

Estudio Previo de Terrenos

Itinerario Ciudad Real-Badajoz
Tramo: Valdivia-Herrera del Duque



**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 Ciudad Real-Badajoz
Tramo: Valdivia-Herrera del Duque



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

ÍNDICE

	Pág.
1. INTRODUCCION	4
2. CARACTERISTICAS GENERALES DEL TRAMO	7
2.1. CLIMATOLOGIA	7
2.2. TOPOGRAFIA	15
2.3. GEOMORFOLOGIA.....	16
2.4. ESTRATIGRAFIA	21
2.5. TECTONICA	22
2.6. SISMICIDAD	24
3. ESTUDIO DE ZONAS	25
3.1. DIVISION DEL TRAMO EN ZONAS DE ESTUDIO.....	25
3.2. ZONA 1: PENILLANURA PRECAMBRICA.....	28
3.2.1. Geomorfología	28
3.2.2. Tectónica.....	30
3.2.3. Columna estratigráfica	33
3.2.4. Grupos litológicos.....	34
3.2.5. Grupos geotécnicos	54
3.2.6. Resumen de los problemas geotécnicos que presenta la Zona 1	57
3.3. ZONA 2: SIERRAS PALEOZOICAS	58
3.3.1. Geomorfología	58
3.3.2. Tectónica.....	62
3.3.3. Columna estratigráfica	66
3.3.4. Grupos litológicos.....	66
3.3.5. Grupos geotécnicos	107
3.3.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona 2	110
3.4. ZONA 3: CUENCA DE LOS RÍOS GARGÁLIGAS Y RUECAS.....	111
3.4.1. Geomorfología	111
3.4.2. Tectónica.....	114
3.4.3. Columna estratigráfica	114
3.4.4. Grupos litológicos.....	115
3.4.5. Grupos geotécnicos	130
3.4.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona 3	131

ÍNDICE (cont.)

	Pág.
4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO	132
4.1. RESUMEN DE LOS PROBLEMAS TOPOGRAFICOS	132
4.2. RESUMEN DE LOS PROBLEMAS HIDROLOGICOS	132
4.3. RESUMEN DE LOS PROBLEMAS LITOLÓGICOS	134
4.4. RESUMEN DE LOS PROBLEMAS GEOMORFOLÓGICOS	134
4.5. RESUMEN DE LOS PROBLEMAS GEOTÉCNICOS	135
4.6. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS.....	137
5. INFORMACION SOBRE YACIMIENTOS	141
5.1. ALCANCE DEL ESTUDIO.....	141
5.2. YACIMIENTOS ROCOSOS.....	141
5.3. YACIMIENTOS GRANULARES	144
5.4. MATERIALES PARA PRESTAMOS	145
5.5. YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON MAS DETALLE	146
6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	148
7. ANEJOS	149
7.1. ANEJO 1: SIMBOLOGÍA UTILIZADA EN LAS COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS	150
7.2. ANEJO 2: CRITERIOS UTILIZADOS EN LAS DESCRIPCIONES GEOTÉCNICAS.....	153

1. INTRODUCCION

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

El Tramo Valdivia - Herrera del Duque está ubicado entre la provincias de Cáceres y Badajoz. (véase su situación en la Figura 1), y comprende las siguientes hojas y cuadrantes del Mapa Topográfico Nacional a escala 1 : 50.000:

Nº	Hoja	Cuadrantes
754	Madrigalejo	1 y 2
755	Navalvillar de Pela	1, 2, 3 y 4
756	Herrera del Duque	4
780	Puebla de Alcocer	1 y 2

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

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

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

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



FIG.1.1. ESQUEMA DE SITUACIÓN DEL TRAMO

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

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

Por último, los capítulos sexto y séptimo se dedican a la bibliografía consultada y a los anejos, respectivamente.

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

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

DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS, Servicio de Geotecnia.

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

D. Jesús Martín Contreras
Licenciado en Ciencias Geológicas

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

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

D. Ricardo Fco. León Buendía
Licenciado en Ciencias Geológicas

D. Carlos León Buendía
Ingeniero de Minas

2. CARACTERISTICAS GENERALES DEL TRAMO

2.1. CLIMATOLOGIA

Para el estudio climatológico del Tramo se han seleccionado las estaciones meteorológicas de Herrera del Duque, Orellana y Talarrubias con un registro termo-pluviométrico anual completo entre los años 1966 - 1997, 1969 - 1997 y 1984 - 1993, respectivamente. Estos períodos se consideran aptos para obtener los valores de los promedios de los datos, denominados "Normales Climatológicas Estandard" según recomienda la organización Meteorológica Mundial para la clasificación meteorológica.

El Tramo de estudio se encuentra situado en la región extremeña, dentro de la comarca del Guadiana, y caracterizado por un clima templado, poco lluvioso con amplias variaciones térmicas estacionales.

Los meses más fríos del año lo constituyen el conjunto de diciembre y enero, siendo enero el más gélido de ambos, con una media mensual entre $7^{\circ}2$ C, de Herrera del Duque, y $7^{\circ}9$ C, de Orellana. El mes más cálido es julio con valores entre $26^{\circ}6$ C, de Orellana, y $27^{\circ}4$ C, de Herrera del Duque. En este sentido, la amplitud térmica anual se eleva a $20^{\circ}2$ C en la estación de Herrera del Duque, y pasa por ser de las más rigurosas de la Península Ibérica. Si se contrastan los datos térmicos de las estaciones de Orellana con los de Herrera del Duque, se observa que los valores de Orellana son más suaves, la amplitud térmica anual es de $18^{\circ}7$ C, $1^{\circ}5$ C menor que la de Herrera del Duque. Esto se puede explicar por el efecto regulador del gran embalse de Orellana y/o a que Herrera del Duque se encuentra a los pies de un área de serrezuelas.

Como se puede observar en la pendiente de la media mensual de las temperaturas de las figuras 2, 3 y 4 en otoño el descenso térmico es mucho más brusco que el paso de la primavera al verano. El mayor descenso de la temperatura se produce entre los meses de septiembre y octubre, con una diferencia térmica media de $5^{\circ}8$ C en las estaciones de Talarrubias y Herrera del Duque. Este rápido descenso se mantiene hasta enero.

La estación meteorológica que registra un índice pluviométrico mayor es la de Herrera del Duque, la más septentrional, y rodeada de sierrezuelas que juegan un importante factor topográfico. En el tramo de estudio, las cantidades anuales de lluvia oscilan entre $502^{\circ}4$ mm, para la estación de Orellana, y $694^{\circ}9$ mm, en Herrera del Duque.

Las lluvias llegan en otoño, y es en invierno donde se registra el máximo porcentaje pluviométrico. El descenso comienza en primavera, pero en el mes de abril se registra un pequeño máximo de precipitaciones que va disminuyendo paulatinamente hasta el verano.

El mes más lluvioso es diciembre con 102'4 mm de media mensual en Herrera del Duque, 75'2 mm en Talarrubias y 67'4 mm en Orellana. El mes con menos precipitaciones es julio, donde se recogen 4'2 mm de media mensual en Orellana, 5'8 mm en Talarrubias y 9'5 mm en Herrera del Duque, alcanzándose en este mes el máximo estival. El período seco abarca desde Junio a Septiembre, definido por precipitaciones mensuales medias menores a 30 mm.

El carácter torrencial de las precipitaciones de principio y final del período seco se hace patente en la estación de Herrera del Duque (la más completa), con dos máximos muy claros en junio y septiembre con 14 y 11 días de tormenta respectivamente. Un dato a tener en cuenta es la precipitación máxima en 24 horas, por su incidencia en obras civiles. En la estación de Talarrubias, el valor máximo mensual de la precipitación máxima en 24 horas se registra en agosto con 72 mm, y tan sólo posee 0'96 días de media de lluvia al mes. Es decir, que en una tormenta estival, se puede descargar toda la precipitación de un mes de invierno. Este datos da una idea muy clara del tipo de precipitación (gota fría) que se puede dar en el Tramo, y debería tenerse muy en cuenta en el dimensionamiento y ubicación geográfica de las obras a realizar.

FIGURA 2
DATOS PLUVIOMÉTRICOS DE LA ESTACIÓN DE HERRERA DEL DUQUE 1966 – 1997

DATOS DE PRECIPITACIÓN

	Total mensual	Máx. 24 horas	Días lluvia	Días nieve	Días tormenta	Días de niebla	Días escarcha
ENERO	95,2	77	69.063	0	0.03125	17.188	28.438
FEBRERO	94,3	75,8	6.375	0	0.09375	10.625	1.125
MARZO	50,5	47	4.25	0	0.34375	0.25	0.125
ABRIL	66,8	59,3	64.375	0	0.6875	0.125	0
MAYO	54,4	53,5	60.938	0	1.125	0.15625	0
JUNIO	32,7	44	3.625	0	14.375	0	0
JULIO	10	50	13.438	0	1.125	0	0
AGOSTO	11,4	65	1.25	0	0.9375	0	0
SEPTIEMBRE	25,8	40,8	28.125	0	11.563	0.0625	0
OCTUBRE	63,3	54,4	61.875	0	0.3125	0.40625	0
NOVIEMBRE	88,6	73	66.563	0	0.15625	13.438	0.3125
DICIEMBRE	102,4	62,4	6.125	0	0.15625	23.125	16.563

Prec. media anual	694,9
-------------------	-------

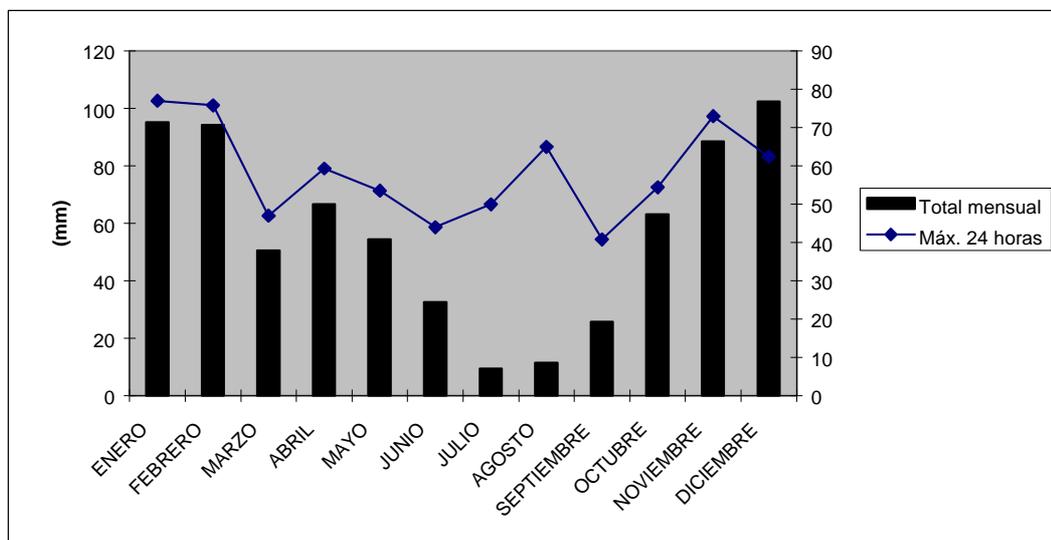


FIGURA 2
DATOS PLUVIOMÉTRICOS DE LA ESTACIÓN DE HERRERA DEL DUQUE 1966 – 1997

DATOS DE TEMPERATURA

	Extr. de máxima	Media de máxima	Extr. de mínima	Media de mínima	Media mensual
ENERO	20,4	11,8	-5,2	2,5	7,2
FEBRERO	24	13,8	-5	3,6	8,7
MARZO	27,8	17,7	-4	5,5	11,6
ABRIL	32	19,9	-1	7,6	13,8
MAYO	36	24,2	2	11,1	17,6
JUNIO	43,4	30,2	6	15,7	22,9
JULIO	45	35,5	9,6	19,4	27,4
AGOSTO	44	34,6	10,2	18,8	26,7
SEPTIEMBRE	44	30	7	15,8	22,9
OCTUBRE	34,2	23,1	1,2	11,2	17,1
NOVIEMBRE	29	17,1	-3	6,5	11,8
DICIEMBRE	20,6	12,4	-5	3,4	7,9

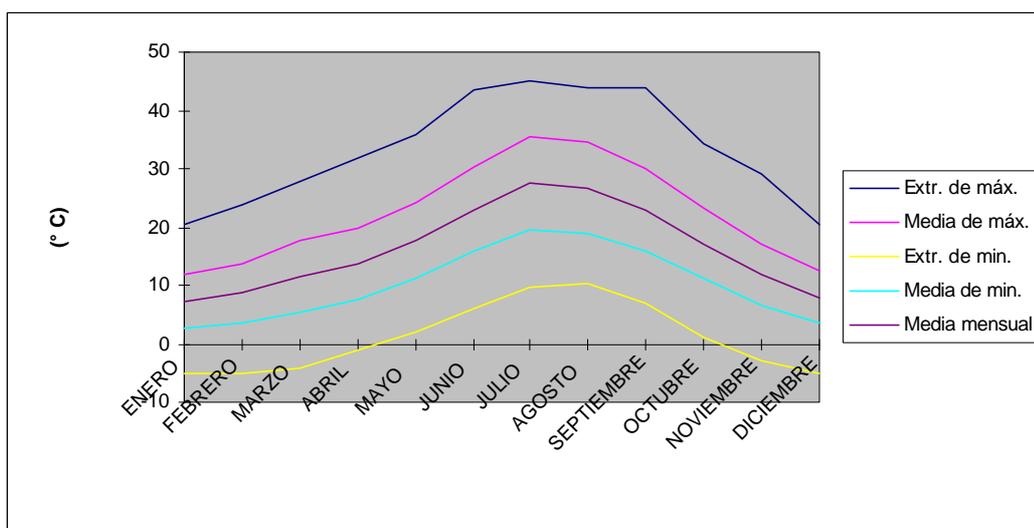


FIGURA 3
 DATOS PLUVIOMÉTRICOS DE LA ESTACIÓN DE ORELLANA 1969 – 1997

DATOS DE PRECIPITACIÓN

	Total mensual	Máxima 24 horas	Días nieve	Días escarcha
ENERO	61,5	45	0	0
FEBRERO	66	36	0	0
MARZO	45,8	40	0	0
ABRIL	46,2	31	0	0
MAYO	39,6	27	0	0
JUNIO	27,8	50	0	0
JULIO	4,2	11	0	0
AGOSTO	12,5	53	0	0
SEPTIEMBRE	22,2	33	0	0
OCTUBRE	48,1	56	0	0
NOVIEMBRE	60,9	40	0	0
DICIEMBRE	67,4	38	0	0
Prec. media anual	502			

