales desagregados, depositados durante las épocas más recientes (Plio-Cuaternario y Cuaternario). Los niveles conglomeráticos son los únicos que presentan una cierta compacidad, como consecuencia de la existencia de una matriz areno-arcillosa que está parcialmente cementada por carbonato.

La capacidad de carga del conjunto es baja y media, quedando ésta última relegada a algunos niveles conglomeráticos del grupo G1. Los asentamientos que se produzcan serán de magnitud media, aunque pueden ser altos en

las zonas superficiales de las formaciones de terraza (grupo T1) y en las proximidades de los cauces actuales, de composición limo-arcillosa.

Los desmontes que se realicen en algunas de las formaciones que componen este grupo serán, previsiblemente, de alturas bajas y podrán llevarse a cabo con medios mecánicos, ya que los materiales son ripables. Las superficies de los taludes que se realicen en estos desmontes van a estar muy afectadas por los procesos de erosión, debido a las características de los materiales.

La permeabilidad es en general alta, aunque disminuye notablemente en las zonas con mayor contenido limo-arcilloso, como ocurre en los niveles superficiales de la formación T1. El drenaje profundo se desarrolla con facilidad, está dirigido hacia los cauces de los ríos y normalmente produce niveles freáticos altos. El drenaje superficial está dificultado por la escasez de pendientes topográficas, así como por la baja capacidad de infiltración que tienen los horizontes de granulometrías más finas.

En la Zona 3 pertenecen a este grupo geotécnico GT6 las formaciones A1, T1, G1 y 350.

GT7.- Grupo formado por limos oscuros, correspondientes a los depósitos de marisma. Son suelos de escasa resistencia y de baja capacidad portante, lo que unido a la presencia de un nivel freático alto, hace posible la aparición de asientos de grandes magnitudes.

Las excavaciones que se realicen en estos materiales pueden ser llevadas a cabo con medios mecánicos, si bien es previsible la existencia de desplomes, dada la proximidad del nivel freático.

La permeabilidad, originada por porosidad intergranular, es baja y desarrolla un drenaje profundo lento, que está además aminorado por el escaso gradiente hidráulico característico de estas marismas. Estos factores, unidos a la escasez de pendientes topográficas, provocan la aparición de grandes extensiones anegadas.

Este grupo geotécnico GT7 está representado únicamente por la formación M1.

3.3.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona

La Zona 3 está formada mayoritariamente por los sedimentos miocenos de margas azules, margas arenosas y arenas limosas, limos amarillos y calcarenitas. También aparecen extensamente representadas las formaciones superficiales cuaternarias y plio-cuaternarias compuestas por gravas y conglomerados, arenas, limos y arcillas.

Los principales problemas geotécnicos de esta Zona los van a provocar las margas azules del grupo (321b) y los limos oscuros de los depósitos de marisma (grupo M1). Los primeros son suelos muy alterables y expansivos, que pueden dar lugar a asentos en las cimentaciones y deslizamientos en los taludes. Los grupos (321c) y (321d), al estar situados por encima de estas margas, pueden verse involucrados en esos deslizamientos. Los depósitos de marisma (limos oscuros) son suelos de muy baja resistencia y con un nivel freático alto, y pueden producir asentos de magnitud elevada.

El resto de los sedimentos (miocenos, plio-cuaternarios y cuaternarios) presentan baja capacidad portante y problemas de erosión, la cual puede ser diferencial entre capas de distinta resistencia, y producir caídas gravitacionales de carácter local.

4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO

4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRAFICOS

Topográficamente, el Tramo Venta del Alto - Sevilla se caracteriza por presentar una disminución de cota desde el borde norte hasta el extremo sur. En el sector norte existe un relieve accidentado, con una cota máxima de 400 m, y en el sur aparecen amplias llanuras, con una altitud mínima de 5 m.

Con estas características generales, es en el sector norte en donde se van a presentar los mayores problemas topográficos. En efecto, en este sector existe un gran número de elevaciones y depresiones, que dan lugar a un relieve con diferencias de cotas relativas altas, y vertientes con pendientes fuertes (25% a 60%). Esto obliga a la ejecución de numerosos desmontes y estructuras, para que las pendientes de las carreteras sean las adecuadas.

El resto del Tramo está formado por extensas plataformas, generalmente llanas y articuladas entre sí, en las cuales la presencia de algún relieve de mayor altura no supone ningún obstáculo.

4.2. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOMORFOLOGICOS

La naturaleza de los problemas geomorfológicos que presenta el Tramo está en estrecha relación con las características litológicas y con el grado de deformación tectónica que tienen las rocas que forman el mismo.

El sector norte, constituido por rocas antiguas, muy deformadas por la Orogenia Hercínica, se caracteriza por ser el más accidentado y por tener las mayores pendientes del Tramo. El relieve de este sector está formado por una sucesión de elevaciones, generalmente agudas, separadas entre sí por valles profundos y vaguadas angostas, como consecuencia del gran encajamiento de los cursos fluviales. Con estas características, el gradiente topográfico relativo es muy alto, y por ello la escorrentía superficial que drena este sector adquiere una gran energía. Mediante este fenómeno se produce una gran erosión, tanto en los cauces de los ríos como en las laderas de los relieves. Además, las vaguadas, al ser tan estrechas, pueden tener dificultad en evacuar rápidamente grandes caudales de agua, por lo

que ante precipitaciones extremas, pueden presentar crecidas importantes y originarse desperfectos en las carreteras.

El resto del Tramo, constituido por depósitos terciarios y cuaternarios, tiene un relieve formado por plataformas llanas y escalonadas, que se unen entre sí mediante escarpes, más o menos netos y de alturas variables. Estos escarpes tienen problemas de estabilidad cuando están excavados en las margas azules (grupo 321b), y de erosión, cuando lo están en otros materiales de naturaleza detrítica. Un aspecto a tener en cuenta en este sector es la dificultad que tiene la escorrentía superficial para drenar las aguas de precipitación, ya que las pendientes son muy bajas, los suelos que forman el recubrimiento son poco permeables, y además existe un buen número de cubetas semiendorreicas, que se mantienen encharcadas durante largos períodos de tiempo. Estos encharcamientos aceleran la evolución química de estas formaciones.

4.3. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS

Respecto a las características geotécnicas, los materiales que aparecen en el Tramo Venta el Alto-Sevilla van a plantear las siguientes dificultades:

Todos los grupos litológicos presentan un horizonte de alteración, compuesto por suelos residuales de carácter limo-arcilloso, excepto en el caso de las rocas plutónicas, en que son de naturaleza limo-arenosa. Estos suelos residuales tienen una escasa resistencia, por lo que plantearán problemas en las zonas de cimentación de estructuras y de terraplenes que discurran por las laderas. En algunos casos será necesaria la retirada de estos suelos.

Por otra parte, al estar afectadas por la deformación hercínica, las formaciones rocosas paleozoicas muestran un gran número de superficies de discontinuidad que aminoran la resistencia general del macizo rocoso. Este hecho provoca la aparición de deslizamientos de cuñas y bloques, a favor de estas discontinuidades, en los taludes que presenten unas condiciones (orientación e inclinación) favorables para que se desarrollen estos procesos gravitacionales.

En cambio, las rocas plutónicas y filonianas aparecen con un grado de fracturación menor que las rocas paleozoicas, entre las que se encajan. Aunque pueden presentar problemas locales de inestabilidad gravitacional a favor de las diaclasas, éstos son escasos.

En todas las formaciones rocosas mencionadas anteriormente, además de los problemas concretos de cada una de ellas, hay que añadir su ripabilidad nula, que hace necesaria la utilización de explosivos para la ejecución de sus desmontes. Además la capacidad portante del conjunto es alta o muy alta.

Por último, los depósitos terciarios y cuaternarios no plantean problemas de ripabilidad. Sin embargo, son fácilmente erosionables a corto plazo. Este hecho provoca un arrastre importante de materiales, que puede dar lugar al aterramiento de las cunetas y de otros elementos de drenaje de la carretera. Para evitar estas erosiones se recomienda la revegetación de los taludes. Asimismo, la capacidad portante de estos suelos es baja o media, y pueden producirse asientos diferenciales.

De estos depósitos cenozoicos merece especial atención el formado por las margas azules del grupo (321b). Además de las características generales mencionadas, este grupo tiene las siguientes particularidades:

1. Un alto contenido en arcillas, que confiere a la formación una alta plasticidad.

2. Presencia de montmorillonita en la composición mineralógica de las arcillas, lo que provoca fenómenos de expansividad.

Estos dos factores favorecen la aparición de frecuentes inestabilidades en las laderas formadas por estas margas. Estas inestabilidades están representadas por reptaciones y pequeños deslizamientos, los cuales, al irse sucediendo, provocan el desequilibrio general de dichas laderas.

4.4. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS

Como resultado del análisis geomorfológico y geotécnico del Tramo Venta del Alto-Sevilla, y teniendo en cuenta los condicionantes que significan las carreteras y poblaciones actuales, en este apartado se llega a la consideración de una serie de corredores viarios que se consideran son los más adecuados para enlazar los distintos sectores del Tramo entre sí, y con las áreas geográficas adyacentes.

En la Figura 4.1 se muestran esquemáticamente estos corredores.

El primer corredor considerado corresponde sensiblemente con el ocupado en la actualidad por la carretera N-630, y recorre el Tramo de Norte a Sur, hasta llegar a la ciudad de Sevilla. Su origen septentrional se realiza a 3,5 km al Norte de la localidad de El Garrobo. Discurre con dirección NO-SE, paralelamente a la carretera N-630, y separado de ella una distancia de 1,5 km aproximadamente hasta la población de Las Pajanosas, en donde toma el trazado actual. Esta variación con respecto a la carretera actual está motivada por la presencia, en el área propuesta, de un relieve menos accidentado, que simplifica el trazado, al ser menor el número y la dificultad de los desmontes a realizar. Los únicos problemas que pueden presentarse en esta variante son la escasa ripabilidad de los materiales que la forman y la aparición puntual de deslizamientos de cuñas y bloques. Desde la población

de Las Pajanosas, y hasta la localidad de Santiponce, el trazado propuesto sigue el ocupado por la carretera N-630 y, en un punto situado a 1 km al Sur de esta villa, se desvía al Sureste, y enlaza con el corredor de circunvalación de Sevilla. Las únicas variaciones a realizar en el tramo de Las Pajanosas a Santiponce son la mejora del trazado, mediante la eliminación de algunas curvas, y las variantes correspondientes a estas dos poblaciones. Este segundo tramo no ofrece ningún problema geomorfológico. Geotécnicamente, hay que analizar el comportamiento de las margas azules afectadas por el trazado. Este corredor es parte del que une Sevilla con Extremadura y Portugal, y es el último tramo de la conocida como "Ruta de la Plata".

El segundo corredor que se considera, corresponde a la circunvalación de Sevilla. Es una vía que rodea completamente la ciudad de Sevilla. Por el Oeste tiene conexiones con la autopista A-49, de Sevilla a Huelva, con la carretera N-431, y con la carretera N-630. Por el Norte cruza el río Guadalquivir. Siguiendo por el Este, llega hasta la carretera N-IV, con la que se confundiría hasta su salida por el Sur, hacia la población de Dos Hermanas. Desde aquí el corredor se cerraría al llegar otra vez a la autopista A-49. Este trazado supone la comunicación exterior de todas las carreteras, de primer y segundo orden, que convergen en Sevilla, al mismo tiempo que se dota a esta ciudad de una vía periférica. Este corredor no plantea problemas topográficos, ni geomorfológicos, ni geotécnicos.