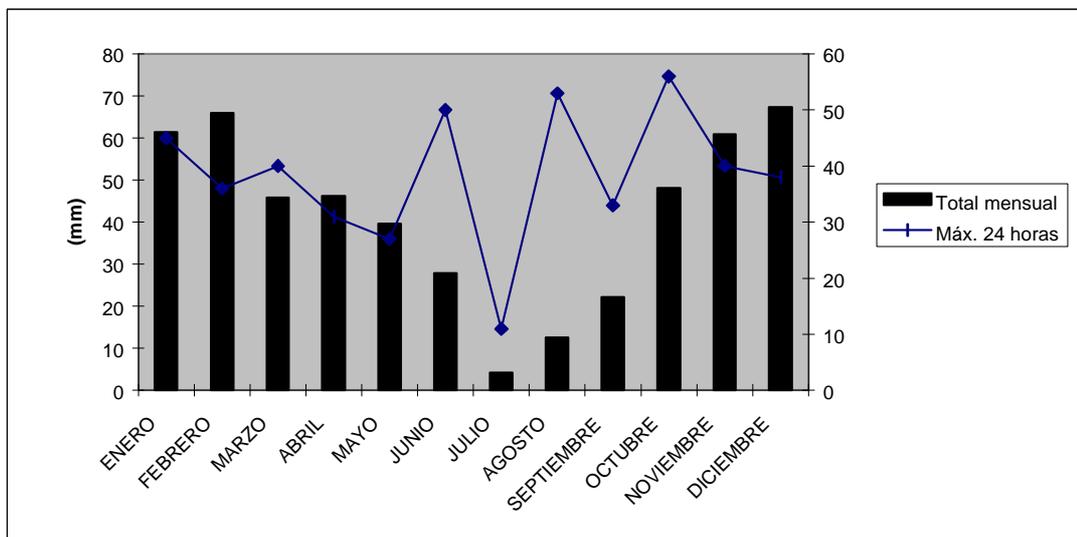


FIGURA 3
 DATOS PLUVIOMÉTRICOS DE LA ESTACIÓN DE ORELLANA 1969 – 1997

DATOS DE TEMPERATURA

	Extr. de máxima	Media de máxima	Extr. de mínima	Media de mínima	Media mensual
ENERO	30	12,4	-7	3,4	7,9
FEBRERO	30	13,9	-5	4,2	9
MARZO	34	17,9	-4	5,9	11,9
ABRIL	34	20,1	-4	8	14
MAYO	39	24,8	2	10,9	17,9
JUNIO	42	30,5	7	15,3	22,9
JULIO	43	34,4	9	18,9	26,6
AGOSTO	44	33	6	17,8	25,4
SEPTIEMBRE	40	29,1	5	15,2	22,2
OCTUBRE	38	22,8	0	11,1	16,9
NOVIEMBRE	33	16,4	-3	6,8	11,6
DICIEMBRE	28	12,5	-9	4	8,2

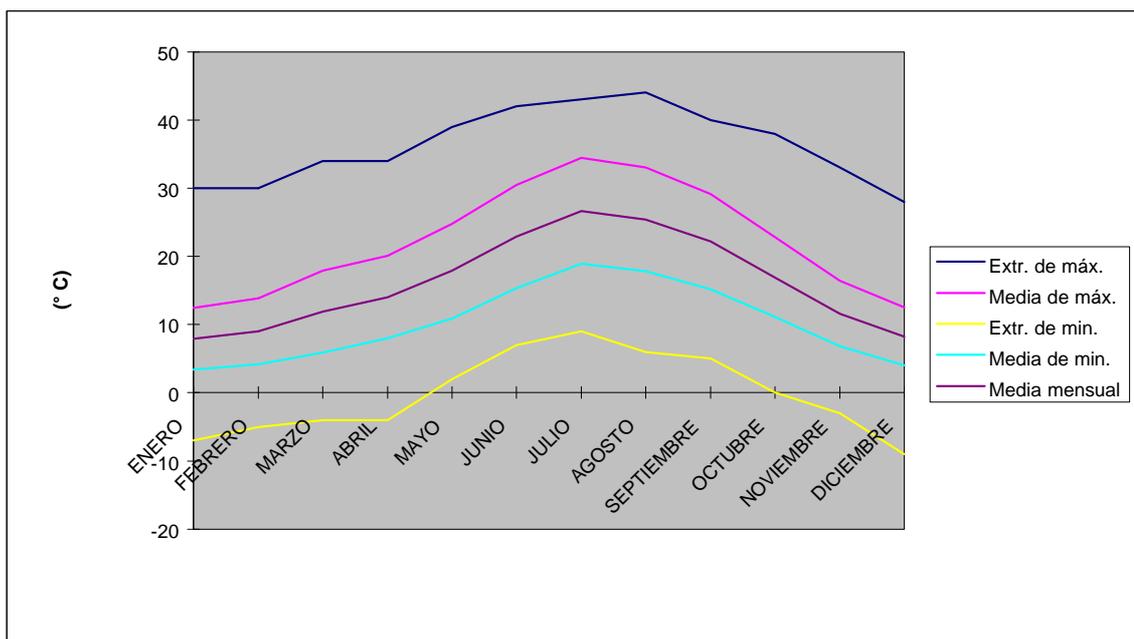
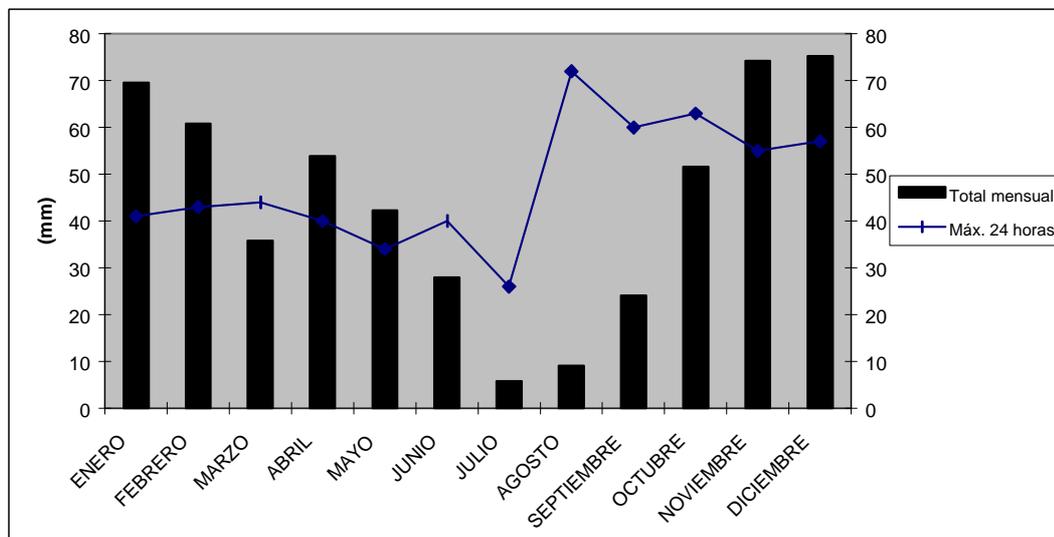


FIGURA 4
 DATOS PLUVIOMÉTRICOS DE LA ESTACIÓN DE TALARRUBIAS 1984 – 1993

DATOS DE PRECIPITACIONES

	Total mensual	Máxima 24 horas	Días lluvia	Días nieve	Días escarcha
ENERO	69,6	41	6,15	1	0
FEBRERO	60,8	43	5,59	0	0
MARZO	35,8	44	4,09	0	0
ABRIL	53,8	40	5,31	0	0
MAYO	42,3	34	5,37	0	0
JUNIO	27,9	40	3,12	0	0
JULIO	5,8	26	1,18	0	0
AGOSTO	9,1	72	0,96	0	0
SEPTIEMBRE	24,1	60	2,53	0	0
OCTUBRE	51,6	63	5,65	0	0
NOVIEMBRE	74,2	55	5,75	0	0
DICIEMBRE	75,2	57	6,4	0	0

Prec. media anual	530,2
-------------------	-------



2.2. TOPOGRAFIA

El territorio ocupado por el Tramo de estudio queda incluido en lo que Hernández Pacheco (1960) denominó como Vegas Altas del Guadiana, de dirección NE-SO. Se trata de un territorio dominado por terrenos peneplanizados y disectados por una red fluvial no muy profundamente encajada, salvo en los cursos fluviales principales, Guadiana y Cijara. Esto da como resultado la creación de un relieve alomado con interfluvios planos. Sobre este territorio, que se alza entre los 250 y 750 metros, destaca una serie de sierras, de agreste paisaje, que se suelen orientar en la dirección NO-SE. Estas sierras se constituyen unas veces como una sola alineación de cumbres, como puede ser el caso de las sierras del Castillo y Lares al sur de la Puebla de Alcocer, y otras como alineaciones paralelas que dejan valles entre sí, en las que a su vez puede darse una subdivisión en valles más estrechos por la intercalación de cuerdas de menor elevación paralelas a la sierras principales. Este es el caso del área comprendida entre la sierra de los Golondrinos y su prolongación en la sierra de la Consolación, que conforma su flanco norte, en cuyas cumbres se sitúa el vértice del Romquillo con 756 metros, y la sierra de la Chimenea, prolongada por la sierra del Escorial que conforma el flanco sur, en donde se da la elevación más alta del Tramo (773 metros en el vértice Santa Catalina). Entre ambas alineaciones montañosas situadas en el ángulo noreste del Tramo, orientadas de NO a SE y separadas entre sí unos 5 kilómetros, se intercalan una serie de sierras menores “cordelles” que dejan entre sí valles por donde discurren arroyos como los de Valdenmedio y Valmayor. Estos arroyos van a desembocar al embalse de García Sola, cuya cerrada interrumpe el curso de río Guadiana en el tajo que, en las sierras del flanco sur, efectúa este cauce fluvial al atravesarlas más o menos perpendicularmente.

Otro conjunto de sierras, como las nucleadas sobre la sierra de Pela en la esquina suroeste del Tramo, rompen con la dirección normal NO-SE para configurarse en formas arqueadas semicirculares, o elípticas abiertas hacia el norte. El punto más elevado de estas sierras se sitúa en el vértice Sierra Morena de la sierra de Pela con 724 metros.

Las sierras enlazan con las superficies peneplanizadas y alomadas, mediante laderas que arrancan con fuertes pendientes desde las agrestes cresterías y escarpes que conforman los interfluvios serranos. Estas pendientes se van suavizando a medida que descienden, para llegar a enlazar casi sin solución de continuidad, en muchas ocasiones, con los restos de la plataforma disectada heredada de la peneplanización terciaria.

2.3. GEOMORFOLOGIA

Desde el punto de vista geológico, el territorio ocupado por el Tramo en estudio, se inscribe en la zona Centro-Ibérica del Macizo Hespérico, cuyo complejo litológico más característico es el esquisto-grauváquico. Este, aflora en amplios anticlinorios y constituye normalmente terrenos de suaves lomas con interfluvios planos, o suavemente tendidos, constituyendo el relieve básico del Tramo. Es decir, una penillanura disectada por las redes fluviales de los ríos Guadiana y Zujar, cuyos valles se encuentran ocupados por los amplios embalses de Orellana y García Sola, y Zujar y La Serena respectivamente. (Foto 1).

Sobre esta peneplanicie se elevan una serie de sierras agrestes conformadas por las estrechas bandas de sinclinales paleozoicos en cuyos núcleos afloran las cuarcitas ordovícicas de Arenig, que han actuado como el esqueleto duro que ha resistido al proceso de denudación de los materiales paleozoicos. Estas sierras se constituyen como relieves invertidos apalachienses orientados normalmente en la dirección hercínica NO-SE tal y como ocurre con las sierras situadas en la mitad este del Tramo (sierras de la Chimenea, Escorial y Golondrinos). En otros casos, como consecuencia de inflexiones muy importantes en los ejes de plegamiento, que llegan a tomar direcciones norteadas y dan lugar a cierres periclinales de las estructuras paleozoicas, las sierras se configuran como relieves invertidos con formas circulares o elípticas que se abren al norte. Este es el caso de la sierra de Pela a cuyo pie se localiza la población de Orellana la Vieja.

Además de las sierras paleozoicas y los terrenos peneplanizados del complejo esquisto-grauváquico, el esquema geomorfológico del Tramo se completa con un área asociada a terrenos de edad terciaria y cuaternaria que conforman un paisaje de suave morfología en amplias zonas de vegas asociadas a los cursos de los ríos Gargáligas y Ruecas.

Los depósitos que se superponen al zócalo precámbrico paleozoico, forman una epidermis sedimentaria que, salvo en el sector ocupado por la cuenca de los ríos Gargáligas y Ruecas, constituyen una ligera cubierta que difícilmente superan los 3 metros de espesor.



Foto 1. Panorama de la zona de estudio desde el castillo de la Puebla de Alcocer, situado en la sierra del Castillo. A la derecha de la foto la población de Puebla de Alcocer, y a la izquierda la de esparragosa de Lares. Ocupando la mayor parte de la foto, la penillanura precámbrica constituida por la serie esquisto-grauváquica. Esta se encuentra disectada a la derecha por el río Gadiana (embalses de Orellana y García sola), y a la izquierda por el curso del río Zujar (embalses de Zujar y la Serena, fuera de la fotografía).

La evolución geomorfológica del área de estudio arranca en el paleógeno, donde se elabora una superficie erosiva que se localiza actualmente en las elevaciones montañosas del borde meridional de la cuenca. Se trata de superficies que culminan cumbres en las alineaciones montañosas. La posterior fracturación de esta superficie, al final del paleógeno, creó un sistema de umbrales y surcos que sirvió para delimitar las cuencas interiores del Macizo Hespérico y los sectores de aporte.

Al final del relleno de las cuencas interiores se produce una reactivación tectónica del zócalo conocida como “fase iberomanchea”, causante principal del rejuvenecimiento del relieve. A consecuencia de ella los depósitos neógenos sufren dislocaciones y son erosionados a la vez que se labra una nueva superficie erosiva sobre la que se depositan materiales de aluvión que constituyen lo que se conoce como rañas.

Durante el cuaternario, el encajamiento de la red fluvial sobre la superficie de la raña, que colmata las cuencas interiores apoyándose indistintamente sobre el substrato precámbrico - paleozoico y neógeno, va creando toda una serie de plataformas escalonadas, a veces en imperceptible descenso de nivel, que van heredando los materiales aluviales del depósito primigenio e incorporando otros en razón de las áreas de erosión.

Un elemento muy importante en el proceso geomorfológico desde el Mesozoico a la actualidad, lo constituye el factor alteración en los materiales del zócalo precámbrico. En diversas épocas en el transcurso de los tiempos mencionados, especialmente durante la fase paleógena y la que dará lugar posteriormente a la deposición de la raña, el clima favoreció la creación de un manto de alteración profunda y creó depósitos de tipo lateritas. La erosión de estos materiales alterados y su transporte a las cuencas creadas durante el neógeno dan lugar a una serie sedimentaria, caracterizada por el predominio de sedimentos arcillosos de tonos variolados entre los que se intercalan horizontes detríticos más gruesos.

Los terrenos de alteración más profunda están normalmente asociados a las áreas circundantes a las sierras paleozoicas. El manto de alteración es extraordinariamente penetrativo en los sectores de alto diastrofismo y las zonas ocupadas por los materiales paleozoicos y en especial en las zonas de contacto de las series cuarcíticas con las pizarras del Precámbrico o Cámbrico - Tremadoc. Así, es muy frecuente encontrar en estas áreas pizarras profundamente caolinizadas, brechas cuarcíticas (en donde la matriz es una arcilla ferruginosa muy plástica y los cantos de cuarcita han sido transformados en cantos de arenisca deleznable), o formaciones de brechas y conglomerados en la base del neógeno, en la raña y en coluviones más antiguos, en donde los fenómenos de arenización y rubefacción son muy intensos.

En relación con estas superficies de alteración, en las laderas de las sierras paleozoicas, se han desarrollado durante el cuaternario fenómenos de inestabilidad gravitacional que han implicado a amplias áreas y que en la actualidad permanecen en un estadio latente y circunstancialmente activo.