El tercer corredor propuesto, de dirección Este-Oeste, no coincide con el trazado de ninguna carretera actual. Su finalidad es señalar la zona más adecuada por donde podrían discurrir futuras carreteras o autopistas, que unirían las ciudades de Córdoba, Sevilla y Huelva, para dirigirse, desde esta última, a la frontera con Portugal. Su origen oriental, en el Tramo de Estudio, se realiza a 4,5 km al Norte de la carretera N-IV, y se dirige, con dirección ONO, hasta un punto situado a 3 km al Norte de la población de La Algaba. Desde aquí toma una orientación OSO, atraviesa el primer corredor propuesto y otras carreteras de segundo orden, y sale del Tramo por una zona situada a 7 km al Norte de la carretera N-431. Este corredor no presenta problemas topográficos, debido a que se desarrolla sobre un relieve llano o muy suave. El único problema geomorfológico que puede presentar es su posible incidencia sobre alguna zona semiendorreica o con drenaje deficiente. Geotécnicamente hay que analizar el comportamiento de las margas azules afectadas.

Por el Sur del Tramo la consideración de corredores hacia Cádiz o hacia Málaga no ofrece problemas geotécnicos, ni topográficos. El único problema geomorfológico es la presencia de zonas de drenaje deficiente, en donde la escorrentía tiene dificultades de evacuación.

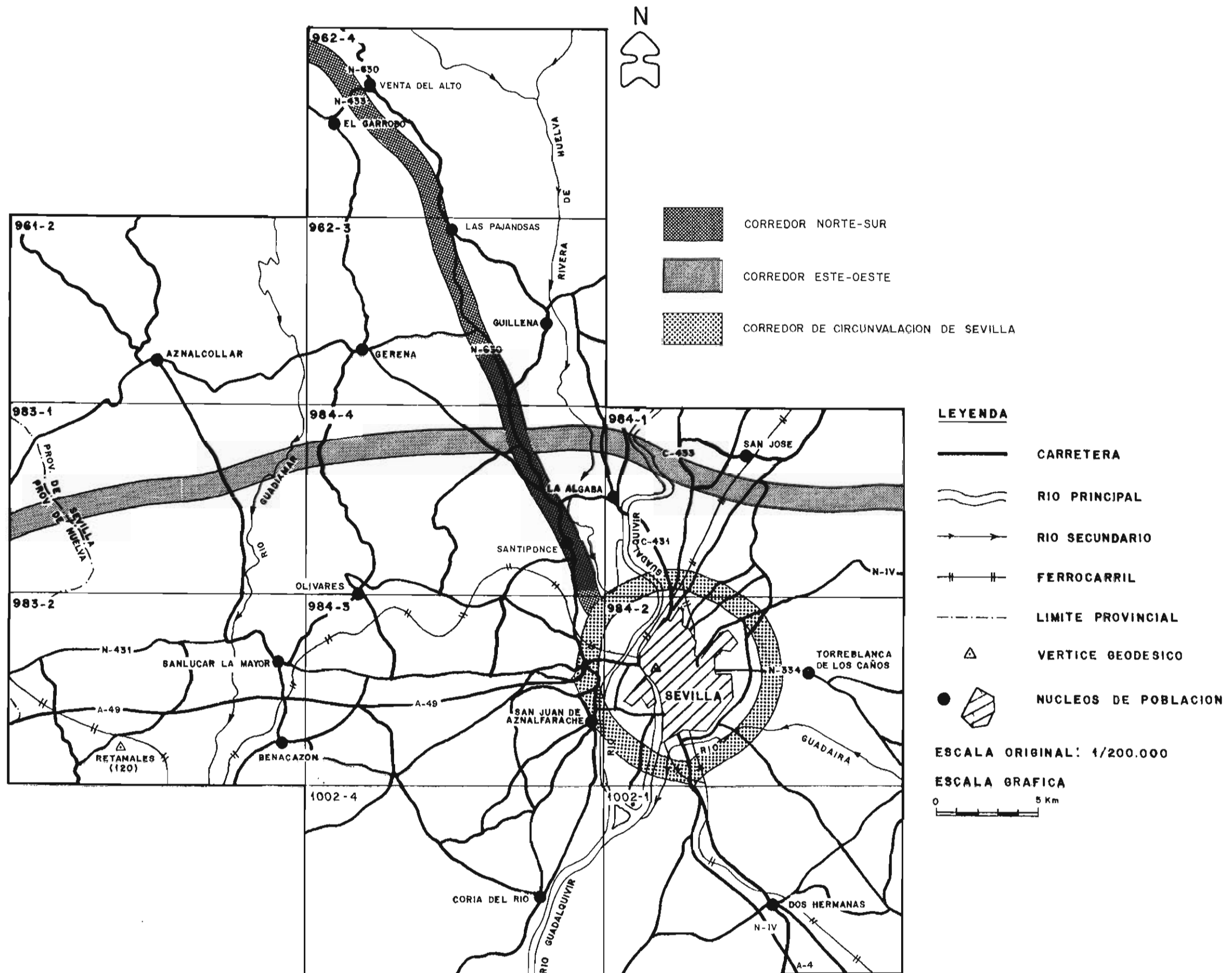


FIGURA 4.1.- ESQUEMA DE CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS EN EL TRAMO.

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

5. INFORMACION SOBRE YACIMIENTOS

5.1. ALCANCE DEL ESTUDIO

En el presente trabajo no se incluye un estudio detallado de los yacimientos de materiales existentes en el Tramo, ya que dicho estudio desborda, por su amplitud y metodología, el alcance de los Estudios Previos de Terrenos.

Sin embargo, se ha considerado oportuno presentar, de la forma más ordenada posible, la información sobre los yacimientos existentes en el área de estudio, recogida durante la ejecución del mismo. Estos datos, que no tratan de ser ni exhaustivos ni sistemáticos, pueden servir de punto de partida para futuros trabajos.

La información que a continuación se expone está referida a yacimientos de materiales utilizables en obras de carreteras (canteras, graveras y materiales de préstamo para terraplenes y pedraplenes).

5.2. YACIMIENTOS ROCOSOS

En el Tramo estudiado aparecen una serie de formaciones rocosas susceptibles de ser explotadas para la obtención de áridos para carretera. En su mayor parte corresponden a la serie paleozoica (Devónico Superior y Carbonífero), si bien existen formaciones canterables de otras edades y naturaleza (rocas filonianas y plutónicas).

La naturaleza litológica es muy variada, pudiéndose encontrar materiales grauváquicos, riolíticos, basálticos, y los filonianos y plutónicos, ya mencionados, constituidos por aplitas y granitos, respectivamente.

Es este un Tramo que carece de grandes explotaciones, quedando éstas reducidas a algunas canteras abandonadas en la actualidad (Figuras 5.1 y 5.2).

El grupo litológico que puede aportar un mayor volumen de material aprovechable es el constituido por las rocas graníticas del grupo (001a), que aparece en el tercio norte del Tramo. No obstante, su aprovechamiento

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



Figura 5.1.- Cantera de riolitas y basaltos del grupo 151, al Noroeste de la localidad de Aznalcóllar (Hoja 961-2).



Figura 5.2.- Cantera de granitos del grupo (001a), al Norte de la localidad de Gerena (Hoja 962-3).

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

depende de la proporción existente de rocas con textura microcristalina, que son las que van a tener unos coeficientes de desgaste menores, y por consiguiente una mejor calidad.

El grupo (002a), constituido por filones de aplitas, y las riolitas y basaltos del grupo 151, aparecen con una escasa extensión en el ámbito del Tramo, por lo que su utilización puede ser únicamente de carácter puntual.

Como resumen, pueden ser considerados útiles como yacimientos rocosos, algunos afloramientos de los siguientes grupos:

- Devónico Superior: 143a.
- Carbonífero Inferior: 151.
- Rocas plutónicas: 001a.
- Rocas filonianas: 002a.

5.3. YACIMIENTOS GRANULARES

El Tramo Venta del Alto-Sevilla presenta buenos yacimientos granulares, debido a los extensos valles que tienen sus ríos, los cuales han sido rellenados por amplias formaciones aluviales y de terraza.

Los grupos A1, T1 y G1 son los que pueden ser utilizados como yacimientos granulares, si bien hay que tener en cuenta que las gravas y las arenas de las terrazas están normalmente recubiertas por una capa de limos y arcillas (estériles), que habrá de ser retirada durante la explotación.

La Figura 5.3 corresponde a una gravera que explota las gravas y arenas del grupo T1.

5.4. MATERIALES PARA TERRAPLENES Y PEDRAPLENES

En este apartado, además de las calcarenitas de la formación (321a), se incluyen los mismos grupos de materiales mencionados en el anterior, ya que por su composición y litología, son válidos para utilizarlos en la construcción de terraplenes.

Para la ejecución de pedraplenes en el Tramo estudiado pueden utilizarse como materiales adecuados aquellos productos pétreos procedentes de la excavación de rocas graníticas, gabroideas, diabásicas, aplíticas, cuarcíticas, basálticas y riolíticas. Son válidas también para este fin las intercalaciones

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

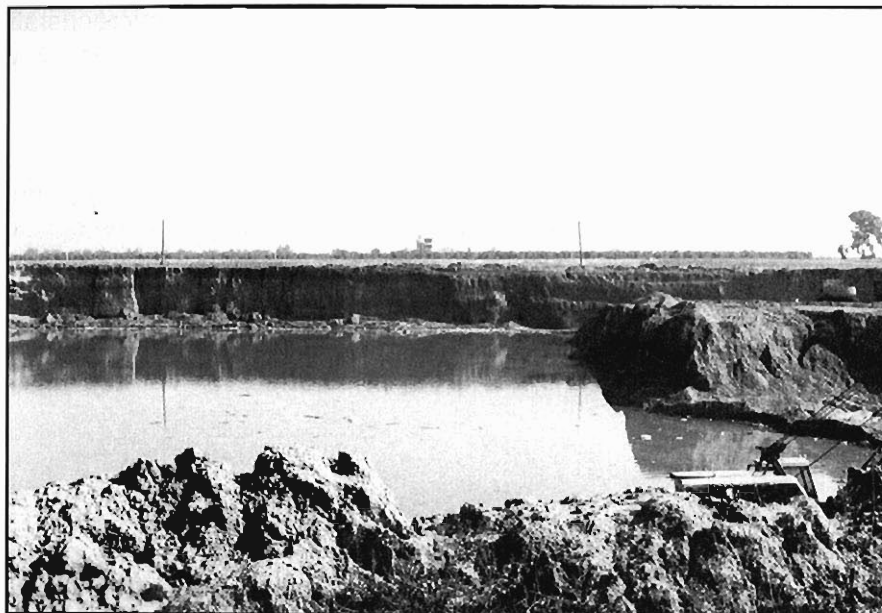


Figura 5.3.- Explotación de gravas y arenas del grupo T1, en las proximidades del Aeropuerto de Sevilla (Hoja 984-1).

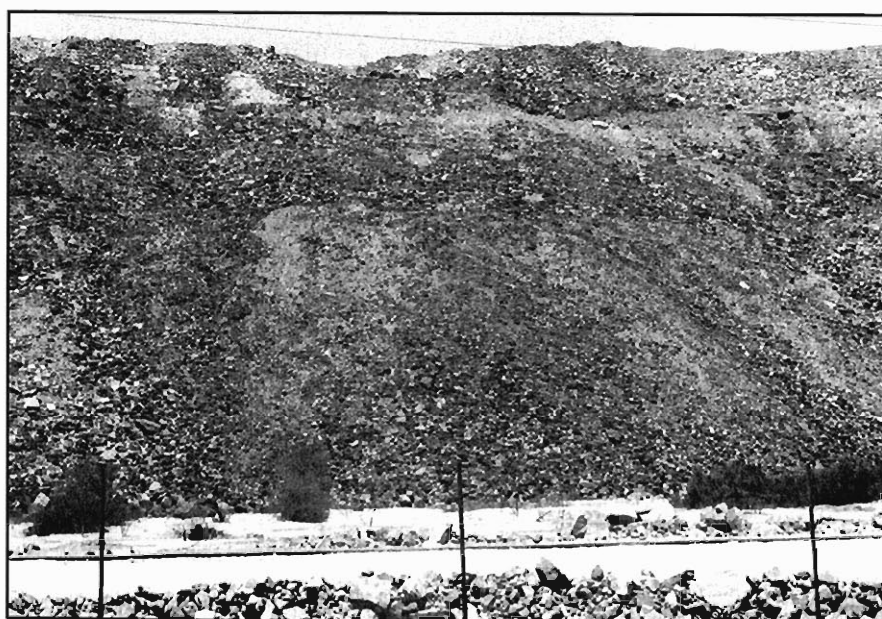


Figura 5.4.- Vista parcial de las escombreras de las minas de Aznalcóllar (Hoja 961-2).

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

calcáreas y conglomeráticas que presentan algunas formaciones terciarias y cuaternarias. Requerirán un estudio especial las pizarras, esquistos, gneises, grauvacas, aglomerados volcánicos y margas.

Otro material que podría ser empleado en la construcción de pedraplenes es el procedente de las escombreras de las minas de piritas, próximas a la localidad de Aznalcóllar. Están constituidas por rocas procedentes del complejo volcánico-sedimentario (grupo 151), por lo que sería necesario establecer su grado de aprovechamiento y de calidad.

La Figura 5.4 muestra un aspecto parcial de estas escombreras mencionadas.

5.5. YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON MAS DETALLE

Con vistas al emplazamiento de nuevas explotaciones, o a la puesta en marcha de las ya existentes, se recomienda un estudio detallado de las áreas y yacimientos indicados en la Figura 5.5, y cuyas características se resumen en los cuadros adjuntos.

CUADRO-RESUMEN DE YACIMIENTOS ROCOSOS

YACIMIENTO	LOCALIZACION	GRUPO LITOLOGICO	TIPO DE ROCA	ACCESOS
YR-1	Hoja 962-4 U.T.M.: 751-471,5	143a	Grauvaca	Carretera N-630 (P.K. 443)
YR-2	Hoja 962-3 U.T.M.: 752-4161	002a	Aplita	Carretera local Gerena-El Garrobo (P.K. 4)
YR-3	Hoja 961-2 U.T.M.: 740-4157	151	Riolita y basalto	Carretera local Aznalcóllar-El Castillo de las Guardas (P.K. 29)
YR-5	Hoja 962-3 U.T.M.: 752-4158	001a	Granito	Carretera local Gerena-El Garrobo (P.K. 1)
YR-6	Hoja 962-3 U.T.M.: 758,5-4160	001a	Granito	Carretera local Guillena-Las Pajanosas (P.K. 0,3)

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

**CUADRO-RESUMEN DE YACIMIENTOS GRANULARES
Y DE MATERIALES DE PRESTAMOS**

YACIMIENTO	LOCALIZACION	GRUPO LITOLOGICO	TIPO DE ROCA	ACCESOS
YP-4	Hoja 961-2 U.T.M.: 744,5-4155,5	—	Escombreras	Carretera local Aznaicóllar-Gerena (P.K. 8,5)
YG-7	Hoja 983-1 U.T.M.: 747-4151	A1	Gravas y arenas	Confluencia de los ríos Guadamar y Agrio
YG-8	Hoja 984-4 U.T.M.: 763-4154,5	A1	Gravas y arenas	Carretera local Torre de la Reina-C-431 (P.K. 1,5)
YG-9	Hoja 984-4 U.T.M.: 762,5-4148,7	T1	Gravas y arenas	Carretera N-630 (P.K. 471)
YG-10	Hoja 984-4 U.T.M.: 245,4-4147,5	T1	Gravas y arenas	Carretera N-IV (P.K. 530)
YG-11	Hoja 984-4 U.T.M.: 247,5-4147	T1	Gravas y arenas	Carretera N-IV (P.K. 528)
YG-12	Hoja 983-2 U.T.M.: 735-4138,5	A1	Gravas y arenas	Camino vecinal Carrión de los Céspedes- Huerta Naranja (P.K. 1,5)
YG-13	Hoja 983-2 U.T.M.: 745,5-4143	A1	Gravas y arenas	Carretera N-431 (P.K. 571)
YG-14	Hoja 984-2 U.T.M.: 240,5-4145,5	T1	Gravas y arenas	Carretera N-IV (P.K. 535)
YG-15	Hoja 1002-1 U.T.M.: 237,4-4135,9	T1	Gravas y arenas	Carretera N-IV (P.K. 548)
YP-16	Hoja 1002-4 U.T.M.: 755-4128	G1	Gravas y arenas	Sin acceso directo
YP-17	Hoja 1002-1 U.T.M.: 243,3-4132,3	321e	Calcarenitas	Carretera local Dos Hermanas-Alcalá de Guadaira (P.K. 5,5)

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

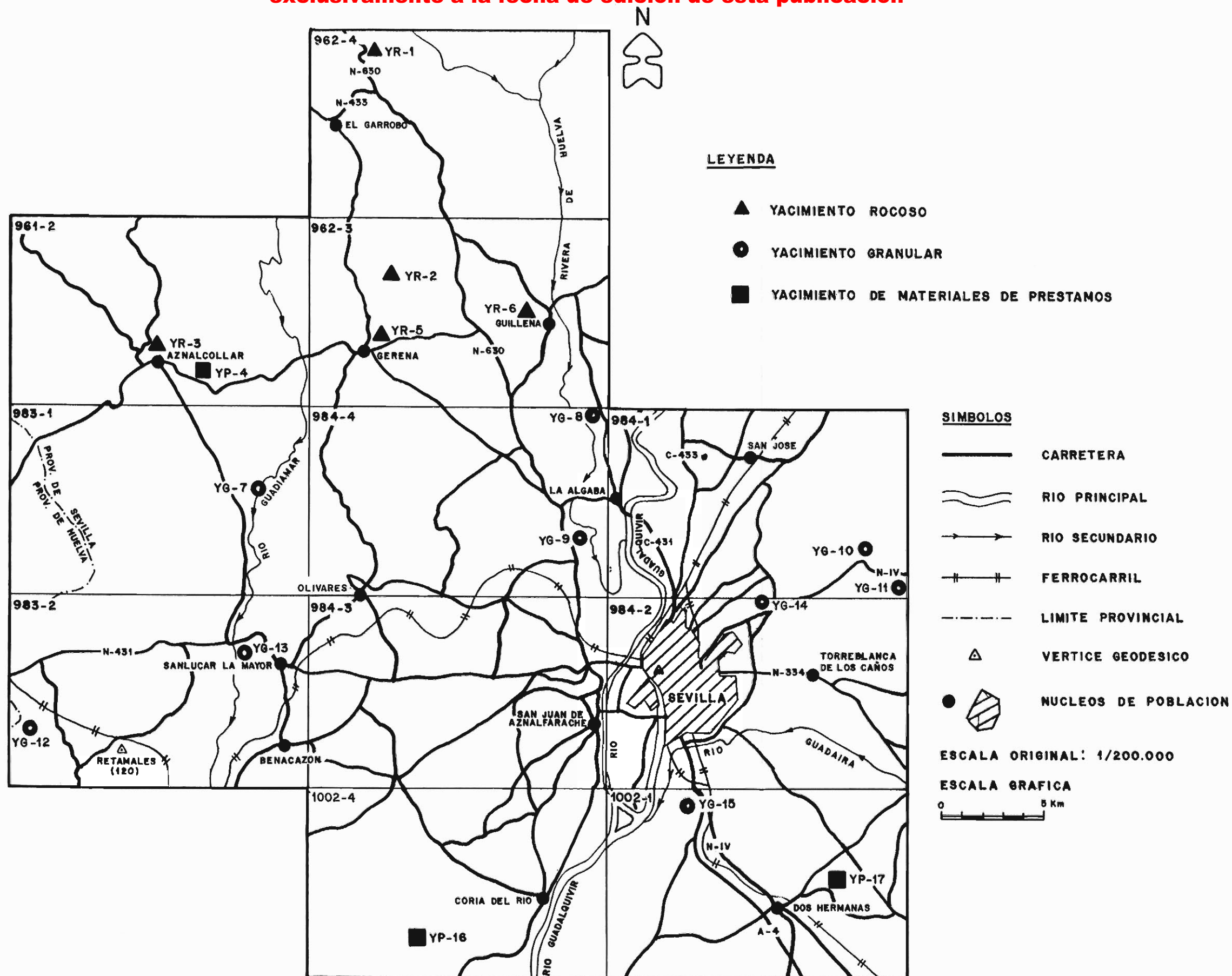


FIGURA 5.5.- SITUACION DE YACIMIENTOS ROCOSOS, GRANULARES, Y DE MATERIALES DE PRETAMOS.