La naturaleza impermeable, tanto del manto de alteración como del complejo estratigráfico esquisto - grauváquico del precámbrico, sobre los que se apoya y encajan los relieves estructurales invertidos paleozoicos, es la causa de la abundancia de manantiales al pie de las sierras, en donde tienen su frente el manto de derrubios. Estos mantos arrancan de las agrestes cresterías cuarcíticas del arenig donde recubren, sin solución práctica de continuidad, toda la ladera. Estas aguas, por otra parte, contribuyen substancialmente en la actividad de los procesos inestables de las vertientes.

Los procesos geomorfológicos relacionados con la dinámica fluvial son muy importantes en el Tramo. Por una parte, la amplitud que adquieren las llanuras aluviales de inundación de algunos ríos como el Gargáligas y Rucas supone la ocupación por la aguas, en tiempos de avenidas, de áreas de territorio muy amplias. Por otra parte, el carácter impermeable del zócalo precámbrico, que mayoritariamente ocupa el Tramo de estudio, junto con los materiales de naturaleza arcillosa neógenos, determina que en los territorios de superficies llanas, que son muchos, (superficies de erosión y acumulación de las rañas y glacia) los fenómenos de inundación y encharcamiento del terreno sea la norma en las épocas húmedas. Esto hace que proliferen las pequeñas y medianas lagunas endorreicas sobre las citadas superficies. La erosión es un fenómeno incisivo en las laderas creadas por las formaciones neógenas y plio-cuaternarias.

En relación con los procesos de la dinámica fluvial apuntados, se han producido, en estos últimos años de fuertes lluvias en la región, impactos muy importantes en las estructuras urbanas y agrícolas, que fueron creadas en las vegas de inundación al calor de los planes de regadío propiciados por la construcción de los grandes embalses de los ríos Guadiana y Zujar. La ubicación de poblaciones como Gargáligas, en la llanura de inundación del río de mismo nombre, constituye sin duda un error muy claro de diseño en el plan de ordenación urbano.

COLUMNA	GRUPO LITOLÓGICO	GRUPO GEOTÉCNICO	DESCRIPCIÓN	EDAD
	A1,a1	G1	ALUVIAL	CUATERNARIO
	A2,a2	G2	FONDOS DE VALLE	CUATERNARIO
	At	G3	TERRAZA ALUVIAL O LLANURA DE INUNDACION	CUATERNARIO
	l	G3	LAGUNAS	CUATERNARIO
	T,t	G5	TERRAZAS	CUATERNARIO
	C1,c1	G4	COLUVIALES DE SIERRA	CUATERNARIO
	C2,c2	G2	COLUVIALES DE PENILLANURA	CUATERNARIO
	D,d	G5	CONOS DE DEYECCION	CUATERNARIO
	g	G5	NIVELES DE GLACIS	PLIO-CUATERN.
	350	G5	RAÑA	PLIO-CUATERN.
	321a	G7	ARCILLAS GRIS VERDOSAS	TERCIARIO
	321b	G7	ARENISCAS, ARENAS, ARCILLAS Y LOCALMENTE CONGLOMERADOS	TERCIARIO
	v	G6	ELUVIALES Y MANTOS DE ALTERACION	MESOZOICO
	142	G9	CUARCITAS Y ARENISCAS	DEVÓNICO
	001	G12	DIABASAS	TARDI-HERCINICO
	141c	G8	CALIZAS	DEVÓNICO INF.
	141b	G8	CUARCITAS, ARENISCAS Y CALIZAS	DEVÓNICO
	141a	G9	CUARCITAS Y PIZARRAS	DEVÓNICO INF.
	132	G8	PIZARRAS NEGRAS. Y PIZARRAS, ARENISCAS Y CUARCITAS	SILÚRICO
	123c	G9	GRAUVACAS Y CUARCITAS	ASHG. - LLANDO.
	123b	G8	PIZARRAS DE CANTERA	CARADOC
	123a	G9	CUARCITAS, ARENISCAS Y PIZARRAS	CARADOC
	122c	G10	ARENISCAS MICACEAS, CUARCITAS Y PIZARRAS	LLANDEILO
	122b	G10	ARENISCAS, CUARCITAS Y PIZARRAS	LLANDEILO
	122a	G8	PIZARRAS	LLANVIR. - LLANDE.
	121c	G10	ARENISCAS, ARENISCAS MICACEAS, CUARCITAS Y PIZARRAS	ARENIG - LLANVIR.
	121b	G9	CUARCITAS	ARENIG
	121a	G10	CUARCITAS, ARENISCAS, PIZARRAS, LIMOLITAS Y CONGLOMERADOS	TREMADOC
	010b	G11	PIZARRAS, GRAUVACAS, ARENISCAS, ESQUISTOS Y CALIZAS	PRECAMBRICO
	010c	G9	CUARCITAS Y CONGLOMERADOS	PRECAMBRICO
	010a	G11	PIZARRAS Y GRAUVACAS	PRECAMBRICO

FIGURA 5. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA GENERAL DEL TRAMO DE ESTUDIO

2.4. ESTRATIGRAFIA

Los materiales que afloran en el Tramo pertenecen al Precámbrico, Paleozoico, Terciario y Cuaternario. (Figura 5).

El precámbrico está representado ampliamente por el “Complejo Esquisto - Grauváquico” que cubre gran parte del área de estudio. Se trata en general de una serie muy potente estructurada en anticlinorios y sinclinorios. Presenta una litología bastante monótona, en la que los estratos más duros de conglomerados cuarcíticos, grauvacas compactas y numerosos dique de cuarzo que tanto abundan en la serie, destacan sobre un terreno pe-neplanizado.

El paleozoico, relegado a las sierras que se alzan sobre la penillanura tallada en los materiales precámbricos, está registrado desde el Tremadoc hasta el Devónico. Las series representadas se corresponden en gran parte con facies de plataforma poco profunda. La serie comienza con una potente formación detrítica de tipo rítmica formada por cuarcitas, areniscas, limolitas y pizarras, existiendo a muro de la misma niveles intercalados de conglomerados y areniscas conglomeráticas. Estos niveles se atribuyen al Tremadoc, que está pobremente representado en la zona de estudio. Los sigue un potente paquete de 200 - 300 metros de cuarcitas del Arenig “Cuarcita Armoricana”, a las que se les superpone una serie alternante de areniscas, cuarcitas y pizarras del Arenig - Llanvirniense cuyo espesor se estima en 150 - 200 metros. Sobre dicha alternancia yace una potente serie de pizarras, “pizarras de Calymene”, que puede llegar a 300 metros de potencia. El ordovícico termina con dos niveles muy característicos en el relieve: las cuarcitas de Botella del Llandeilo - Caradoc, y las pizarras de cantera del Caradoc.

Entre el Ordovícico y el silúrico se encuentra el grupo litológico (123c). La base de este grupo pertenece al Ordovícico, mientras que el resto, denominado en la bibliografía como “cuarcitas de criaddero”, pertenece al Silúrico (Llandovery). El resto del Silúrico es eminentemente pizarroso y potente (400 - 500 metros) y abarca desde el Llandovery (Silúrico inferior) hasta el Gedinense (Devónico inferior).

El Devónico comienza con una serie alternante detrítica, de potencia muy variable, de cuarcitas y areniscas, con pizarras: la “Cuarcita de Base” (Gediniense superior - Siediniense). Sobre esta serie, yace otra muy potente (220 metros) de pizarras con intercalaciones de areniscas y calizas, a muro, y de areniscas a techo.

El Plioceno y Pliocuatnario está constituido por los depósitos arcillosos y arenosos de las cuencas terciarias, y conglomeráticos de los diferentes niveles de rañas.

Por último, el cuaternario está representado por abanicos aluviales, coluviales y las terrazas y aluviales de los principales cursos fluviales.

2.5. TECTONICA

El Tramo se sitúa en la zona Centroibérica de Julivert et al, (1972). En la zonación clásica de Lotze (1945) pertenece a la Luso-Occidental-Alcudiense. Los materiales más antiguos que integran el territorio son de edad Precámbrica. Sobre ellos se dispone el Ordovícico de forma discordante. En algunos lugares del área del estudio la sucesión paleozoica alcanza hasta el Devónico superior.

Los episodios de deformación detectados dentro del Tramo corresponden a tres ciclos orogénicos distintos: Pre-hercínico, Hercínico y Alpino. Los dos primeros dieron lugar, en fases diversas, al plegamiento, fracturación y esquistosidad que caracterizaron a los materiales del zócalo precámbrico-paleozoico, que aflora en la superficie del Tramo de forma mayoritaria, correspondiendo al Precámbrico la supremacía territorial.

La estructura principal es de edad hercínica, aunque durante el Precámbrico superior y Cámbrico, tuvieron lugar etapas de diastrofismo que se manifiestan actualmente como discordancias en el registro estratigráfico. La estructura regional consiste en pliegues de dirección NO-SE y E-O con recorridos kilométricos afectados en mayor o menor grado por deformaciones tardías.

Estructuras Pre-hercínicas

De acuerdo con los datos bibliográficos obtenidos en estudios de las áreas precámbricas dentro y fuera del Tramo de estudio, parece existir un episodio de plegamiento intraprecámbrico generalizado, que daría lugar a una discordancia angular observada entre los materiales detrítico carbonatados del Vendense y su substrato.

Por otra parte, el paralelismo detectado entre los materiales del precámbrico situados por encima de la discordancia intraprecámbrica mencionada y los ordovícicos, confieren a la discordancia Sárdica, que los separa, un carácter eminentemente erosivo, asociado a un proceso de transgresión y sin deformaciones importantes. Consecuencia de ello es el hecho de que la base del Paleozoico se apoye indistintamente sobre los diferentes materiales de las series precámbricas, pudiendo darse una discordancia angular, cuando el apoyo se realiza en los materiales situados por debajo de la discordancia intraprecámbrica.

La ausencia de esquistosidad asociada al plegamiento intra-precámbrico observado, no permite precisar las características geométricas de las estructuras creadas, e indica que debió tratarse de un plegamiento suave. El plegamiento hercínico modificó la geometría y posición de los elementos estructurales.

Estructuras hercínicas

La deformación debida al plegamiento hercínico es la principal responsable de las estructuras existentes en la zona.

La primera fase Hercínica, que es la principal, es una fase compresiva que origina pliegues, esquistosidad, cabalgamientos y fallas.

Los pliegues regionales tienen dirección ONO-ESE a E-O. Estos pliegues presentan inmersiones de 20° - 30° e incluso mucho mayores por efectos de deformaciones tardías, aunque originalmente es probable que se tratara de pliegues cilíndricos. Los planos axiales son subverticales o ligeramente vergentes hacia el Sur. La geometría de los pliegues mayores de esta fase está muy modificada por el plegamiento y fracturación posterior.

Los pliegues de los niveles constitutivos por alternancias suelen ser abiertos, angulosos, con flancos rectos y charnelas agudas. Los constitutivos en pizarras suelen ser más apretados.

La segunda fase de deformación hercínica se caracteriza por las modificaciones que soportarán, en consecuencia, las estructuras creadas en la primera fase de deformación. Esta fase va a originar macropliegues de rumbo NE-SO, cruzados con respecto a los anteriores, circunstancia que dará lugar a la formación de domos y cubetas.

La fracturación tardihercínica que afecta a los afloramientos del Tramo se apartan del modelo convencional de fracturación tardihercínica establecido para la mayor parte del Macizo Hespérico.

Las fallas más antiguas parecen ser las de rumbo ONO-ESE (N100°E). Son subparalelas a los pliegues de primera fase y su componente principal es inverso con vergencia al sur. Las fallas más abundantes y de mayor recorrido tienen rumbo ENE-OSO a E-O (N70°E-N80°E-N90°E). Son fallas kilométricas, a veces con dúplex, que muestran movimientos de desgarre e inverso con vergencia Sur.

Las fallas de dirección NE-SO (N40°E - N60°E) son también relativamente abundantes.

Por último, existe una familia de fallas, con menor desarrollo, de rumbo NO-SE (N140°E - N170°E).

Estructuras alpinas y post-alpinas

Las deformaciones que pueden observarse en los materiales pliocenos, así como la actividad volcánica desarrollada esencialmente durante el mismo periodo, delatan un contexto tectónico distensivo controlado por fallas del zócalo hercínico.

2.6. SISMICIDAD

Según la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-94), el Tramo Ciudad Real - Puebla de Don Rodrigo se encuentra enteramente situado, dentro del Mapa de Peligrosidad Sísmica, por debajo del valor 0.04 del cociente entre la aceleración sísmica básica y el valor de la gravedad. (Ver Figura 6).

De acuerdo con lo dispuesto en el apartado 1.2.3. de dicha Norma, se deduce que no es obligatoria su aplicación en las construcciones realizadas en el Tramo de estudio.

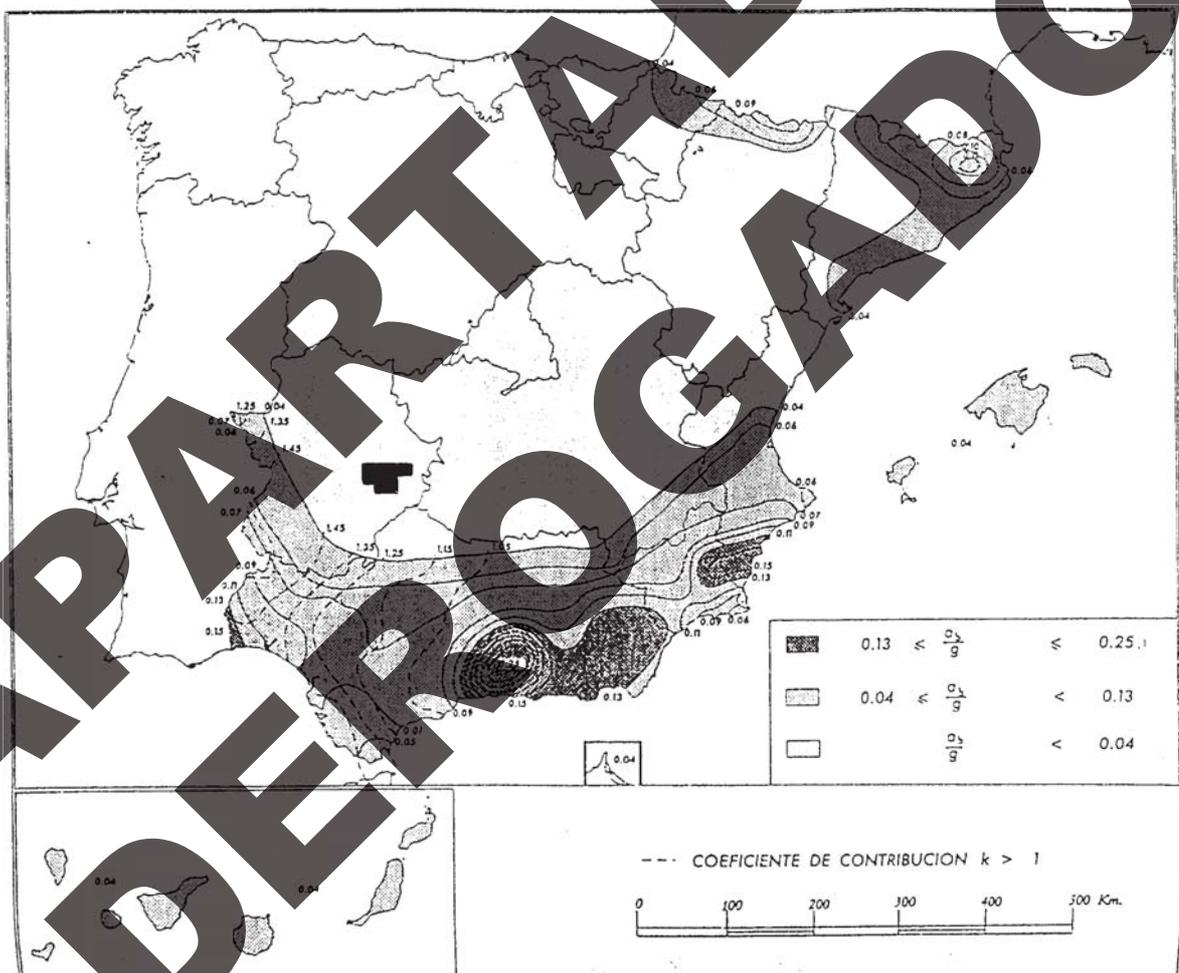


FIGURA 6.
SITUACIÓN DEL TRAMO DE ESTUDIO EN EL MAPA DE PELIGROSIDAD SÍSMICA

3. ESTUDIO DE ZONAS

3.1. DIVISION DEL TRAMO EN ZONAS DE ESTUDIO

Para encuadrar y caracterizar la constitución geológica del Tramo, se ha establecido una división en tres Zonas en base al tipo de materiales aflorantes y a su geomorfología. La distribución geográfica de estas tres Zonas se muestra en la Figura 7, y sus características diferenciadoras se describen a continuación.

- Zona 1: Penillanura precámbrica.

Se caracteriza por un relieve de morfología suave disectado por una superficie de peneplanización. (Foto 2). Litológicamente esta constituido, casi en su totalidad por el “Complejo Esquisto - Grauváquico”, de edad precámbrica.

- Zona 2: Sierras paleozoicas.

Está constituido por los relieves apalachianos conformados por la cuarcita Armoricana, laderas regularizadas y cubiertas de depósitos de piedemonte. La edad de los materiales dominantes es ordovícica.

- Zona 3: Cuencas de los ríos Gargáligas y Ruecas.

Está caracterizada por grandes llanuras de inundación de carácter pantanoso.



Foto 2. Foto panorámica de la Zona 1, obtenida desde el castillo de la Puebla de Alcocer. En ella se puede observar la superficie de peneplanización sobre las pizarras, dando ese relieve característico en lomas. Al fondo el embalses de Orellana.

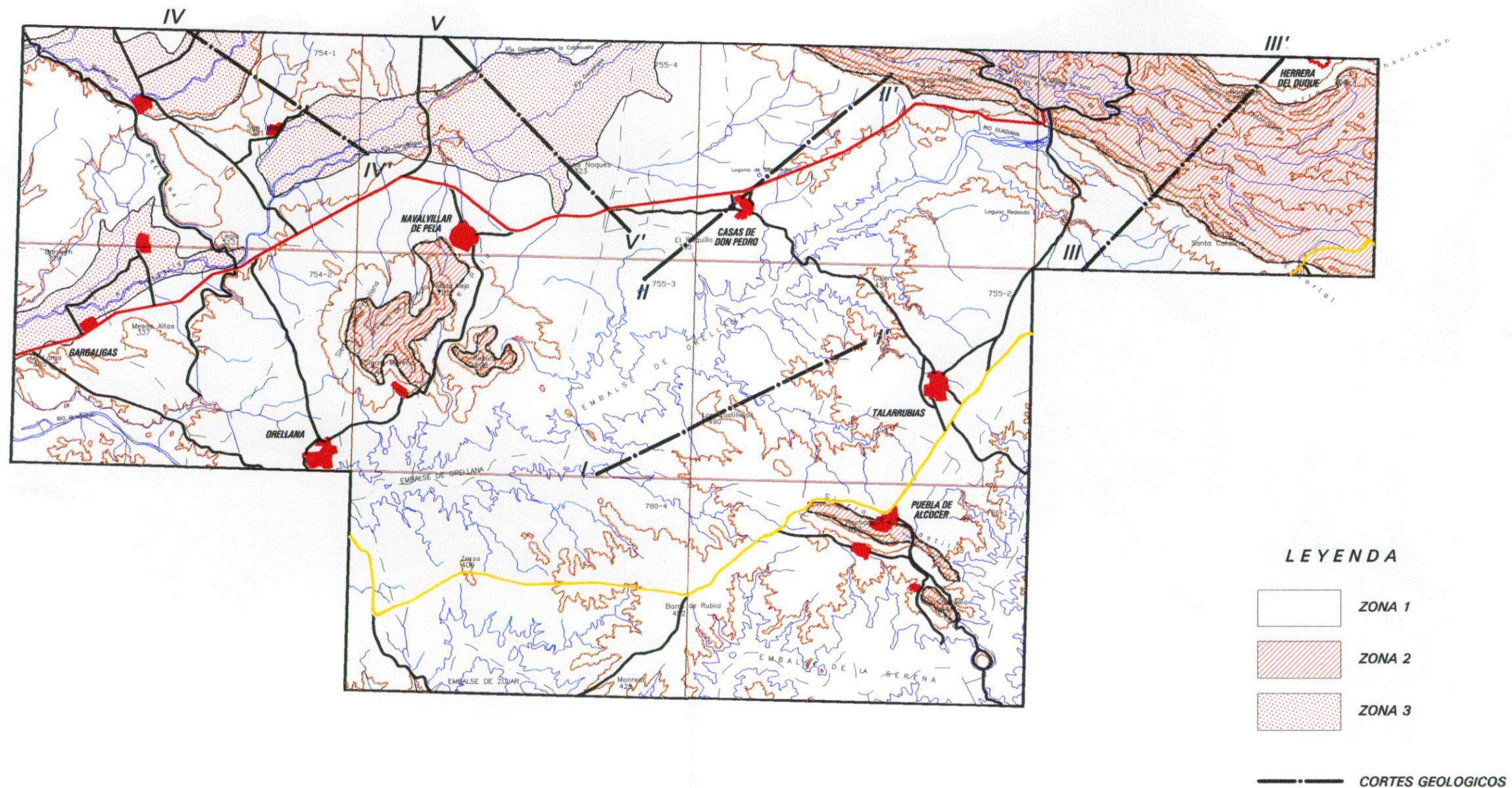


FIGURA 7. ESQUEMA DONDE SE MUESTRA LA DIVISION EN ZONAS DEL TRAMO DE ESTUDIO Y LA TRAZA DE LOS CORTES GEOLOGICOS REALIZADOS.

3.2. ZONA 1: PENILLANURA PRECAMBRICA

3.2.1. Geomorfología

La monotonía litológica de la serie esquisto - grauváquica ha dado lugar a que las formas engendradas en la peneplanización sean muy homogéneas. Circunstancialmente, la presencia de alguna serie de naturaleza más dura, como son los conglomerados silíceos intercalados en el complejo, originan pronunciamientos topográficos en el relieve.

En el modelo de la penillanura precámbrica, se pueden distinguir los siguientes elementos morfológicos, (ver figura 8):

- Superficies de glacis o rañas
- Terrenos de lomas

SUPERFICIES DE GLACIS O RAÑAS

Una parte importante de la penillanura, especialmente en las áreas más próximas a las sierras paleozoicas, los materiales esquisto-grauváquicos se encuentran recubiertos por una epidermis sedimentaria que como norma general no superará 1'5 metros de potencia. En muchos casos podrá tratarse de una superficie o glacis erosivo sin apenas depósito (Foto3), en otros, los menos, el depósito, normalmente la raña, puede adquirir potencias que pueden superar los tres metros, y circunstancialmente cuando se trata de nivel de raña más alto y antiguo, la potencia puede incrementarse hasta los 10 metros o más.

A partir del depósito de la raña, que se deposita erosivamente sobre el zócalo precámbrico - paleozoico y los depósitos del terciario que rellenan las pequeñas cuencas creadas entre sierras, la superficie creada que arranca de cotas en el entorno de los 500 metros, en la proximidad de las sierras, va a sufrir una fuerte denudación por el encajamiento de la red fluvial durante el cuaternario. Este proceso, dará lugar a la formación de toda una serie de superficies erosivas escalonadas que de forma, a veces, casi imperceptiblemente, se va encajando unas en otras y heredando los más modernos materiales de las antiguas. Por esta razón se habla aquí de rañas y glacis, porque la herencia litológica y la igualdad morfológica dificulta el saber distinguir a que nivel de antigüedad pertenece el recubrimiento que se observa. Las diversas superficies creadas se encuentran escalonadas entre los 500 y 300 metros de altitud.



Foto 3. Superficie de erosión sobre pizarras y grauvacas del grupo litológico (010a). Proximidades de Casas de Don Pedro en las cercanías de la laguna de la Pinilla.

Ligadas a las plataformas de rañas, existen unas áreas de régimen endorreico que definen un sector lagunar muy somero en la zona centro - oeste del Tramo.

TERRENOS DE LOMAS

El encajamiento sobre los materiales de la serie esquisto-grauváquica de una red de drenaje de naturaleza detrítica que drena las aguas de escorrentía hacia los cauces mayores que surcan el Tramo de estudio, ha creado un paisaje alomado y monótono con formas suaves y redondeadas cuyas pendientes se van haciendo algo más acusadas a medida que los arroyos y barrancos profundizan en los materiales pizarrosos precámbricos y se aproximan al cauce principal de los ríos Guadiana y Zujar, invadidos ambos en su mayor parte por las aguas de los grandes embalses de Orellana, Garcia Sola, Zujar y la Serena. Se trata de un territorio en donde los horizontes más resistentes de la serie esquisto-grauváquica destacan someramente sobre el perfil suave del conjunto de las lomas, a modo de masa de cuchillos. El suelo existente sobre estos terrenos es muy pobre, tratándose en general de pequeños eluviones o coluviales procedentes de la descomposición de los niveles pizarrosos más alterados, de materiales procedentes del vertido de los horizontes de glaciis o rañas que se sitúan por encima.

3.2.2. Tectónica

Las estructuras tectónicas que afectan en mayor medida a los materiales de la serie esquisto - grauváquica de edad precámbrica que ocupa el ámbito de la Zona 1 como substrato, han sido impresas durante la orogenia hercínica. Como consecuencia de las fases de plegamiento expuestas en el capítulo de tectónica general y las posibles afecciones, más o menos contrastadas, de orogenias anteriores, estos terrenos se presentan en sus afloramientos mostrando una esquistosidad manifiesta en varios cruceros y una apariencia de series monoclinales con la esquistosidad principal muy verticalizada.

La serie esquisto - grauváquica se encuentra constituyendo grandes estructuras en anticlinorios y sinclinorios en donde las estructuras menores, anticlinales y sinclinales suelen hacerse visibles circunstancialmente por la existencia de algunos niveles que por su mayor contraste morfológico en el paisaje, como suelen ser los conglomerados silíceos, permiten una fácil interpretación estructural, (ver Figura 8). Aunque la apariencia de la serie esquistosa a lo largo de un corte puede dar sensación de continuidad amplia asociada a la serie monoclinale de una amplia estructura, la presencia circunstancial de un pliegue apretado entre las capas nos indica que se trata de materiales intensamente replegados.

La tectonicidad de estos materiales es muy alta y parece incrementarse en el entorno y contacto con las series paleozoicas que constituyen las sierras de la Zona 2. Parece ser que durante el plegamiento las zonas de contacto precámbrico - paleozoico habrían sufrido mayor diastrofismo, cuyas causas podrían atribuirse al propio hecho de la discontinuidad estratigráfica y al cambio litológico importante existente entre las series precámbricas y ordovícicas. El hecho observable es que en muchas áreas limítrofes con los materiales cuarcíticos del ordovícico, los contactos establecidos con estos terrenos son normalmente tectónicos y el diastrofismo muy elevado, circunstancia que por otra parte parece haber favorecido el alto grado y profundidad de alteración que presentan las rocas, especialmente los materiales pizarrosos, en estas zonas de contacto.

Los pliegues regionales encontrados dentro del ámbito del Tramo presentan además de la dirección normal ONO-ESE a E-O, ejes orientados en dirección NO-SE. También se han observado estructuras menores pero amplias, orientadas en direcciones ENE-OSO y NNO-SSE. En realidad sólo cabría hablar de una tendencia general por lo que respecta a los pliegues regionales, pues las deformaciones sufridas a lo largo de todas las fases de plegamiento y fracturación han modificado y complicado a nivel local las estructuras. Los planos axiales y la esquistosidad asociada a los mismos son subverticales o ligeramente vergentes hacia el sur.

La red de fracturación y diaclasado es muy intensa. Las fallas más abundantes encontradas en los terrenos precámbricos dentro del Tramo tienen rumbo ENE-OSO a E-O en coincidencia con los datos regionales, aunque también han sido cartografiadas fallas importantes de dirección NE-SO y NO-SE. Estas últimas que a nivel regional parecen tener menor desarrollo, adquieren cierta relevancia en algunas zonas del Tramo de estudio, concretamente en la zona central del estudio entre Talarrubias y Orellana de la Sierra, este sistema de fallas tiene amplia significación estructural junto con el sistema de rumbo ENE-OSO a E-O y otro sistema de dirección muy noroesteada.

El conjunto de todas las discontinuidades tectónicas crean en la serie precámbrica un entramado muy denso que compartimenta la roca de tal forma que en la mayoría de las ocasiones resultaría difícil definir un gran sector o bloque con características masivas.