6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

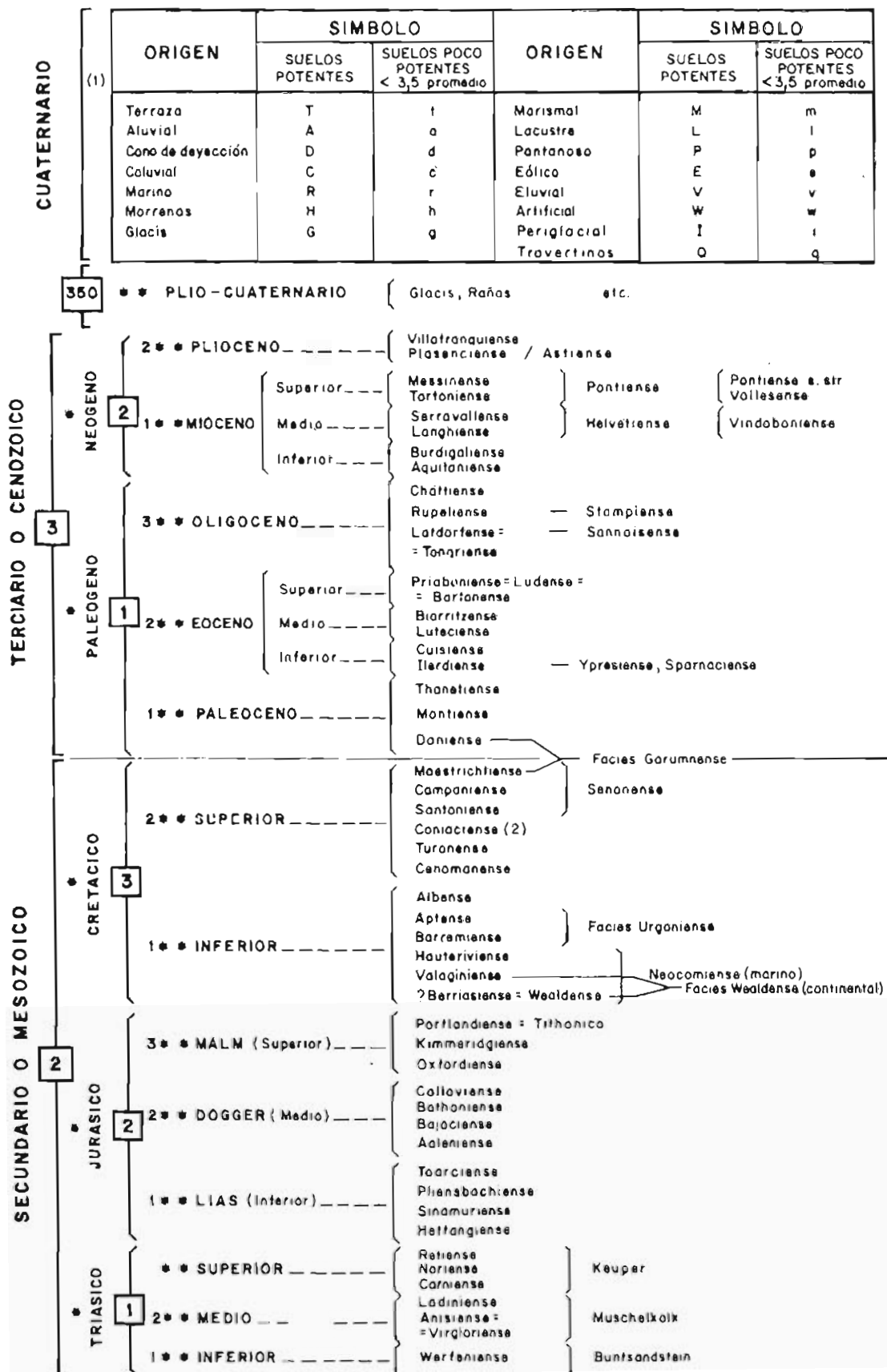
- I.G.M.E. (1975): "Mapa Geotécnico de España a escala 1:200.000, Hoja nº 75: Sevilla".
- I.G.M.E. (1975): "Mapa Geotécnico de España a escala 1:200.000, Hoja nº 81: Huelva".
- I.G.M.E. (1978): "Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, 2ª Serie. Hoja nº 961: Aznalcóllar".
- I.G.M.E. (1976): "Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, 2ª Serie. Hoja nº 962: Alcalá del Río".
- I.G.M.E. (1976): "Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, 2ª Serie. Hoja nº 983: Sanlúcar la Mayor".
- I.G.M.E. (1975): "Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, 2ª Serie. Hoja nº 984: Sevilla".
- I.G.M.E. (1977): "Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, 2ª Serie. Hoja nº 1002: Dos Hermanas".
- I.G.M.E. (1983): "Geología de España". Libro jubilar J.M. Ríos. Tomo I.
- I.G.M.E. (1987): "Manual de Taludes". Serie: Geotecnia.
- I.G.T.E. (1989): "Estabilidad de laderas y taludes en el Valle del Guadalquivir". Serie: Ingeniería Geo-Ambiental.
- M.O.P.U. (1981): "Desmontes. Estado actual de la técnica". Dirección General de Carreteras.
- M.O.P.U. (1989): "Terraplenes y pedraplenes". Area de Tecnología de Carreteras.
- MUELLER, S.; PRODEHL, C.; MENDES, A.S. y SOUSA MOREIRA, V. (1973): "Crustal structure in the southwestern part of the Iberian Peninsula". Tectonophysics, 20 (1-4): 307-318.

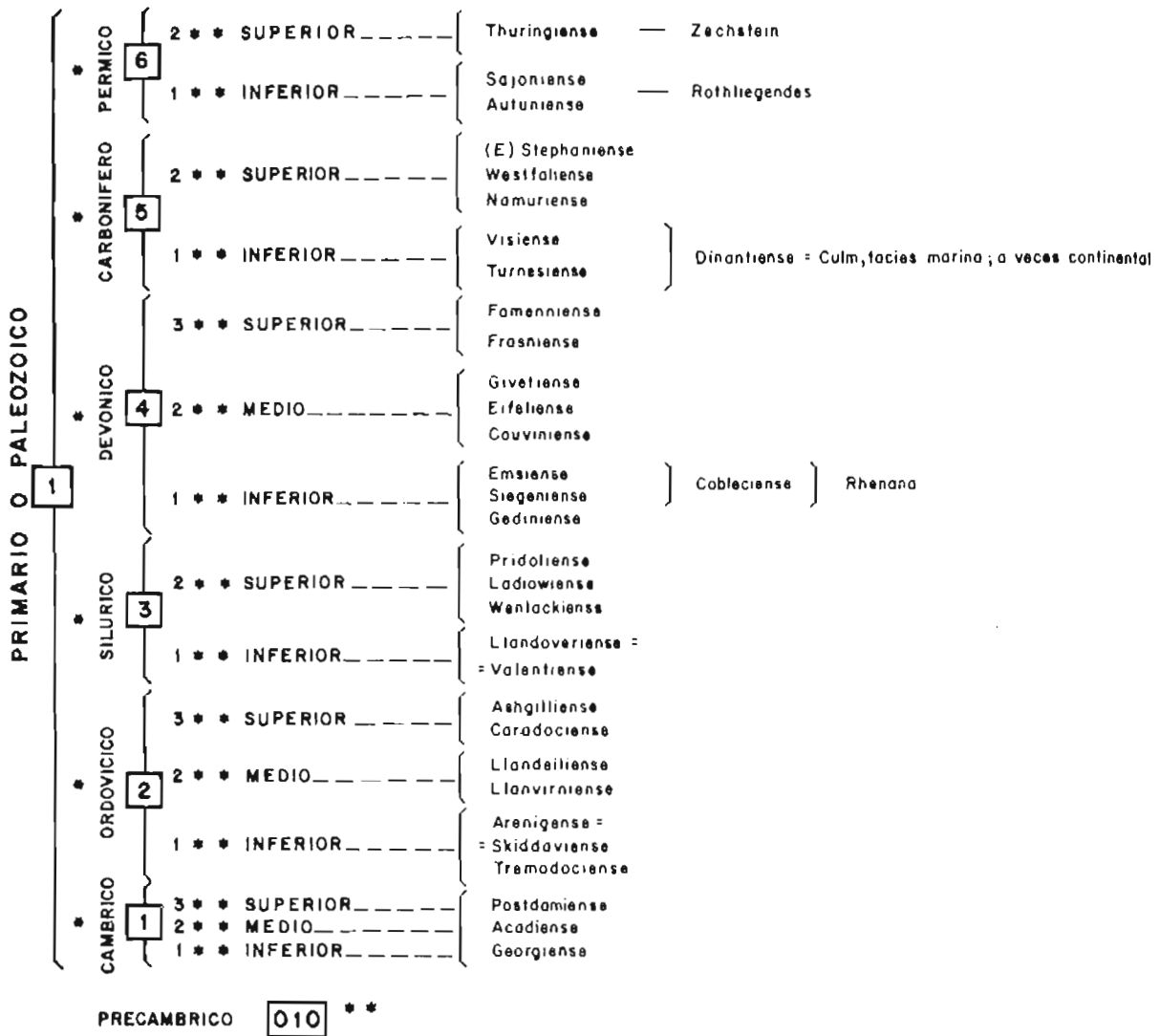
- PRODEHL, C.; SOUSA MOREIRA, V.; MUELLER, S. y MENDES, A.S. (1976): "Deep-seismic sounding experiments in central and southern Portugal". XIVth General Assembly Europ. Seismol. Com. Berlín: 261-266.
- SAAVEDRA, J.L. (1964): "Datos para la interpretación de la estratigrafía del Terciario y Secundario de Andalucía". Notas y comunicaciones. I.G.M.E.
- SAAVEDRA, J.L. y BOLLO, M.F. (1966): "Estudio Geológico-Estructural de la cuenca del río Genil". Ministerio de Obras Públicas, C.E.H., pp. 1-45, Madrid
- VIGUIER, C. (1969): "Precisiones acerca del Neógeno en Dos Hermanas (Sevilla)". Bol. Geol. Min., t. LXXX, I.G.M.E.

7. ANEJOS

7.1. ANEJO 1: SIMBOLOGIA UTILIZADA EN LAS COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS

COLUMNA ESTRATIGRAFICA





- Los materiales cristalinicos de edad indeterminada se denominarán (001) * * para rocas masivas y (002) para diques
- (1) Los materiales cuaternarios se cartografiarán con la letra correspondiente a su nivel potente o poco potente.
 - (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 si.

7.2. ANEJO 2: CRITERIOS UTILIZADOS EN LAS DESCRIPCIONES GEOTECNICAS

INTRODUCCION

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

Para evaluar las características geotécnicas sólo se ha dispuesto de las observaciones de campo (datos sobre taludes naturales y desmontes, comportamiento geotécnico de los mismos, escorrentía de las aguas superficiales, permeabilidad de las formaciones, observaciones sobre el estado de los firmes de las carreteras existentes en la zona, alterabilidad y erosionabilidad de los materiales, etc.). Por tanto sólo se puede dar una valoración cualitativa de dichas características.

RIPABILIDAD

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

a) Se considera ripable todo material (roca natural o suelo) que pueda ser directamente excavado con un ripper de potencia media, sin previa preparación del terreno mediante explosivos u otros medios. Cuando no se indica espesor ripable alguno, se considera que toda la masa es ripable, al menos en el espesor afectado por posibles desmontes en las variantes o modificaciones de un trazado.

b) Se consideran de ripabilidad media a aquellos materiales que no son ripables utilizando maquinaria de potencia media, pero que sí lo serían empleando maquinaria de mayor potencia. Estos materiales son los llamados "terrenos de transición", que se encuentran en la mayor parte de las formaciones rocosas, y que son semiripables en su zona de alteración o ripables mediante una ligera preparación con voladuras.

c) Se consideran no ripables aquellas formaciones que necesitan para realizar su excavación el empleo de explosivos u otros materiales violentos que produzcan su rotura.

CAPACIDAD PORTANTE

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

a) Capacidad portante alta o elevada es la que corresponde a una formación constituida por materiales compactos y preconsolidados, o bien a formaciones rocosas estables y resistentes, de excelentes características como cimiento de un firme de carretera o de una obra de fábrica.

b) Capacidad portante media es la de aquellas formaciones constituidas por materiales compactos y preconsolidados, que tienen sus capas superficiales algo alteradas y que, por tanto, determinan un suelo en el que la aplicación de cargas moderadas superficiales (2-3 kg/cm²) produce asientos tolerables de las obras de fábrica. En este caso, la estabilidad del material considerado como explanada del firme es suficiente en general, sin que sea necesaria la mejora del suelo.

c) Capacidad portante baja es la correspondiente a materiales de suelos desagregados en los que la aplicación de cargas moderadas produce asientos inadmisibles para las obras de fábrica con cimentación superficial. La ejecución de firmes en este tipo de materiales requerirá fuertes espesores estructurales, colocación de explanadas mejoradas, retirada de los suelos plásticos si son poco potentes o cimentación de las obras de fábrica en la formación subyacente.