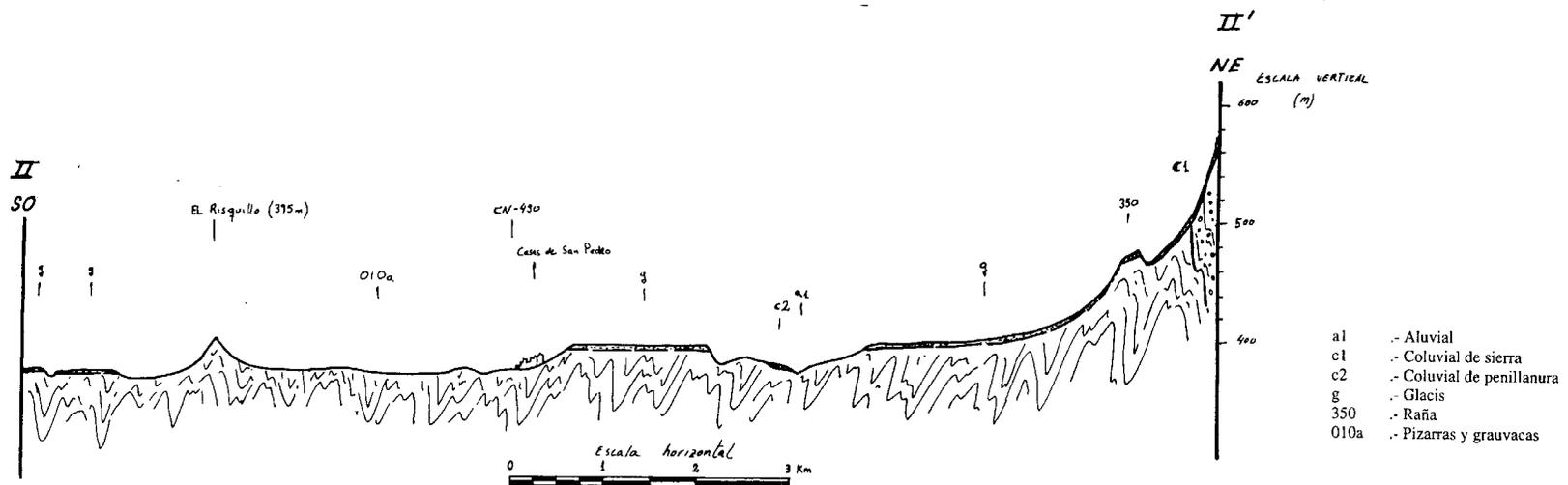
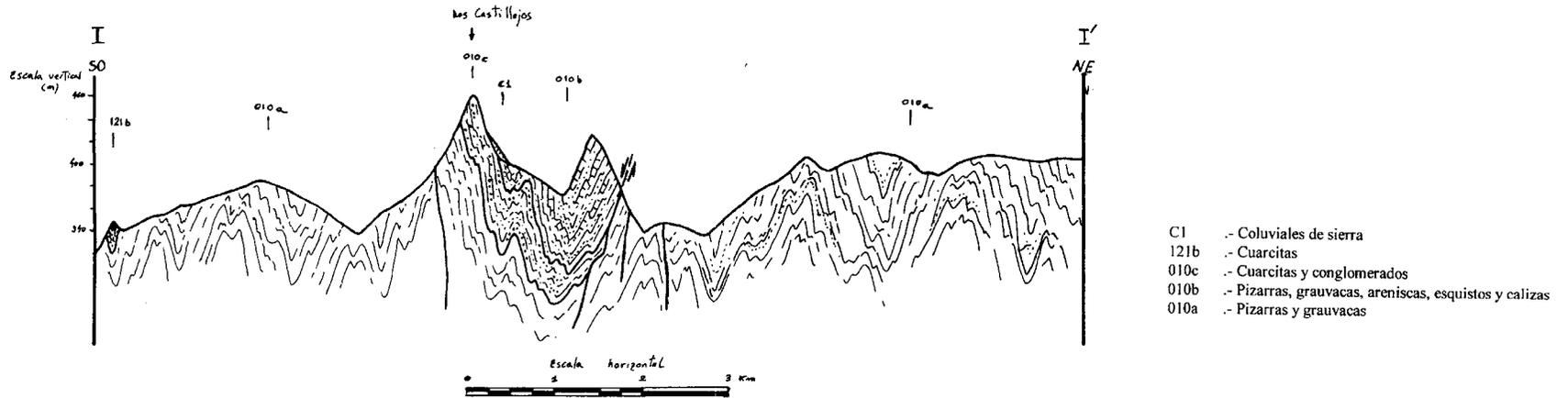


FIGURA 7. ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DE ZONAS Y CORTES

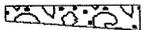
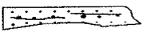
COLUMNA	GRUPO LITOLÓGICO	GRUPO GEOTÉCNICO	DESCRIPCION	EDAD
	I	G3	LAGUNAS	CUATERNARIO
	T,t	G5	TERRAZAS	CUATERNARIO
	C1,c1	G4	COLUVIALES DE SIERRA	CUATERNARIO
	C2,c2	G2	COLUVIALES DE PENILLANURA	CUATERNARIO
	D,d	G5	CONOS DE DEYECCION	CUATERNARIO
	g	G5	NIVELES DE GLACIS	PLIO-CUATERN.
	350	G5	RAÑA	PLIO-CUATERN.
	321b	G7	ARENISCAS, ARENAS, ARCILLAS Y LOCALMENTE CONGLOMERADOS	TERCIARIO
	V	G6	ELUVIALES Y MANTOS DE ALTERACION	MESOZOICO
	010b	G11	PIZARRAS, GRAUVACAS, ARENISCAS, ESQUISTOS Y CALIZAS	PRECAMBRICO
	010c	G9	CUARCITAS Y CONGLOMERADOS	PRECAMBRICO
	010a	G11	PIZARRAS Y GRAUVACAS	PRECAMBRICO

FIGURA 9. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE LA ZONA 1

La tectónica alpina y post-alpina se deja sentir en el rejuvenecimiento de algunas fallas que afectan a los materiales del recubrimiento terciario. Sin duda, el curso del río Gargáligas debe haberse adaptado a una falla o sistema de fallas que al reactivarse en un proceso de hundimiento jugó un papel importante al final del paleógeno, creando la pequeña cuenca que penetra en el Tramo por su extremo NO. Al final del relleno de esta cuenca en la culminación terciaria, el diastrófismo creado por la "fase Iberomanchega", en una tectónica de bloques, disloca los depósitos terciarios y pliocuaternarios.

3.2.3. Columna estratigráfica

La columna estratigráfica de la Zona 1 se contempla en la Figura 9.

3.2.4. Grupos litológicos

LAGUNAS, (1)

- Litología

Este grupo litológico está constituido por limos y arcillas ocre y grises. Se trata de arcillas muy plásticas y con una importante capacidad de absorción de agua. La compacidad de estos materiales es muy baja. Se trata de materiales sueltos y no consolidados.

- Estructura

Este grupo conforma pequeñas lagunas endorreicas en el interior de las superficies de glaciares y rañas, (Foto 4). Cartográficamente tiene una estructura oval, e interiormente se encuentra finamente estratificado en estrechas capas microscópicas. Actualmente se encuentran desecadas para el cultivo, pero con precipitaciones importantes pueden volver a rellenarse. La potencia de este grupo es muy escasa e inferior a 3 metros.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Zonas inundables que forman lagunas temporales.
- Capacidad portante: No son terrenos adecuados para apoyar sobre ellos infraestructuras de ningún tipo.

COLUVIALES DE SIERRA, (C1, c1)

Este grupo se describe en la Zona 2 (página 64), donde se encuentra ampliamente representado.



Foto 4. Areas lagunares estacionales (actualmente desecadas), pertenecientes al grupo litológico (I). Casa del Perdido, carretera comarcal 413, proximidades a Talarrubias.

COLUVIALES DE PENILLANURA (C2, c2)

- Litología

Este grupo litológico está constituido por coluviales arenosos y arcillosos rojos o pardo-grisáceos. Cuando se alimenta directamente de la superficie de la raña o de glacia, estos materiales poseen un alto contenido de cantos de cuarcita generalmente alterada, redondeados y polimícticos. Debido a su génesis, posee variaciones composicionales laterales importantes.

- Estructura

Este grupo conforma las laderas de los relieves terciarios. Posee un perfil en cuña. Se trata de materiales flojos y nada compactados. La estructura interna es masiva. La potencia de este grupo se estima entre 0.5 m y 3 m para (c2), y entre 3 m y 5 m para (C2).

- Geotecnia

- Permeabilidad: Materiales con permeabilidad de media a baja por percolación.
- Estabilidad natural: No se han observado procesos inestables apreciables en estos terrenos, aunque se deben suponer vulnerables a la erosión lineal y a arroyadas intensas.
- Taludes artificiales observados: Carecen de importancia.
- Taludes recomendados: Su importancia es muy pequeña. Valores de 1'5H:1V serán adecuados.
- Capacidad portante: Baja en general.
- Ripabilidad: Los materiales de esta formación son totalmente excavables.



Foto 5. Vista panorámica de los abanicos aluviales, conos de deyección y glacis, al pie de la Sierra de Orellana, desde la carretera que une las poblaciones de Orellana la Vieja y Acedera.

TERRAZAS, (T)

Este grupo se describe en la Zona 3 (página 120), donde se encuentra ampliamente representado.

CONOS DE DEYECCIÓN, (D,d)

- Litología

Este grupo litológico está constituido por depósitos heterométricos de gravas y cantos, de subangulosos a subredondeados, cuya naturaleza litológica está claramente influida por la composición de sus áreas de drenaje. Está sostenido por una proporción muy elevada de limos y arcillas. Se han detectado conos de deyección muy antiguos formando parte de los materiales de los grupos litológico (350) y (g). La alterabilidad se estima moderada-alta.

- Estructura

Este grupo conforma laderas de pendientes suaves y tendidas, (Foto 5). La continuidad lateral de este grupo es muy escasa. Se dispone subhorizontalmente. Interiormente presenta una estructura masiva, y en conjunto una estructura en cuña-abanico. La potencia de este grupo se estima entre 0.5 m y 3 m para (d), y entre 3 m y 10 m para (D).

- Geotecnia

- Permeabilidad: Grupo formado por materiales con permeabilidad variable. En general, se considera aceptable por percolación y porosidad, aunque la alta proporción de matriz limo-arcillosa, que presentan muchos lechos lenticulares de su estructura, dificultan localmente la transmisibilidad.
- Estabilidad natural: Los terrenos ocupados por este grupo litológico están sometidos, en gran parte, a los problemas de dinámica fluvial (erosión y aterramiento) en épocas de grandes avenidas.
- Capacidad portante: De los materiales de este grupo pueden esperarse respuestas resistentes moderadas, y la posibilidad de darse problemas, también moderados por asientos diferenciales. La escasa potencia de estos depósitos en muchas ocasiones, obligará a transferir a el substrato cualquier solicitud de esfuerzos.
- Ripabilidad: Los materiales de esta formación son excavables.

RAÑAS (350) - NIVELES DE GLACIS (g)

Estos grupos litológicos se describen en la Zona 3 (página 122), donde se encuentran mejor representados.

ARENISCAS, ARENAS, ARCILLAS Y LOCALMENTE CONGLOMERADOS (321b)

- Litología

Este grupo litológico está constituido por areniscas, arenas y fangos variolados grises y rojizos; y localmente por conglomerados y brechas encostrados. (Foto 6). Los fangos variolados están constituidos por arenas arcillosas y limosas con intercalaciones de niveles lentejonares de conglomerados de cantos de cuarcita subredondeados y redondeados. Las arenas arcillosas y limos son de colores pardo - rojizos y de tonos vinosos, localmente pardo - amarillentas y blancas. Es frecuente encontrar pequeños niveles centimétricos ferralíticos de origen edáfico intercalados en este grupo. Cuando las pizarras de la serie esquisto-grauváquica están muy alteradas las arcillas de neoformación, suelen ser caolinita, illita y gibsita.

- Estructura

El grupo litológico tiene una estructura tabular en conjunto. Se disponen subhorizontalmente. Los conglomerados basales poseen una geometría de cuña, y las intercalaciones conglomeráticas en las arenas y fangos, lenticular. Se disponen discordantemente sobre un substrato metamórfico precámbrico bastante alterado. Rellenan por lo general un paleorelieve. Este grupo litológico se encuentra erosionado y fosilizado por el grupo litológico 350, perteneciente a la raña, y los diferentes niveles de glacis (g). La potencia observada de este grupo no excede de 3 metros, aunque cartográficamente se llegan a medir potencias entre 10 y 15 metros.



Foto 6. Arenas y limos rojizos con pequeños niveles conglomeráticos pertenecientes al grupo litológico (321 b). Fotografía obtenida en el p.k. (128) de la carretera actual N-430.

- Geotecnia

- Permeabilidad: La constitución litológica de este grupo, dominado por depósitos de naturaleza limo-arenosa y limo-arcillosa, hace de él una unidad con un comportamiento de baja o muy baja permeabilidad en la mayoría del conjunto. Por otra parte, el contenido de horizontes detríticos gruesos con alta permeabilidad intercalados en la serie, faculta la existencia de pequeños freáticos colgados o cautivos en la formación.

- Estabilidad natural: Aunque en otras áreas fuera del Tramo, en donde este grupo litológico constituye medias laderas, se han detectado con cierta frecuencia, fenómenos de inestabilidad fósil, en el área de estudio estos fenómenos no han sido observados en las zonas que ha sido cartografiado. Esto puede ser posible, a que los terrenos ocupados por él, zonas de ladera muy tendidas que arrancan de las superficies de la raña, sean en realidad el resultado de un proceso final de derrames, reptaciones y deslizamientos superficiales de este grupo y la raña sobre las pizarras del complejo esquisto - grauváquico, cuya morfología ha perdido prácticamente los caracteres de este proceso.
- Taludes artificiales observados: Se trata normalmente de desmontes de pequeña o mediana dimensión, casi siempre por debajo de los 2 metros en los que no cabe sacar conclusiones sobre su evolución en el tiempo.

Los problemas detectados en la mayoría de ellos, provienen de su fácil erosionabilidad.

- Taludes recomendados: La variabilidad litológica de estos terrenos condiciona taludes de excavación de pendientes muy distintas según los casos locales. En los tramos de naturaleza más arenosa - limosa y con detritos gruesos, las pendientes de tipo 1H:1'5V incluso más fuertes serían recomendables, con el fin de evitar problemas erosivos excesivos. La aparición de horizontes muy arcillosos enriquecidos en caolín, como los existentes en las zonas próximas al contacto con el substrato alterado, obligará al tendido del talud 1'5H:1V.
- Capacidad portante: En relación con la diversidad litológica, estructural y geomorfológica ya apuntadas en apartados anteriores, la capacidad resistente de este grupo litológico se considera que podrá oscilar normalmente entre moderada y baja, circunstancialmente en zonas de media ladera. En cualquier caso se aconseja la ejecución de estudios pormenorizados de este grupo en caso de necesidad de apoyos en él.
- Ripabilidad: Grupo ripable en su totalidad.

ELUVIALES Y MANTOS DE ALTERACIÓN, (V)

- Litología

Este grupo litológico está constituido por un manto profundo de alteración meteórica sobre los materiales metamórficos que puede alcanzar 10 metros de potencia. Este manto meteórico de edad mesozoica, tiene un horizonte superior de color crema con tonalidades naranja-amarillento y verde claro, que es muy plástico. Por debajo de este horizonte superior aparece uno de tonos blanco-verdosos y rojizos conformando un "pseudogley", que se superpone a otro de tono mucho más rojizo y arcilloso. Esta alteración es particularmente importante en las zonas de falla y despegues entre capas, donde el reconocimiento de la roca madre es imposible. Localmente, estas áreas aparecen como un conjunto arcilloso muy plástico confundible con los materiales detríticos terciarios (Foto 7). En estos niveles de alteración son frecuentes las rubefacciones, los niveles siderolíticos con neoformación de hematites y gohetita, las caolinizaciones y las carbonataciones. La compacidad y la dureza de este grupo se estima muy baja. Suele existir un suelo de naturaleza coluvio - eluvial, cuya potencia media se puede estimar en 1'5 m, constituido por limos, arcillas y cantos dispersos de cuarcita con un tamaño medio comprendido entre 3 y 6 centímetros. (Foto 8).



Foto 7. Problemas de erosión y acarreamiento en los taludes excavados sobre los materiales arcillosos del grupo litológico (V). Pizarras profundamente alteradas en la trinchera, junto a Orellana de la Sierra, en la carretera que une esta población con Navalvillar de Pela.



Foto 8. Pequeño desprendimiento de las pizarras alteradas del grupo (V). En la parte superior de la foto se observa un pequeño nivel coluvial que normalmente tapiza este grupo. Desmonte realizado en la carretera comarcal 413 al Oeste de la Puebla de Alcocer.