ESTABILIDAD DE TALUDES

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

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

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

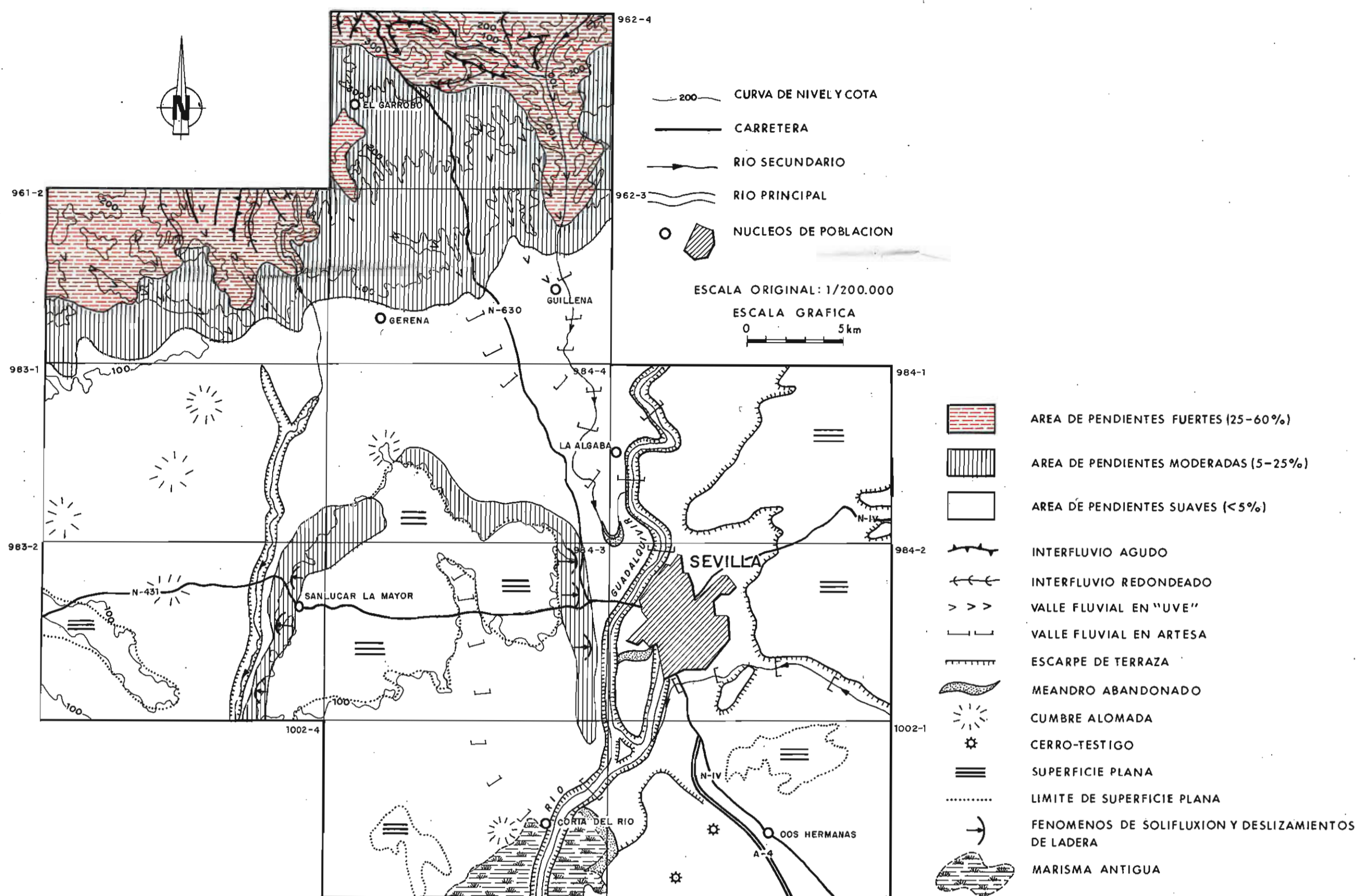
Se han considerado formaciones con problemas de estabilidad de taludes, aquellas en las que bien sea porque el ángulo de estabilidad natural del material es muy tendido, bien porque la formación está integrada por materiales de diferente comportamiento geotécnico, pueden producirse derrumbamientos, desprendimientos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

DRENAJE

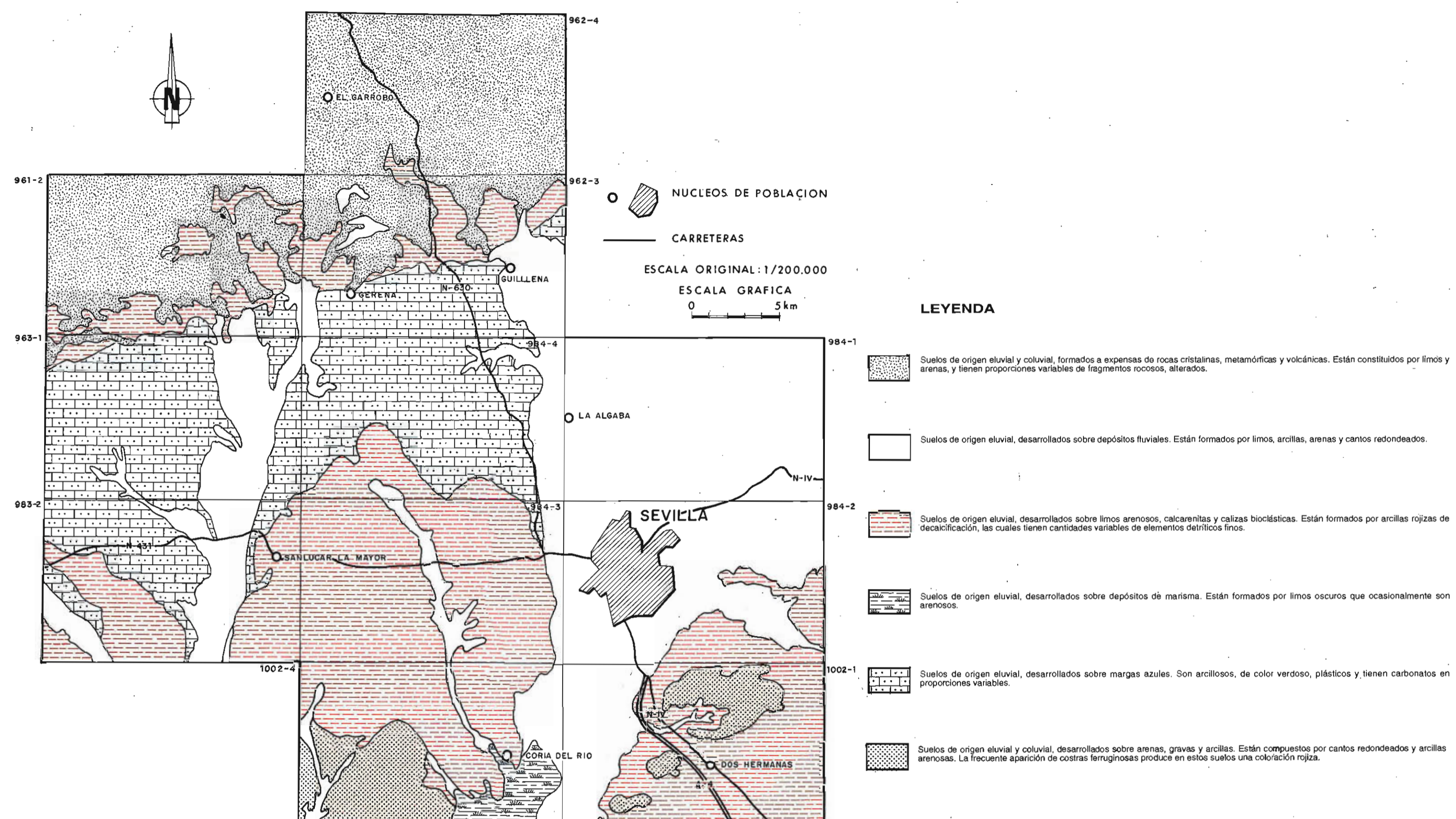
El movimiento superficial y profundo de las aguas de lluvia se reseña en la descripción de las distintas formaciones litológicas. Conviene resaltar que los datos disponibles para una correcta localización de los niveles freáticos del Tramo y sus periódicas variaciones en relación con las distintas épocas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

PLANOS

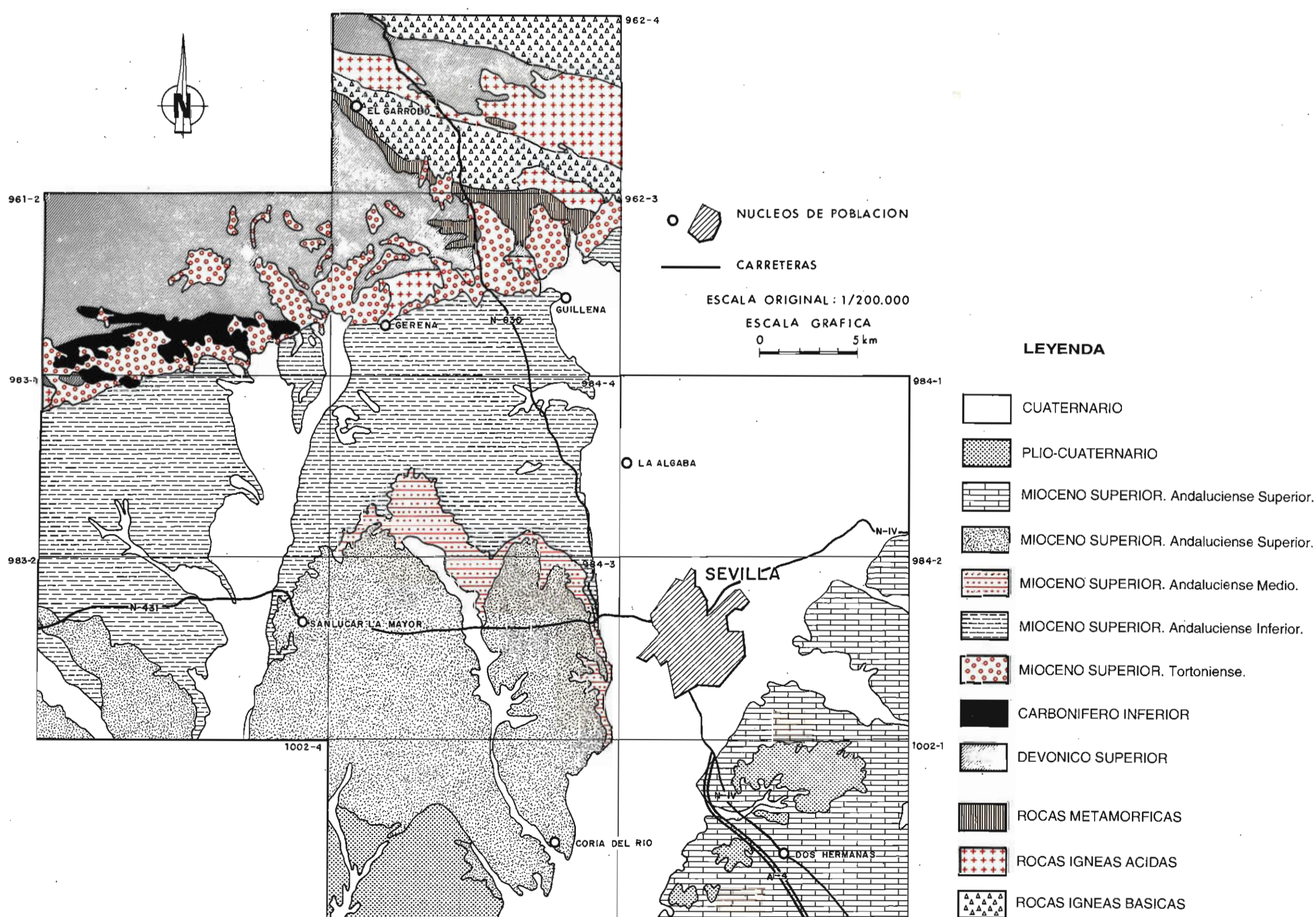
ESQUEMA GEOMORFOLÓGICO
(ESCALA 1:200.000)