- Estructura

Este grupo conforma relieves alomados y áreas de ladera o vaguadas. Los mantos de alteración no tienen signos de plegamiento, aunque se pueden observar pliegues remanentes de edad hercínica pertenecientes a la roca madre. Un caso análogo ocurre con las fallas. Se estructura en horizontes de potencia métrica, y el espesor medio estimado para este grupo, debido a sus condicionantes genéticos, varía entre 3 y 10 metros.

- Geotecnia

- Permeabilidad: El horizonte superior coluvio - eluvial se considera con una permeabilidad media - alta, en tanto que el manto de alteración presente una naturaleza impermeable clara. Existe una alta probabilidad de posibles horizontes freáticos entre el manto de alteración y el recubrimiento coluvial.
- Estabilidad natural: En relación con el horizonte de alteración se ha desarrollado a lo largo del Plio-cuaternario toda una serie de procesos de inestabilidad de vertientes que de forma muy atenuada subsiste en la actualidad. De alguna forma, la gran mayoría de los grandes deslizamientos y corrimientos de ladera fósiles que afectan a potentes masas coluviales, a las series alternantes pizarroso - areniscosas y a la formación terciaria, tienen su origen en este manto de alteración Pre-eoceno.



Foto 9. Deslizamiento rotacional sobre los materiales alterados pertenecientes al grupo litológico (V) en un desmante de la carretera C-413 al oeste de la Puebla de Alcocer.

- Taludes artificiales observados: En los taludes de pequeña y mediana altura en los que puede observarse este horizonte de alteración, las pendientes dadas a los mismos son del orden de 1H:1V y valores mayores. En todos ellos se puede apreciar rasgos de la inestabilidad fósil comentada anteriormente y que de alguna forma va a condicionar la estabilidad del talud en este nivel. (Foto 9).

- Taludes recomendados: Los taludes de excavación que afecten a este grupo litológico no deberían diseñarse con pendientes superiores a 1H:1V, valor que en muchas ocasiones resultará necesario rebajar. Se recomienda un buen drenaje del talud e impedir la presencia de agua en el mismo.
- Capacidad portante: La capacidad portante de los materiales de esta zona de alteración se considera como baja, aunque, localmente, puedan existir zonas de resistencia moderada, debida a una menor alteración de la roca.
- Ripabilidad: Zona de materiales excavables.

PIZARRAS Y GRAUVACAS, (010a)

- Litología

Este grupo litológico está constituido por una serie monótona de grauvacas y pizarras dispuestas de forma rítmica, a veces en bancos potentes de aspecto masivo. (Fotos 17 y 18). Se trata, de los tramos turbidíticos precámbricos aflorantes en el Tramo. Poseen multitud de pequeños diques de cuarzo, intruidos en su estructura (Foto 12). Una característica bastante generalizada de los materiales que integran este grupo litológico es su alto grado de alteración y la potencia importante que adquiere la misma.



Foto 10. Pizarras precámbricas pertenecientes al grupo litológico (010a). Talud en la carretera de Orellana la Vieja a la N-430 por la margen derecha del río Guadiana entre el pk(7) y el pk(8).

Las turbiditas constituyen series rítmicas muy monótonas donde alternan bancos grauváquicos gris verdosos (inferiores al metro) y lutíticos verdosos. Las grauvacas se componen, principalmente de cuarzo, plagiclasas más o menos alteradas, feldespato potásico, micas (biotita, sericita, moscovita) y óxidos de hierro. La matriz está constituida por clorita y sericita, orientada por esquistosidad, y matriz de alteración diagenética de feldespatos micas y fragmentos de rocas inestables. Los minerales accesorios son circón, turmalina y opacos.

Las intercalaciones lutíticas entre los bancos de grauvacas corresponden a una pelita de color verdoso. Se trata de lutitas limolítico arenosas, con micas y óxidos de hierro, inmersos en una matriz con una orientación esquistosa de naturaleza clorítica.

- Estructura

En los materiales incluidos dentro de este grupo litológico estarían representados, a grandes rasgos, gran parte de la serie precámbrica del Tramo. Se recogen en él mismo, la serie turbidítica inferior de edad Rifeense - Vendiense cuya potencia se estima entre 400 y 600 m.



Foto 11. Niveles graváquicos más duros del grupo litológico (010a). Tricheras de la carretera que va de Sierra de Lareas al cerro Masatrigo, proximidades del embalse de la Serena.



Foto 12. Diques de cuarzo de la serie esquistograuváquica (grupo litológico (010a)). Talud excavado entre los pk(58) y pk(59) de la carretera C-413.

La serie precámbrica representada por estos materiales constituye una amplia estructura anticlinal con varios ejes orientados N-S aproximadamente que son cortados por fallas de direcciones NE-SO y NO-SE que estructuran y tectonizan muy fuertemente a los materiales. El contacto que estas series establecen con el Ordovícico es discordante y con frecuencia mecanizado.

Este grupo constituye relieves alomados y suaves, que perfilan una superficie de planización. Se encuentra siempre en cotas inferiores a los relieves cuarcíticos paleozoicos. Posee una estructura tabular, alternante irregular y bastante homogénea. Los bancos grauváquicos poseen una potencia que oscila entre 10 cm y 1 m, localmente estos bancos pueden tener potencias algo mayores como 2 ó 3 m. Por lo general la estructura de los bancos es masiva. La continuidad lateral de los bancos supera la centena de metros. Los bancos pizarrosos tienen una potencia entre 50 cm y 2 m, y se encuentran frecuentemente laminados. En grado de alteración es variable, se puede dar como alto en términos generales. El grado de fracturación y la intensidad de diaclasado son altos. El grado de metamorfismo es muy bajo. Se encuentra intensamente plegado y fallado.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Este grupo presenta permeabilidad solamente por fisuración y en cualquier caso escasísima, debiéndose considerar como formación altamente impermeable. No obstante pueden diferenciarse al menos dos áreas diferentes al respecto en razón del grado de meteorización del grupo. En los terrenos donde existe un manto profundo de alteración meteórica la capacidad de infiltración de las aguas de escorrentía es menor que aquellos en donde tal capa de suelo no existe o es muy escasa.
- Estabilidad natural: La serie esquisto - grauváquica, ampliamente representada en el Tramo, presenta en general una buena estabilidad natural. Sólo en áreas localizadas, se han detectado problemas de inestabilidad de laderas asociados a la existencia de un manto profundo de alteración, cuyo desarrollo se circunscribe a las áreas de contacto y próximas, con los materiales de la serie paleozoica . Las áreas afectadas por movimientos de ladera, donde se supone que en profundidad los materiales coluviales deslizan sobre y con las pizarras muy alteradas, están cartografiadas como zonas del grupo litológico (C1), y en aquellas donde el suelo de recubrimiento es somero, y en principio no se señalan movimientos importantes, como grupo (V/010a).

La existencia de un horizonte freático entre los materiales del derrubio y el substrato pizarroso alterado, un fenómeno bastante extendido. Estas aguas proceden de la escorrentía superficial y tal vez, en mayor proporción, de las masas cuarcíticas fisuradas del núcleo de las sierras. Cuando los materiales aflorantes están desprovistos de ese manto de alteración profundo, el terreno presenta una buena estabilidad natural.

- Taludes artificiales observados: Son numerosos los taludes de excavación existentes en el Tramo, y están ejecutados tanto en obras lineales de carretera como en la construcción de canales para regadíos, (Foto 13). Las pendientes excavadas comúnmente observadas, fluctúan entre los valores 1H:1V y 1H:2V, incluso en taludes bajos se tallan con perfiles subverticales. En general, la respuesta de los taludes cuando las pendientes superan el 1H:1V, e incluso con este valor, dependen siempre de la estructura local de las rocas esquistosas. Este ha sido el caso de la conformación de un talud irregular por la desestabilización de grandes cuñas de terreno, que han corrido o desprendido de las paredes del desmonte.



Foto 13. Talud de alturas pequeñas y pendientes acusadas con abundantes problemas de corrimientos de cuñas. Taludes en las desmontes de los canales, en la margen derecha del embalse de Orellana al oeste de Casas de Don Pedro.

- Taludes recomendados: La excavación de taludes en rocas muy alteradas de este grupo litológico requerirá en general pendientes muy tendidas no superiores al 1'5H:1V. En el caso de existir una montera de material granular procedente de una raña o glacis, convendría eliminarla retranqueando en lo posible este nivel y drenar convenientemente, de las plataformas creadas, las aguas meteóricas mediante cunetas de guarda.

En los terrenos no alterados profundamente, que son la gran mayoría en este grupo, el diseño de taludes debe estar condicionado por la estructura local que presenta el grupo. En el caso favorable los desmontes podrían admitir valores en el entorno 1H:1'5V a 1H:2V. En condiciones desfavorables, inducidas por las direcciones y entramado de los planos de estratificación, esquistosidad, diaclasado y fractura, las pendientes aconsejables pueden descender hasta por debajo del valor 1H:1V. Debido a la alta tectonicidad que afecta a este grupo litológico, se recomienda taludes cuyo parámetro no supere la inclinación 1H:1V.

- Capacidad portante: La capacidad portante de esta formación es generalmente alta, aunque existen zonas muy tectonizadas y alteradas cuya capacidad portante se considera de moderada a baja. A media ladera no es aconsejable cimentar superficialmente, especialmente si existen por encima plataformas con depósitos detríticos (rañas, glacis, etc ...). Ya que en estos casos, es muy frecuente que el horizonte superficial de las pizarras y grauvacas está bastante alterado y descomprimido.
- Ripabilidad: En amplias zonas de este grupo existirá un horizonte superficial, en general poco potente, que podrá ser ripado o presentará ripabilidad marginal. No lo serán por medios mecánicos normales las áreas poco o nada alteradas y las situadas por debajo del horizonte de alteración.

PIZARRAS, GRAUVACAS, ARENISCAS, ESQUISTOS Y CALIZAS, (010b)

- Litología

Este grupo litológico está constituido por la serie intermedia del Vendense, de naturaleza detrítico carbonatada, situada entre las series turbidíticas que constituyen el grupo (010a).

Los materiales más abundantes son las pizarras que presentan bandeados milimétricos y centimétricos de diferente granulometría. Las de grano fino son del orden limo - arcilla, y están compuestas por sericita, clorita, óxidos de hierro, minerales opacos y cuarzo, este último en una proporción del 5%. Los de grano más grueso son de tipo arena fina y están formados por cuarzo (40%) y feldespato (40%) muy alterados y transformados casi a cemento. Los minerales opacos representan al 5% del total de la roca.

Las calizas son de tonos oscuros, casi negros. Se intercalan entre las pizarras en bancos que pueden tener potencias entre unos pocos centímetros y 6 ó 7 metros. Se trata de bioclastitas ricas en restos orgánicos con una textura alotriomorfa heterogranular de cristales de calcita maclados polisintéticamente. En la composición aparece también cuarzo detrítico de tamaño arena fina en proporción del 5% - 10%, así como elementos terrígenos de tamaño fino en proporción menor del 5%, opacos y sombras de elementos aloquímicos que corresponden a fósiles.

Las grauvacas y areniscas arcóscicas están presentes en toda la sucesión. Se intercalan constituyendo bancos de 20 - 40 cm de potencia, incrementando su presencia hacia el techo de la serie. Las arcosas se componen de cuarzo (60% - 70%) y feldespato alterado generalmente a sericita. La turmalina, circón, rutilo, mi-

cas y opacos constituyen los minerales accesorios. El cemento está integrado por sericita y óxidos de hierro.

Las grauvacas se componen de cuarzo (50% - 65%), feldespatos (10% - 25%) muy alterados a sericita y óxidos de hierro, y minerales accesorios (circón, apatito, rutilo, micas y opacos). El cemento es limo - arcilloso y ocupa el 15% del total de la roca.

- Estructura

Este grupo constituye relieves alomados y suaves dentro de la superficie de planización. Posee una estructura tabular, alternante irregular y bastante homogénea. Los materiales de este grupo afloran dentro de estructuras sinclinales. El grado de metamorfismo es muy bajo. La potencia de este grupo litológico se estima que puede estar comprendida entre 120 y 350 metros.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Grupo permeable sólo por fisuración.
- Estabilidad natural: En general no se han observado problemas de mención en estos terrenos.
- Taludes artificiales observados: Dentro del Tramo no existen taludes de excavación en este grupo.
- Taludes recomendados: Se considera que los taludes de excavación no deberían superar el valor 1H:1V. Sólo, en cortes muy favorables con la estructura de las capas, podrían diseñarse desmontes algo más fuertes.
- Capacidad portante: Estos terrenos se deben considerar con capacidad portante alta en general. En laderas con pendientes acusadas, en donde los apoyos superficiales pueden encontrar terrenos rotos, por vuelco de estratos, o muy tectonizados y alterados circunstancialmente, la respuesta resistente es moderada o incluso, en casos muy desfavorables, baja.
- Ripabilidad: En principio este grupo no se le considera ripable por medios mecánicos normales, salvo el horizonte superficial alterado y sectores muy tectonizados. Pueden existir áreas de ripabilidad marginal.

CUARCITAS Y CONGLOMERADOS, (010c)

- Litología

Este grupo litológico esta constituido por cuarcitas y conglomerados.

Las cuarcitas son blancas, con un tamaño de grano variable entre 0.5 y 1.5 mm. La naturaleza de los granos es principalmente metamórfica y silíceo, y constituye el 95% del total de la roca. Los granos tienen un grado de redondez elevado y la esfericidad es media. En mucha menor proporción (3%) contiene granos de feldespato, ya en calidad de accesorio. La matriz es muy escasa y el cemento es detrítico muy fino (limolítico-arcilloso) y ferruginoso.

Los conglomerados son poligénicos, con un tamaño medio comprendido entre 0.5 y 5 cm, integrados principalmente por cantos redondeados de origen ígneo y metamórfico, cuarzo y cuarcita, aunque también son frecuentes los de naturaleza pizarrosa y esquistosa. Es un conjunto granosostenido y fuertemente ligado por un cemento silíceo. El cemento constituye menos del 5% del total de la roca, y está compuesto mayoritariamente por cuarzo y en menor proporción sericita, clorita y óxidos ferruginosos. La potencia de los bancos es muy variable, pero suele ser siempre del orden métrico. La compacidad y la dureza es muy alta.

- Estructura

Este grupo constituye pequeños resaltes topográficos dentro del relieve alomado y peneplanizado del precámbrico. La estructura es tabular con forma lenticular, y su continuidad lateral es bastante escasa. Alterna irregularmente con pequeñas pasadas de pizarras que no superan el centímetro de espesor. La compacidad y la dureza son muy altas. Los bancos tienen interiormente una estructura masiva. El grado de alteración es bajo. La fracturación y la intensidad del diaclasado son altos. Se encuentran intensamente plegados y el grado de metamorfismo es muy bajo. La disposición y el buzamiento varía ampliamente dependiendo de la estructura tectónica en la que se encuentra involucrado. La potencia aproximada del grupo oscila de 10 a 40 metros.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Grupo permeable por fisuración.
- Estabilidad natural: No se han apreciado procesos que afecten a la estabilidad de este grupo litológico en el Tramo.
- Taludes artificiales observados: No existen en este grupo dentro del Tramo.

- Taludes recomendados: Estas rocas permiten excavarse con taludes subverticales.
- Capacidad portante: Estos materiales poseen una alta y muy alta resistencia y compacidad.
- Ripabilidad: Materiales no ripables.

3.2.5. Grupos geotécnicos

En este apartado se agrupan, según ciertas características geotécnicas comunes, las formaciones geológicas individualizadas en el apartado anterior.

- Grupo geotécnico G2

Este grupo geotécnico está constituido por los grupos litológicos (A2), (a2), (C2) y (c2). Se trata de fondos de valle y los coluviales de penillanura con una permeabilidad moderada, y con problemas locales de escorrentía. Son terrenos vulnerables a la erosión, y los coluviales pueden presentar problemas de estabilidad natural. Se encuentra poco o nada consolidado, y sólo admitirá cargas muy someras. Los taludes recomendados en los coluviales estarán en torno a los valores 1'5H:1V. Cualquier solicitud de alguna entidad deberá transferirse al sustrato próximo. Grupo ripable en su totalidad.

- Grupo geotécnico G3

Este grupo geotécnico está constituido por los grupos litológicos (At) y (I). Se trata de unidades que se caracterizan por ser áreas con morfología llana que se ven afectados por procesos recurrentes de inundación y en el caso del grupo (At), sometido además a los efectos de la dinámica fluvial. En su constitución litológica existe, al menos, un horizonte superficial eminentemente arcilloso e impermeable, que retiene las aguas de escorrentía y precipitación, haciendo de estas zonas unas áreas blandas y pantanosas con problemas de capacidad portante y drenaje.

- Grupo geotécnico G4

Este grupo geotécnico está constituido por los grupos litológicos (C1) y (c1). Se trata de coluviales y recubrimientos de ladera en las áreas de sierra. Materiales de permeabilidad variable, entre alta y moderada, y con una base de apoyo que es con mucha frecuencia un horizonte con características impermeables (terciario arcilloso o manto de alteración el sustrato precámbrico-paleozoico). Constituyen terrenos en ladera, a veces muy pronunciados en donde los procesos fósiles de

deslizamiento son estructuras frecuentes en las que cabe su inestabilización en épocas lluviosas. Los taludes a excavar serán normalmente de bajas alturas, y los problemas que podrían suscitarse serán de desprendimientos de cantos o bloques, o de deslizamiento si aflorase en el talud una base arcillosa. Las pendientes admisibles estarán siempre por debajo del 1H:1V. En principio debe suponerse una capacidad portante baja para este grupo geotécnico, cuyos materiales son perfectamente ripables por medios mecánicos normales.

- Grupo geotécnico G5

Este grupo geotécnico está constituido por los grupos litológicos (350), (D), (d). Se trata de rañas, glaciares y abanicos aluviales. Los materiales de este grupo geotécnico presentan normalmente una permeabilidad aceptable que pueden oscilar dentro de un amplio rango. En la base de apoyo de estas formaciones existirá con frecuencia un horizonte impermeable arcilloso de alteración del substrato, o perteneciente al terciario. Constituyen superficies planas de muy suave pendiente, terminadas en muchos casos en pequeños escarpes de bordes, en algún caso, por roturas de gravedad. Los taludes de excavación tendrán normalmente alturas bajas o medias como mucho. Los problemas que pueden presentarse será de desprendimiento de cantos o bolos, y deslizamiento. En este último caso concurrirá casi siempre, un horizonte arcilloso en la base del talud. Es aconsejable no dar a los desmontes pendientes superiores al 1H:1V. La capacidad portante debe estimarse baja en principio, sin dejar no obstante de considerar, la posibilidad de que la respuesta resistente pueda llegar a ser moderada en muchas ocasiones. Grupo ripable.

- Grupo geotécnico G6

Este grupo geotécnico está constituido por las pizarras profundamente alteradas que constituyen el grupo litológico (V/) que orla los contactos de los afloramientos paleozoicos con los materiales precámbricos. Se trata de terrenos muy impermeables que suelen soportar con frecuencia pequeños horizontes freáticos en el contacto, con el ligero tapiz de derrubios de ladera o glaciares que se le superponerán. Asimismo, se constituyen freáticos en el contacto de las pizarras alteradas y los materiales cuarcíticos de las series paleozoicas. Son materiales muy erosionables e inestables cuando soportan otras formaciones que les pueden proporcionar agua. En las mejores condiciones geomorfológicas, no deben diseñarse taludes con pendientes superiores al 1H:1V. En general, requerirán valores más tendidos y con frecuencia serán necesarias medidas de estabilización. La capacidad de carga será como mucho moderada. En apoyos a media ladera poco profundos la capacidad soporte tenderá a ser baja. Grupo ripable.

- Grupo geotécnico G7

Este grupo geotécnico está constituido por el grupo litológico (321a) y (321b). Formaciones de naturaleza detrítica arcillosa, limo-arcillosa, areno-arcillosa y areno-conglomerática poco consolidadas. Formaciones muy impermeables, aunque puede variar a nivel local según sea la naturaleza de sus horizontes. Los rápidos y constantes cambios laterales, en estas formaciones de borde de pequeñas cuencas continentales, caracterizan esta alternancia en la vertical y horizontal de horizontes más o menos impermeables. La estabilidad natural de este grupo se ve afectada por movimientos de ladera, allí donde las pendientes del terreno son fuertes y existe un horizonte freático sobre estos materiales. Los taludes de excavación no deberían superar el 1H:1V, estimando, por otra parte, que en muchas ocasiones los desmontes requerirán pendientes más tendidas. Los taludes que podrán excavarse en este grupo serán normalmente de tamaño pequeño o moderado. La capacidad portante podrá fluctuar entre moderada y baja. A media ladera se debe temer siempre los procesos de rotura por gravedad. Grupo ripable.

- Grupo geotécnico G9

Este grupo geotécnico está constituido por los grupos litológicos (142), (141a), (123c), (123a), (121b) y (010e). Se trata de cuarcitas y conglomerados silíceos. Estos materiales sólo presentan permeabilidad por fisuración. La estabilidad natural del grupo es buena en general, aunque se dan de forma moderada procesos de desprendimientos en los escarpes serranos que suelen conformar. Los taludes de excavación podrán diseñarse con pendientes muy fuertes, con tendencia a la subverticalidad, aunque siempre estarán sometidos a procesos de desprendimientos de bloques y cuñas debido a la fuerte tectonicidad que normalmente acompaña a las formaciones hercínicas en el Tramo. La capacidad portante debe estimarse muy alta en principio. Grupo no ripable.

- Grupo geotécnico G11

Este grupo está conformado por los grupo litológicos (010a), (010b), (122a), (123). Grupo pizarroso y pizarro-grauvaquico. Materiales que condicionan sus respuestas geomecánicas a su naturaleza esquistosas pizarreña a pizarroso - grauvaquico y al muy alto diastrofismo provocado por la tectónica. Son terrenos prácticamente impermeables, y la que puedan tener es de naturaleza fisural. La estabilidad natural de las vertientes que constituyen es en general buena, excepto en áreas en donde existe un manto de alteración superficial importante y alguna formación de naturaleza permeable que constituya freáticos colgados sobre ellas. Los taludes que podrán soportar dependerá del grado de alteración de las rocas y de la geometría local de las discontinuidades stratigráficas, metamórficas y tectónicas. En general, son terrenos en los que normalmente no deberían proyectarse taludes por encima del 1H:1V. La capacidad de carga puede fluctuar en un

amplio registro de valores que abarcan desde muy altos a moderados, y circunstancialmente bajos. Estos últimos serán posibles en áreas de medias laderas en zonas de alteración profunda, en donde las roturas de vertiente por gravedad son frecuentes. En general debe esperarse respuestas resistentes de altas a moderadas en cargas superficiales en muchas partes del terreno a media ladera. En general, a poco que se profundice en el terreno, las condiciones resistentes del mismo serán generalmente buenas y muy buenas. Las áreas de esquistos poco alterados y de morfología llana o suavemente alomada son muy aptas para el soporte de cargas importantes. Sólo una pequeña parte de estos terrenos, las pizarras muy alteradas del grupo (O10a) y otras zonas de alteración menos profunda, se pueden incluir en el grupo de materiales ripables y de ripabilidad marginal. La gran mayoría del grupo no sería ripable con medios mecánicos normales.

3.2.6. Resumen de los problemas geotécnicos que presenta la Zona 1

Los problemas que podrán suscitarse en la Zona 1 tendrán esencialmente tres orígenes; uno será de naturaleza morfológica y geomorfológica, otro hidrológica y un tercero de carácter geotécnico. Por lo que respecta a los problemas señalados en primer lugar, surgirán por la necesidad de atravesar el curso y valle de algunos de los importantes ríos que discurren por el Tramo, así como los numerosos pequeños valles y barrancos de los arroyos que drenan la Zona. La ocupación por las aguas embalsadas de los valles de los ríos Gadiana y Zujar parece condicionar de alguna forma la ubicación de cualquier corredor de trazado por las zonas de cola o sectores más estrechos de los embalses.

Los problemas hidrológicos se suscitarán por una parte de la naturaleza impermeable del precámbrico, y por otra de la existencia de amplias planicies que mantienen recubrimientos someros de terrenos detríticos (rañas y glaciares). En estas áreas, la escorrentía superficial es muy pobre y suele crearse un manto freático estacional o permanente, que hace que algunas zonas sean endorreicas, con la subsiguiente creación de áreas lagunares.

Los problemas de carácter geotécnico se originarán fundamentalmente en la excavación de taludes artificiales como consecuencia de unas condiciones estructurales y tectónicas favorables a la inestabilidad de grandes masas de roca. Por esta razón, habrá que tener muy en cuenta, las discontinuidades de todo tipo existentes (estratificación, esquistosidad, diaclasado, fallas y alteración) a la hora de diseñar taludes. Los problemas de capacidad portante sólo podrán darse localmente en apoyos superficiales a media ladera o sobre la somera capa de recubrimientos. En este último caso los problemas serán siempre de baja intensidad, dada la escasa potencia que normalmente tienen los recubrimientos. En apoyos a media ladera, los problemas serán localizados y podrán estar condicionados por sectores muy tectonizados y alterados. En general, se considera que a poco que se profundice en el terreno, salvo casos muy puntuales las condiciones para fundar estructuras, será buena.

3.3. ZONA 2: SIERRAS PALEOZOICAS

3.3.1. Geomorfología

Los elementos morfológicos que integran el territorio de la Zona 2 son los siguientes:

- Cresterías de las cumbres serranas
- Laderas de derrubios de gravedad, y piedemontes
- Pequeñas sierras y alomaciones entre grandes sierras



Foto 14. Sierra de la Chimenea donde se observa el típico relieve "apalachiano" de las cuarcitas del Arenig. Al fondo, la explotación abandonada del YG-2 en los coluviales del grupo litológico C1.

- Cresterías de las cumbres serranas

Las sierras del Tramo se alzan sobre la penillanura precámbrica a favor de una columna vertebral resistente a la denudación paleógena, como es la potente serie cuarcítica del ordovícico. (Foto 14). Las apretadas estructuras sinclinales creadas durante la orogenia hercínica y representadas por la denudación, darán lugar a los relieves estructurales invertidos en los que las cuarcitas del arenig ocupan las cimas montañosas en un relieve agreste y recortado, en donde las formas ruiniformes son frecuentes. Estos núcleos serranos son muy espectaculares y confieren al paisaje grandeza y espectacularidad. Los procesos observados en estas áreas, en donde la tectónica se hace muy patente por la desnudez de la roca, son roturas de gravedad a todos los tamaños, desde grandísimos corrimientos fósiles a desprendimientos de bloques y cuñas en las paredes escarpadas, como fenómenos más actuales.

- Laderas de derrubios de gravedad y piedemontes

Como una falda que rodea los núcleos cuarcíticos de las grandes sierras, el manto de derrubios se extiende sin solución de continuidad alrededor de los mismos. Iniciados con pendientes muy fuertes al pie de los escarpes de cuarcitas, van suavizando su pendiente a medida que se aproximan a la base de la sierra. Las estructuras creadas son coluviones, conos de deyección y glacis entre los que se debe incluir, en algunos casos, restos de plataformas de rañas e incluso sedimentos adosados de materiales neógenos. Las laderas son áreas que fosilizan un proceso de inestabilidad por deslizamientos gravitacionales acontecido en fases de clima periglacial, y que en la actualidad son estructuras de actividad potencial o latente, y mucho menos grado activas. Los procesos son activados a causa de la existencia de un substrato impermeable de alto contenido en componentes arcillosos de tipo caolínico. Este substrato, sobre el que mayoritariamente se apoyan los derrubios de gravedad que arrancan de las cresterías cuarcíticas, son los materiales pizarrosos del Cámbrico - Tremadoc o Precámbrico tectonizados y alterados hasta profundidades muy importantes. La presencia de un horizonte freático permanente o estacional, en el contacto coluvión - substrato, favorece el desarrollo de los procesos gravitacionales.



Foto 15. Panorámica desde la ladera de la margen derecha del arroyo Valmayor que sigue a grandes rasgos el eje del amplio sinclinal paleozoico y se encaja sobre las pizarras y areniscas del grupo (141b).

- Pequeñas sierras y alomaciones entre grandes sierras

Esta unidad morfológica que reúne en sí, de alguna forma a las dos anteriormente expuestas, está representada por un relieve estructural asociado a un amplio sinclinal que, orientado de NO-SE, ocupa la parte nororiental del Tramo. (Foto 15). Este gran sinclinal integrado por materiales paleozoicos, se alza sobre la penillanura precámbrica creando en sus flancos, una serie de altas sierras “apalachien-ses”, coronadas por las cuarcitas del ordovícico. Entre estas sierras y los valles menores, los interfluvios son ocupados, la mayoría de las veces por los cordeles cuarcíticos intercalados en las series silúricas y devónicas. Las laderas de las sierras intermedias suelen poseer pendientes acusadas, aunque no tanto como las de las grandes sierras, y sus tapizados por derrubios de gravedad son menos importantes.

Los fenómenos de inestabilidad de vertiente son procesos frecuentes que están asociados por una parte al carácter impermeable, la alteración y tectonicidad de los materiales pizarrosos que suelen constituir el substrato de las laderas, y por otro a la existencia de laderas estructurales que propician corrimientos entre capas a todas las escalas.

3.3.2. Tectónica

La orogenia hercínica es la responsable de las estructuras de plegamiento que definen la Zona 2. (Ver Figura 10). Una serie de sinclinales más o menos completos en sus dos flancos, se alzan sobre la penillanura precámbrica para construir los relieves invertidos que son las sierras existentes en el Tramo. La estructura sinclinal paleozoica más importante dentro del Tramo da lugar a las sierras existentes en el ángulo noreste del área de estudio. La siguiente en importancia constituye las sierras situadas al norte de Orellana de la Sierra, en que se incluye otra estructura menor adosada que da lugar a los pronunciamientos topográficos de Repica y Cerro del Bravo, situados al noreste de la citada población. El tercer conjunto estructural paleozoico está representado por las sierras que se alzan al sur de la Puebla de Alcocer, que establecen un puente discontinuo de conexión con las estructuras del área de Orellana de la Sierra, mediante un cordel o rosario de afloramientos cuarcíticos que, con orientación NO-SE, destacan morfológicamente sobre las pizarras y grauvacas precámbricas, como es el caso del cerro El Olivaron situado en la margen izquierda del Embalse de Orellana.