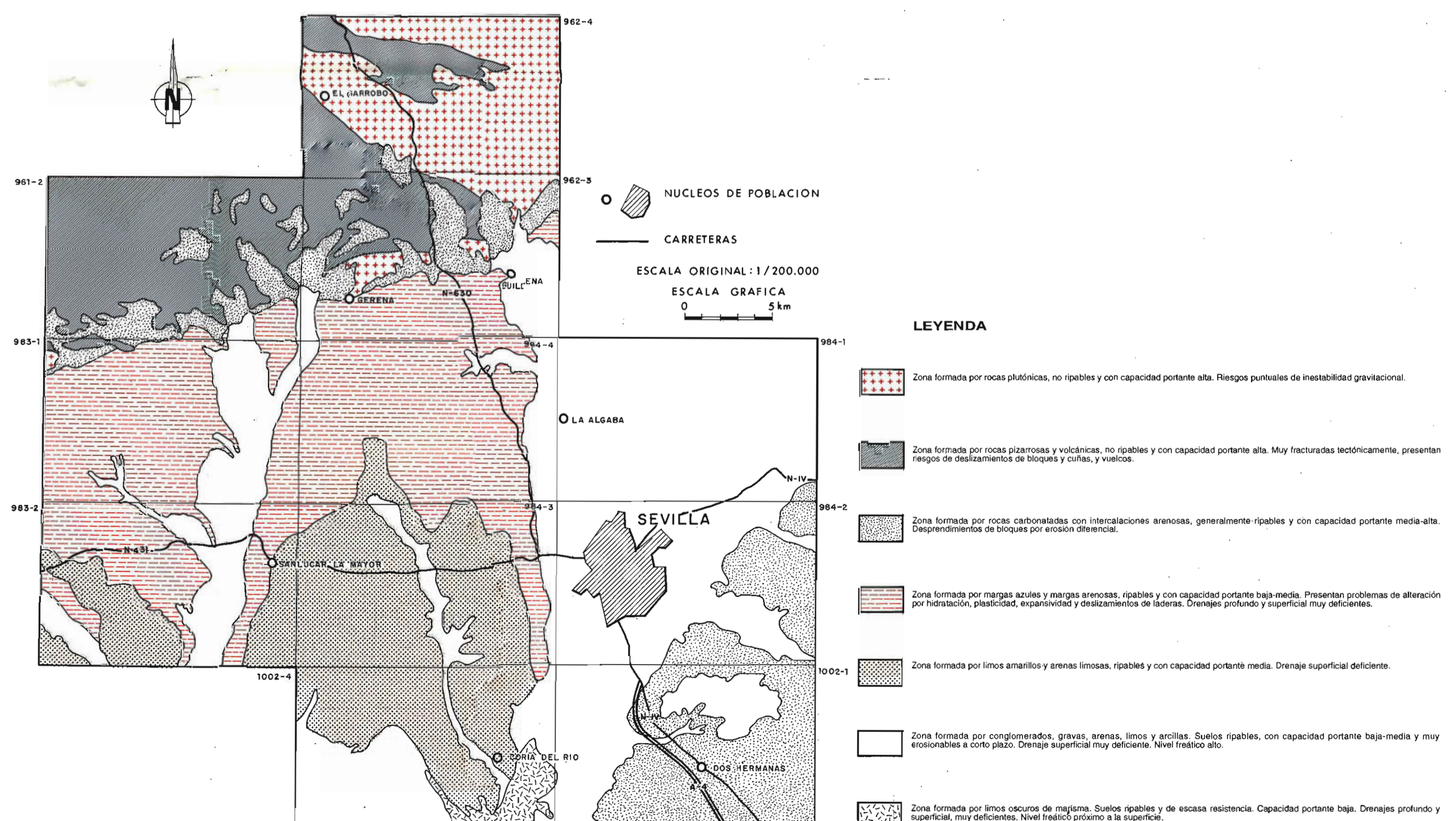
ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR
(ESCALA 1:200.000)



ESQUEMA GEOLOGICO
(ESCALA 1:200.000)



ESQUEMA GEOTECNICO
(ESCALA 1:200.000)



MAPA LITOLOGICO-ESTRUCTURAL
(ESCALA 1:50.000)

SIMBOLOGIA

- CONTACTO LITOLOGICO
- CONTACTO LITOLOGICO SUPUESTO
- FALLA
- DIRECCION Y BUZAMIENTO DE LA ESTRATIFICACION
- DIRECCION Y BUZAMIENTO DE LA ESQUISTOSIDAD
- DESLIZAMIENTO DE LADERA
- CANTERA
- GRAVERA
- ESCOMBRERAS

ABREVIATURAS UTILIZADAS EN LA LEYENDA

- A: Taludes altos, de 20 a 40 m de altura.
- M: Taludes medios, de 5 a 20 m de altura.
- B: Taludes bajos, de menos de 5 m de altura.
- P.a.: Pctencia aproximada.

LEYENDA

DEPOSITOS RECIENTES

- A1 Depósitos aluviales constituidos por arenas arenosas, polvorientas, englobadas en una matriz limo-arenosa, de color marrón claro, que alternan con niveles arenolimosos de potencia reducida. Los depósitos superficiales son arcillosos. Estructura horizontal. Formación erosional. Permeabilidad alta, en los niveles de arena y arena y limo, y baja, en los limos y arcillosos. El drenaje profundo generalmente es fácil y los niveles freáticos están próximos a la superficie. Drenaje superficial difusivo por el escaso granulado y por la baja capacidad de infiltración de los niveles superficiales arcillosos. No se han observado taludes de interés. (Cuaternario. P.a.: 2 m a 4 m).
- T1 Depósitos de terraza constituidos por niveles de gravas, generalmente caudales y englobadas en una matriz arenosa, que alternan con otros de composición arenosa. En superficie aparecen sobre todo limos y arcillosos, de color rojo. Localmente puede existir una conchadura que da lugar a la formación de caliche. Estructura horizontal. Formación erosional, arcillosa y con capacidad portante baja, especialmente en los niveles superficiales arcillosos. Permeabilidad alta, en los niveles de granulación más gruesa, y baja, en los limo-arcillosos. Niveles freáticos altos. Drenaje superficial difusivo por el escaso granulado topográfico y por la escasa capacidad de infiltración de los niveles arcillosos superficiales. Taludes artificiales inestables. (Cuaternario. P.a.: 2 m a 4 m a 10 m).

DEPOSITOS TERCARIOS

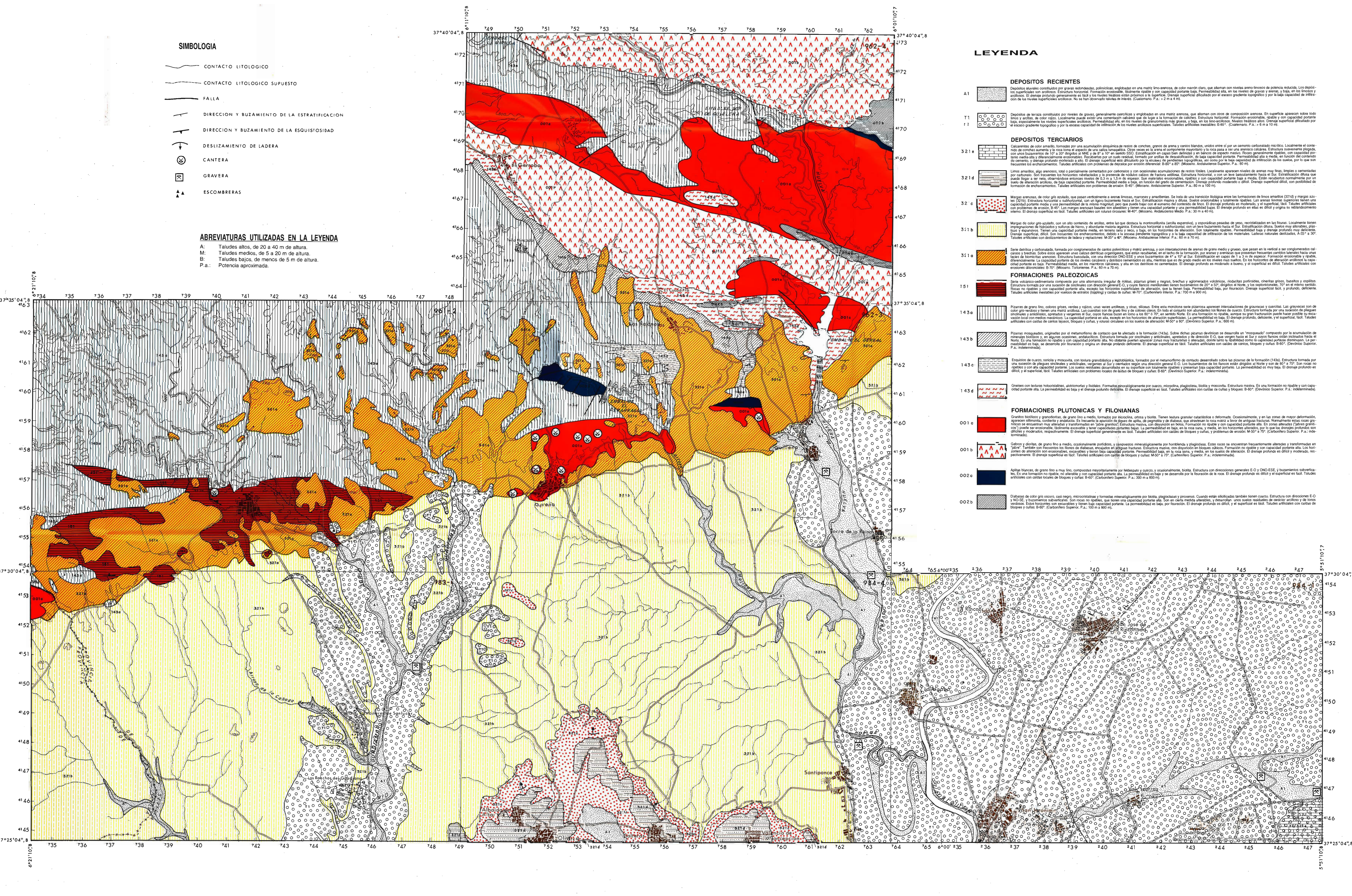
- 321e Líneas amarillentas, algo arenosas, tras el parchamiento cementado por carbonatos y con sedimentos acumulados de restos fósiles. Localmente aparecen niveles de arenas muy finas, limos o cementados por carbonato. Son frecuentes los horizontes debilitados y la presencia de nodulos calizos de fractura astillosa. Estructura horizontal, o con un leve basculamiento hacia el Sur. Estratificación difusa que puede llegar a ser neta. Observados encañamientos de 0,1 m a 1,5 m de espesor. Son materiales erosionales, aptos y con capacidad portante baja a media. Están reducidos normalmente por un sustrato de alteración arcillosa, de baja capacidad portante. Permeabilidad media a baja, en función del grado de cementación. Drenaje profundo moderado a difícil. Drenaje superficial difícil, con posibilidad de formación de encañamientos. Taludes artificiales con problemas de erosión: B-45° (Mioceno. Andaluco Superior. P.a.: 60 m a 100 m).
- 321d Margas arenosas, de color gris azulado, que pasan vertiginosamente a arenas limosas, margosas y amarillentas. Se trata de una transición litológica entre las formaciones de limos amarillos (321h) y margas azules (20h). Estructura horizontal o subhorizontal, con un ligero buzamiento hacia el Sur. Estratificación masiva y fina. Suelos arcillosos y totalmente aptos. Los niveles superiores tienen una capacidad portante media y una permeabilidad de la misma magnitud, pero que puede bajar con el aumento del contenido de limo. El drenaje profundo es moderado, y el superficial, fácil. Taludes artificiales con problemas de erosión. Taludes artificiales con problemas de erosión: M-40° (Mioceno. Andaluco Medio. P.a.: 30 m a 40 m).
- 321c Margas de color rojo azulado, con un alto contenido de arcillas, entre las que destaca la metavelocina (arcilla espesa), y espesuras pasadas de limo, verticalizadas en las finuras. Localmente tienen impregnaciones de hidrocarburos y sulfuros de hierro, y abundante materia orgánica. Estructura horizontal o subhorizontal, con un leve buzamiento hacia el Sur. Estratificación difusa. Suelos muy alterados, limos y arcillosos. Tienen una capacidad portante media, en los horizontes de alteración. Son totalmente aptos. Permeabilidad alta y drenaje profundo muy deficiente. Drenaje superficial, difícil. Son frecuentes los encañamientos, debido a la escasa pendiente topográfica y a la baja capacidad de infiltración de los materiales. Laderas naturales debilitadas, A-25° a 30°. Taludes artificiales con deslizamientos de tierra y rupturas: M-35° a 40° (Mioceno. Andaluco Inferior. P.a.: 50 m a 70 m).
- 321b Serie delgada y carbonatada, formada por conglomerados de cantos polvorientos y matriz arenosa, y por intercalaciones de arenas de grano medio y grueso, que pasan en la vertical a ser conglomerados calcáreos y arenosos. Sobre éstos aparecen unas calizas delgadas y arenosas, que están recubiertas, en todo el conjunto, por abundantes losas de cuarzo. Estructura formada por una sucesión de pliegues sinclinales y anticlinales, apertados y vergados al Sur, cuyos flancos buznan en torno a los 60° a 70°, en sentido Norte. Es una formación no rígida, aunque su gran fracturación puede hacer posible la excavación local con medios mecánicos. La capacidad portante es alta, excepto en los horizontes de alteración superficial. La permeabilidad es baja. El drenaje profundo es difícil, y el superficial, fácil. Taludes artificiales inestables por vuelcos de estratos (toppling) y caídas de culas: M-70° (Devónico Superior. P.a.: 700 m a 800 m).
- 321a Serie delgada y carbonatada, formada por conglomerados de cantos polvorientos y matriz arenosa, y por intercalaciones de arenas de grano medio y grueso, que pasan en la vertical a ser conglomerados calcáreos y arenosos. Sobre éstos aparecen unas calizas delgadas y arenosas, que están recubiertas, en todo el conjunto, por abundantes losas de cuarzo. Estructura formada por una sucesión de pliegues sinclinales y anticlinales, apertados y vergados al Sur, cuyos flancos buznan en torno a los 60° a 70°, en sentido Norte. Es una formación no rígida, aunque su gran fracturación puede hacer posible la excavación local con medios mecánicos. La capacidad portante es alta, excepto en los horizontes de alteración superficial. La permeabilidad es baja. El drenaje profundo es difícil, y el superficial, fácil. Taludes artificiales inestables por vuelcos de estratos (toppling) y caídas de culas: M-70° (Devónico Superior. P.a.: 700 m a 800 m).

FORMACIONES PALEOZOICAS

- 151 Serie peloso-arenosa formada por una alternancia irregular de dolías, pizarras grises y negras, brechas y aglomerados volcánicos, rocas calcáreas, chertitas grises, basaltos y espilitas. Estructura formada por una sucesión de pliegues sinclinales y anticlinales, apertados y vergados al Sur, cuyos flancos buznan en torno a los 60° a 70°, en sentido Norte. Es una formación no rígida y con capacidad portante alta, excepto los horizontes superficiales de alteración, que a su vez tienen una capacidad portante baja, por fracturación. Drenaje superficial fácil, y profundo, deficiente. Taludes artificiales inestables por vuelcos de estratos (toppling) y caídas de culas: M-70° (Carbonífero Inferior. P.a.: 700 m a 800 m).
- 143a Pizarras de grano fino, colores verdes, grises y nublado, unas veces arcillosas, y otras, silíceas. Entre esta monótona serie pizarrosa aparecen intercalaciones de grauwacas y cuarcitas. Las grauwacas son de color gris verdoso y tienen una matriz arcillosa. Las cuarcitas son de grano fino y de colores claros. En todo el conjunto son abundantes los bloques de cuarzo. Estructura formada por una sucesión de pliegues sinclinales y anticlinales, apertados y vergados al Sur, cuyos flancos buznan en torno a los 60° a 70°, en sentido Norte. Es una formación no rígida, aunque su gran fracturación puede hacer posible la excavación local con medios mecánicos. La capacidad portante es alta, excepto en los horizontes de alteración superficial. La permeabilidad es baja. El drenaje profundo es difícil, y el superficial, fácil. Taludes artificiales inestables por vuelcos de estratos (toppling) y caídas de culas: M-70° (Devónico Superior. P.a.: 600 m).
- 143b Pizarras moquetadas, originadas por el metamorfismo de contacto que ha afectado a la formación (143a). Sobre dichas pizarras derivadas se desarrolla un "moquetado" compuesto por la acumulación de minerales biotíticos y en algunas ocasiones, andalucíticos. Estructura formada por sinclinales y anticlinales, apertados y vergados al Sur, cuyos flancos buznan en torno a los 60° a 70°, en sentido Norte. Es una formación no rígida y con capacidad portante alta, excepto los horizontes superficiales de alteración, que a su vez tienen una capacidad portante baja, por fracturación. Drenaje superficial fácil, y profundo, deficiente. Taludes artificiales inestables por vuelcos de estratos (toppling) y caídas de culas: M-70° (Devónico Superior. P.a.: 600 m).
- 143c Esquistos de cuarzo, cordierita y moscovita, con textura granoblástica y leptoblástica, formados por el metamorfismo de contacto desarrollado sobre las pizarras de la formación (143a). Estructura formada por una sucesión de pliegues sinclinales y anticlinales, apertados y vergados al Sur, cuyos flancos buznan en torno a los 60° a 70°, en sentido Norte. Es una formación no rígida y con capacidad portante alta, excepto los horizontes superficiales de alteración, que a su vez tienen una capacidad portante baja, por fracturación. Drenaje superficial fácil, y profundo, deficiente. Taludes artificiales inestables por vuelcos de estratos (toppling) y caídas de culas: M-70° (Devónico Superior. P.a.: 600 m).
- 143d Gneises con textura foliolitiforme, albitomilic y biotítico. Formados geotectónicamente por cuarzo, microclina, plagioclasas, biotita y moscovita. Estructura masiva. Es una formación no rígida y con capacidad portante alta. La permeabilidad es baja y el drenaje profundo delgado. El drenaje superficial es fácil. Taludes artificiales con caídas de culas y bloques: B-60° (Devónico Superior. P.a.: indetermnada).

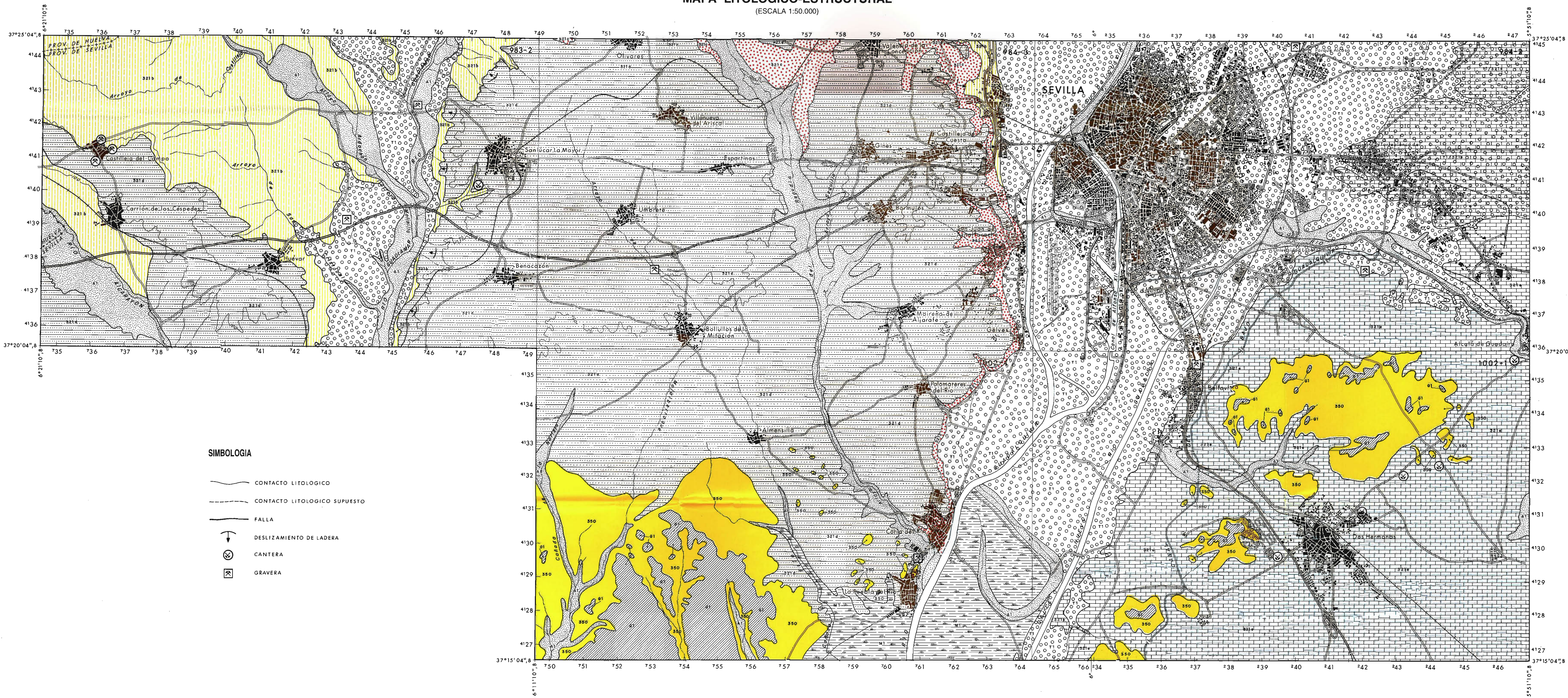
FORMACIONES PLUTONICAS Y FILONIANAS

- 001a Granitos basálticos y granodioritas, de grano fino a medio, formados por microclina, ortosa y biotita. Tienen textura granular calicheada o deformada. Ocasionalmente, y en las zonas de mayor deformación, aparecen filonías, cordierita y andalucita. Es frecuente la aparición de filones de sulfuro, de arseniuro y de grafito, que atraviesan la zona matriz a favor de antiguas fracturas. No obstante, estas rocas graníticas y granodioríticas, respectivamente, son rocas no rígidas y con capacidad portante alta. En zonas alteradas (por las graníticas) o (por las granodioríticas) se forman brechas y arenas. La permeabilidad es alta, en la zona sana, y media, en los bloques alterados. El drenaje profundo es difícil y el superficial, deficiente. Taludes artificiales inestables por vuelcos de estratos (toppling) y caídas de culas: M-50° a 70° (Carbonífero Superior. P.a.: indetermnada).
- 001b Gabros y dioritas, de grano fino a medio, ocasionalmente porfíricos, y compuestos mineralogicamente por hornblenda y plagioclasas. Estas rocas se encuentran frecuentemente alteradas y transformadas en "jabón". También son frecuentes los filones de diabasas, englobados en algunas fracturas. Estructura masiva, con disyunción en bloques calcáreos. Formación no rígida y con capacidad portante alta. Los horizontes de alteración superficial son arcillosos y tienen una capacidad portante baja. La permeabilidad es alta, en la zona sana, y media, en los bloques alterados. El drenaje profundo es difícil y el superficial, deficiente. Taludes artificiales inestables por vuelcos de estratos (toppling) y caídas de culas: M-50° a 70° (Carbonífero Superior. P.a.: indetermnada).
- 002a Aplitas blancas, de grano fino a muy fino, compuestas mayoritariamente por feldespato y cuarzo, y ocasionalmente, biotita. Estructura con direcciones generales E-O y ONO-ESE, y buzamientos subverticales. Es una formación no rígida, no alterada y con capacidad portante alta. La permeabilidad es alta, por fracturación, y se desarrolla por la fracturación de la roca. El drenaje profundo es difícil y el superficial es fácil. Taludes artificiales con caídas locales de bloques y culas: B-60° (Carbonífero Superior. P.a.: 300 m a 600 m).
- 002b Diabasis de color gris oscuro, casi negro, microclinitas y formas mineralogicamente por biotita, plagioclasas y proteroclasas. Cuando están silíceas también tienen cuarzo. Estructura con direcciones E-O y NO-SE, y buzamientos subverticales. Son rocas no rígidas, que tienen una capacidad portante alta. Son en cierta medida alteradas, y desarrollan unos suelos residuales de carácter arcilloso y de tipos arcillosos. Estas rocas son rígidas y tienen una capacidad portante alta. La permeabilidad es baja, por fracturación. El drenaje profundo es difícil y el superficial es fácil. Taludes artificiales con caídas de bloques y culas: B-60° (Carbonífero Superior. P.a.: 100 m a 600 m).



MAPA LITOLOGICO-ESTRUCTURAL

(ESCALA 1:50.000)



SIMBOLOGIA

- CONTACTO LITOLOGICO
- CONTACTO LITOLOGICO SUPUESTO
- FALLA
- DESLIZAMIENTO DE LADERA
- CANTERA
- GRAVERA

LEYENDA

ABREVIATURAS UTILIZADAS EN LA LEYENDA

- A: Taludes altos, de 20 a 40 m de altura.
- M: Taludes medios, de 5 a 20 m de altura.
- B: Taludes bajos, de menos de 5 m de altura.
- P.a.: Potencia aproximada.

DEPOSITOS RECIENTES

- A1 Depósitos aluviales constituidos por gravas redondeadas, polimicticas, englobadas en una matriz limo-arenosa, de color marrón claro, que alternan con niveles arenoso-limosos de potencia reducida. Los depósitos superficiales son aciliosos. Estructura horizontal. Formación erosiva, fácilmente ripable y con capacidad portante baja. Permeabilidad alta, en los niveles de gravas y arenas, y baja, en los limos y arcillosos. El drenaje profundo generalmente es fácil y los niveles freáticos están próximos a la superficie. Drenaje superficial difícil debido por el escaso gradiente topográfico y por la baja capacidad de infiltración de los niveles superficiales arcillosos. No se han observado taludes de erosión. (Cuaternario, P.a.: > 2 m a 4 m)
- T1 Depósitos de terraza constituidos por niveles de gravas, generalmente cuarcíticas y englobadas en una matriz arenosa, que alternan con otros de composición arenosa. En superficie aparecen sobre todo limos y arcillas, de color rojo. Localmente puede existir una cementación cálcica que da lugar a la formación de caliches. Estructura horizontal. Formación erosiva, ripable y con capacidad portante baja, especialmente los niveles superficiales arcillosos. Permeabilidad alta, en los niveles de granulometría más gruesa, y baja, en los limo-arcillosos. Niveles freáticos altos. Drenaje superficial difícil debido por la escasa capacidad de infiltración de los niveles arcillosos superficiales. Taludes artificiales inestables: B-65°. (Cuaternario, P.a.: 6 m a 10 m)
- G1 Depósitos de glacia formados por niveles de conglomerados, de cantos esencialmente cuarcíticos, trabados por una matriz arena-arcillosa y por un cemento carbonatado, entre los que se intercalan capas arenosas y arcillosas con proporciones variables de cantos y de cemento. En la base de la formación existen líneas pasadas de margas verdosas, reaprovechadas. Estructura subhorizontal con un ligero buzamiento dirigido hacia el Sur. Estratificación en capas de geometría lenticular, en las que son muy frecuentes las estructuras cruzadas. Formación erosiva, fácilmente ripable y con capacidad portante media. Permeabilidad alta. Drenaje profundo fact. Drenaje superficial difícil, aunque no se producen encharcamientos debido a la gran capacidad de infiltración que tienen los materiales de esta formación. Taludes artificiales con problemas de erosión: M-50° a 60°. (Cuaternario, P.a.: 20 m)
- M1 Depósitos de mástica constituidos por limos vertosos y margas, de tonos azules, localmente arenosos y con finos niveles de cantos. Estructura horizontal. Suelos de escasa resistencia, y capacidad portante baja. Son erosivos y fácilmente ripables. Niveles freáticos próximos a la superficie. Problemas de drenaje superficial. No han sido observados taludes. (Cuaternario, P.a.: > 3 m)
- 350 Depósitos arenosos con una granulometría muy diversa. Abarcan desde liminos muy finos a muy gruesos, y tienen un cierto contenido de cantos y limos. Estructura subhorizontal, con un ligero buzamiento dirigido hacia el Sur. Estratificación en capas lenticulares, que tienen laminaciones cruzadas. Suelos poco cohesivos, de baja capacidad portante, erosivos y fácilmente ripables. Permeabilidad alta, y drenaje profundo fact. Drenaje superficial difícil, aunque no aparecen encharcamientos, debido a la alta capacidad de infiltración de estas arenas. Taludes artificiales con problemas de erosión: B-45°. (Plio-Cuaternario, P.a.: 20 m)

DEPOSITOS TERCARIOS

- 321 e Calcarenitas de color amarillo, formadas por una acumulación aluvial de restos de conchas, granos de arena y cantos blandos, unidos entre sí por un cemento carbonatado micrítico. Localmente el contenido de conchas aumenta y la roca toma el aspecto de una caliza laminares. Otras veces se ve la arena el componente mayoritario y la roca pasa a ser una arenisca cálcica. Estructura suavemente plegada, con unos buzamientos de 10° a 20° dirigidos al NNE y de 8° a 10° en sentido SSO. Estratificación en capas bien definidas y en bancos de aspecto masivo. Rocas generalmente ripables, con capacidad portante media-alta y diferenciación erosional. Resquebrajadas por un suelo arcilloso formado por arcillas de descalcificación, de baja capacidad portante. Permeabilidad alta a media, en función del contenido de cemento, y drenaje profundo moderado a alto. El drenaje superficial está dificultado por la escasa de pendientes topográficas, así como por la baja capacidad de infiltración de los suelos, por lo que son frecuentes los encharcamientos. Taludes artificiales con problemas de erosión: B-60° a 85°. (Mioceno, Andaluces Superior, P.a.: 50 m)
- 321 d Limas amarillentas, algo arenosas, total o parcialmente cementadas por carbonatos y con ocasionales acumulaciones de restos fósiles. Localmente aparecen niveles de arenas muy finas, limosas o cementadas por carbonato. Son resquebrajadas por fracturas debilitadas, y la presencia de nodulos calchos de fractura asistidos. Estructura horizontal, o con un leve buzamiento hacia el Sur. Estratificación difusa que puede llegar a ser neta, observándose entonces niveles de 1,5 m a 1,5 m de espesor. Son materiales erosivos, ripables y con capacidad portante baja a media. Están resquebrajados normalmente por un suelo de alteración arcillosa, de baja capacidad portante. Permeabilidad media a baja, en función del grado de cementación. Drenaje profundo moderado a difícil. Drenaje superficial difícil, con posibilidad de formación de encharcamientos. Taludes artificiales con problemas de erosión: B-45°. (Mioceno, Andaluces Medio, P.a.: 90 m a 100 m)
- 321 c Margas arenosas, de color gris azulado, que pasan verticalmente a arenas limosas, marrones y amarillentas. Se trata de una transición biológica entre las formaciones de limos amarillos (321d) y margas azules (321b). Estructura horizontal o subhorizontal con un ligero buzamiento hacia el Sur. Estratificación masiva y limosa. Suelos erosivos y totalmente ripables. Las arenas limosas superiores tienen una capacidad portante media y una permeabilidad de la misma magnitud, pero que puede bajar con el aumento del contenido de limos. El drenaje profundo es moderado, y el superficial, fact. Taludes artificiales con problemas de erosión: B-45°. Las margas arenosas basadas son aluviales y tienen una capacidad portante y una permeabilidad bajas. El drenaje profundo en ellas es difícil y origina su reblandecimiento interno. El drenaje superficial es fact. Taludes artificiales con roturas circulares: M-40°. (Mioceno, Andaluces Medio, P.a.: 30 m a 40 m)
- 321 b Margas de color gris azulado, con un alto contenido de arcillas, entre las que destaca la microfibrilosa (arcilla expansiva), y espodisoles pasados de tipo, reconstituidos en las fisuras. Localmente tienen impregnaciones de hidróxidos y sulfuros de hierro, y abundante materia orgánica. Estructura horizontal o subhorizontal, con un leve buzamiento hacia el Sur. Estratificación difusa. Suelos muy abrasivos, plásticos y erosivos. Tienen una capacidad portante media, en terreno sano y seco, y baja, en los horizontes de saturación. Son totalmente ripables. Permeabilidad baja y drenaje profundo muy deficiente. Drenaje superficial, difícil. Son frecuentes los encharcamientos, debido a la escasa pendiente topográfica y a la baja capacidad de infiltración de los materiales. Laderas resquebrajadas, v-25° a 30°. Taludes artificiales con deslizamientos de ladera y resquebrajos: M-35° a 40°. (Mioceno, Andaluces Inferior, P.a.: 60 m a 70 m)



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