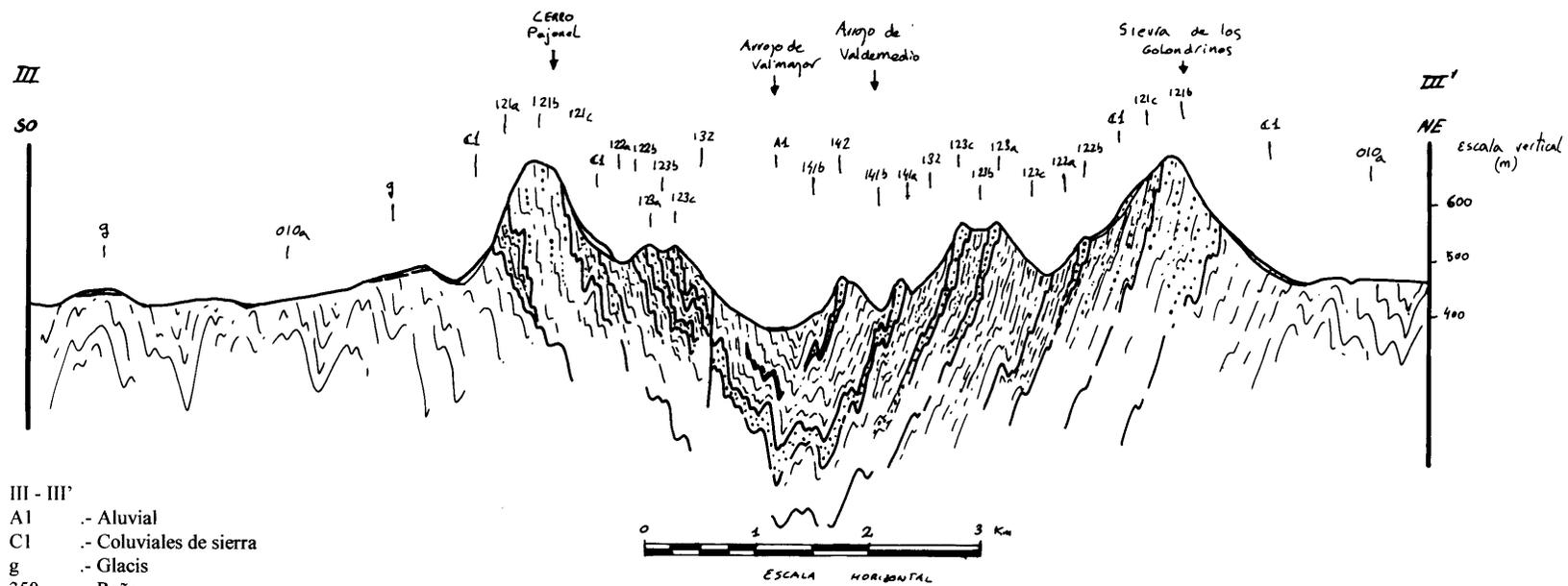
La estructura mayor situada al sur y oeste de la población de Herrera del Duque, presenta en su conjunto la orientación regional ONO-ESE. Una visión más localizada de esta estructura deja ver fluctuaciones muy importantes en el rumbo. En unos casos, las sierras y cordeles cuarcíticos, que suelen ser los guías y delatadores de las estructuras, tienden

a orientarse E-O, como en el caso de la sierra de la Chimenea, construida por cuarcitas del Arenig. En otros, las capas sufren inflexiones muy importantes, como consecuencia de fallas direccionales y del plegamiento de 2ª fase, y dan lugar a arqueos como el que se produce en las cuarcitas del Arenig del sur y sureste de Herrera del Duque constitutivas de las sierras de Consolación y del Chamorro. En el interior del gran sinclinal, los materiales silúricos y devónicos complican aún más sus estructuras con pliegues y repliegues a la vez que las capas sufren acusados desplazamientos como consecuencia de la densa red de fallas existente. La importante red de fracturación que atraviesa esta estructura sinclinal, está constituida por un sistema de fallas que presentan los siguientes rumbos: NE-SO, NNE-SSO a NNO-SSE y ONO-ESE a E-O.

Las estructuras existentes al norte y noreste de Orellana de la Sierra son sinclinales cuyos planos axiales sufren un alabamiento que los hace fluctuar entre una dirección norteada y otra de rumbo NE-SO. El eje de los mismos parece sufrir una inmersión al norte, y los sinclinales quedan abiertos al norte y cerrados al sur y suroeste. Al norte de la estructura mayor de Orellana de la Sierra aflora, aislada de la misma, una pequeña estructura sinclinal orientada NO-SE.

El sistema de fallas más importante que atraviesa estas estructuras tiene componente E-O y su densidad es muy alta. Fallas de rumbo NO-SE son también muy importantes así como las de dirección NE-SO. En general se debe hablar de un área de muy alto diastrofismo, que se hace muy patente en la alta tectonicidad de las rocas y en la profunda alteración de los terrenos pizarrosos que incluye.

La tectónica terciaria y los movimientos neotectónicos del final del terciario actuaron reactivando este puzle tridimensional. Durante el cuaternario, las laderas han sufrido amplias áreas movimientos gravitacionales importantes, que en la actualidad se deben considerar estructuras latentes.



- III - III'
- A1 - Aluvial
 - C1 - Coluviales de sierra
 - g - Glacis
 - 350 - Raña
 - 142 - Cuarcitas y areniscas
 - 141b - Cuarcitas, areniscas y calizas
 - 141a - Cuarcitas y pizarras
 - 132 - Pizarras negras, y pizarras, areniscas y cuarcitas
 - 123c - Grauvacas y cuarcitas
 - 123b - Pizarras de cantera
 - 123a - Cuarcitas, areniscas y pizarras
 - 122c - Areniscas micaceas, cuarcitas y pizarras
 - 122b - Areniscas, cuarcitas y pizarras
 - 122a - Pizarras
 - 121c - Areniscas, areniscas micaceas, cuarcitas y pizarras
 - 121b - Cuarcitas
 - 121a - Cuarcitas, areniscas, pizarras, limolitas y conglomerados
 - 010a - Pizarras y grauvacas

Figura 10.- Corte geológico correspondiente a la Zona 2.

FIGURA 10. CORTE GEOLÓGICO CORRESPONDIENTE A LA ZONA 2.

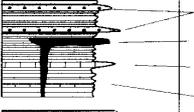
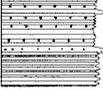
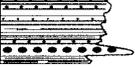
COLUMNA	GRUPO LITOLÓGICO	GRUPO GEOTÉCNICO	DESCRIPCION	EDAD
	A1,a1	G1	ALUVIAL	CUATERNARIO
	A2,a2	G2	FONDOS DE VALLE	CUATERNARIO
	C1,c1	G4	COLUMNALES DE SIERRA	CUATERNARIO
	D,d	G5	CONOS DE DEYECCION	CUATERNARIO
	142	G9	CUARCITAS Y ARENISCAS	DEVÓNICO TARDI-HERCINICO DEVÓNICO INF. DEVÓNICO
	001	G12	DIABASAS	
	141c	G8	CALIZAS	
	141b	G8	CUARCITAS, ARENISCAS Y CALIZAS	
	141a	G9	CUARCITAS Y PIZARRAS	DEVÓNICO INF.
	132	G8	PIZARRAS NEGRAS. Y PIZARRAS, ARENISCAS Y CUARCITAS	SILÚRICO
	123c	G9	GRANULACAS Y CUARCITAS	ASHG. - LLANDO.
	123b	G8	PIZARRAS DE CANTERA	CARADOC
	123a	G9	CUARCITAS, ARENISCAS Y PIZARRAS	CARADOC
	122c	G10	ARENISCAS MICACEAS, CUARCITAS Y PIZARRAS	LLANDEILO
	122b	G10	ARENISCAS, CUARCITAS Y PIZARRAS	LLANDEILO LLANVIR.- LLANDE.
	122a	G8	PIZARRAS	
	121c	G10	ARENISCAS, ARENISCAS MICACEAS, CUARCITAS Y PIZARRAS	ARENIG - LLANVIR.
	121b	G9	CUARCITAS	ARENIG
	121a	G10	CUARCITAS, ARENISCAS, PIZARRAS, LIMOLITAS Y CONGLOMERADOS	TREMADOC

FIGURA 11. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE LA ZONA 2.

La estructura situada al sur de la Puebla de Alcocer, parece corresponder al flanco norte de un sinclinal, orientado en dirección ONO-ESE. Como consecuencia del juego de un sistema de fallas direccionales de rumbo NE-SO, la mitad suroriental de esta estructura se encuentra rota y desplazada en bloques que en la actualidad forman un rosario de pequeñas sierras separados de la principal (sierra del castillo).

Aparte de las fallas de dirección NE-SO, muy importantes, aparece todo un sistema que se orienta entre esta dirección y la N-S. Especial importancia deben tener fallas de dirección paralela a la estructura sinclinal, que parecen establecer un contacto mecanizado y continuo con los materiales precámbricos. Este sistema de fallas y/o cabalgamientos de dirección paralela a la estructura sinclinal, se hace muy patente a sur de Herrera del Duque donde parece laminar y engrosar a multitud de grupos litológicos. En las vertientes de estas sierras existen grandes movimientos de roturas de gravedad que se deben considerar estructuras latentes y hasta cierto punto activas localmente.

3.3.3. Columna estratigráfica

La columna estratigráfica de la Zona 2 es la dibujada en la Figura 11.

3.3.4. Grupos litológicos

ALUVIAL, (A1, a1)

FONDOS DE VALLE, (A2, a2)

Estos grupos se describen en la Zona 3 (páginas 115 y 116), donde se encuentran ampliamente representados.

COLUVIALES DE SIERRA, (C1, c1)

- Litología

Este grupo está constituido por coluviales de pie de ladera y por los canchales de los relieves cuarcíticos originados en diversas fases de configuración de las laderas a lo largo del Plio-cuaternario. Los canchales o pedreras están constituidos por cantos y bloques, heterométricos y de naturaleza principalmente cuarcítica con muy poca matriz; en mucha menor proporción también se han detectado cantos de pizarra. (Foto 16). La matriz de los canchales es principalmente arenosa y limosa, con gravillas angulosas dispersas. Los cantos y bloques son muy angulosos y su tamaño medio está comprendido entre los 20 y 30 cm. Los coluviales de pie de ladera presentan un tamaño medio menor y están ligados por una cantidad mucho más importante de matriz. Están constituidos por cantos y gravas angulosas de cuarcita, pizarra y en menor proporción cuarzo. La matriz de este último tipo de depósito está formada principalmente por arenas y limos arcillosos de tonos rojizos. La alterabilidad de este grupo se estima moderada-alta.



Foto 16. Coluviales cuarcíticos pertenecientes al grupo litológico C1. En la parte superior de la foto se puede observar un nivel de canchales. Cantera abandonada en la ladera de la sierra de la Chimenea. Pk(167) de la carretera N-430.

- Estructura

Este grupo conforma canchales de pendientes moderadas y fuertes, y aureolas coluvionales de pendientes más suaves y tendidas en sus pies. Se han detectado en la observación fotogeológica, estructuras deslizadas con formas de "media luna" con un origen no muy claro entre reptaciones tipo creep y movimientos rotacionales. Se deposita con una pendiente subparalela a la inclinación de la ladera. Interiormente presenta una estructura masiva. Los canchales tienen una estructura cartográfica en nevero, mientras que el resto del grupo presenta una estructura en cuña o cuña-aureola. La potencia de este grupo se estima entre 0.5 m y 3 m para (c1), y entre 3 m y 10 m, y circunstancialmente mayor para (C1).

- Geotecnia

- Permeabilidad: Superficialmente este grupo litológico, que engloba recubrimientos de ladera de distinto porte por la potencia y porcentaje de finos, suele presentar un horizonte de lavado que faculta una buena infiltración por percolación de las aguas meteóricas al cuerpo del coluvión. Este, contiene en gene-

ral una abundante matriz limo-arcillosa con capacidad de retención importante del elemento líquido. En general puede hablarse de una permeabilidad media moderada. Con mucha frecuencia las aguas de infiltración, que van a encontrar un substrato impermeable de pizarras muy alteradas, tendrán un lugar de afloramiento al pie de los abanicos de derrubios que tapizan las vertientes serranas, en donde son numerosas las fuentes y surgencias freáticas.

- Estabilidad natural: La inestabilidad fósil, latente y activa observada en los derrubios de ladera, que de forma continua tapizan las vertientes de las sierras paleozoicas, es muy patente. La morfología desarrollada por los procesos geomorfológicos en el transcurso del cuaternario, describen una fenomenología de clima periglacial en el que los movimientos gravitacionales han sido favorecidos por la existencia de un substrato pizarroso profundamente alterado, que constituye un horizonte o manto con alto contenido en caolín, o bien un substrato roto y descompuesto por corrimientos entre estratos en laderas estructurales. Muchas de las formas observadas, presentan características que semejan a pequeños frentes morrénicos que podrían haberse formado por desplazamiento de pequeñas masas de hielo, o bien parece más lógico, tratarse de procesos de solifluxión que darán lugar a esas masas semicirculares de derrubios a modo de “barjanas de piedra”. En cualquier caso, el substrato alterado de plasma caolínico interviene como causa esencial en el proceso inestable.

En algunos casos, el material de derrubio coluvial se sitúa sobre las formaciones terciarias de limos, arenas y fangos variolados, alimentados a su vez, por el desmantelamiento del manto de alteración pre-eoceno, al inicio del terciario. En estos casos también se observa una inestabilidad de vertiente clara asociada a estas situaciones.

- Taludes artificiales observados: Los taludes excavados en los mantos de recubrimiento coluvial alcanzan normalmente alturas pequeñas, y cuando el talud adquiere dimensiones por encima de la normal potencia del coluvión (entre 0'5 y 10 metros), este aparece conformando la montera del desmonte.

En razón de su grado de compactación y composición granulo-métrica, normalmente abundante en cantos angulosos de cuarcita, las pendientes de los taludes pueden oscilar entre el 1H:1V y el 1'5H:1V. En algún caso, se ha observado un talud de unos 15 metros de altura excavado en una pedrera para extracción de áridos cuya pendiente superaba el 1H:1'5V.

Los problemas de inestabilidad observados son claros cuando en el substrato de apoyo aparece la formación arcillosa que constituye el manto de alteración pre-eoceno, desarrollado sobre las pizarras del substrato precámbrico paleozoico. (Foto 17).



Foto 17. Pequeño deslizamiento sobre los materiales del grupo litológico (c1). Casa del Olivarón, embalse de Orellana.

- Taludes recomendados: En general, no deben diseñarse taludes en materiales de coluvión superiores al 1H:1V, pendiente esta que, en numerosas ocasiones, resultará excesiva debido a la abundancia de áreas con inestabilidad fósil o latente dentro del grupo litológico. En estos casos, con un coluvial de composición muy arcillosa o que se apoya sobre un substrato que lo es, las pendientes aconsejables serán 1'5H:1V como máximo.

En los taludes excavados sobre estos materiales coluviales, especialmente cuando se trate de horizontes ricos en componentes limo-arcillosos, deberá obtenerse por la creación de un tapiz vegetal para evitar la constante colmatación de las cunetas.

- Capacidad portante: Este grupo litológico no debe considerarse nunca como una formación susceptible de soportar cargas de alguna entidad. Localmente en áreas de coluvial potente y antiguo situado sobre un substrato paleozoico no alterado y sin visos de rotura de ladera, podrá ser valorado positivamente para soporte de pequeñas solicitudes de carga. Se considera muy importante en estos terrenos, en orden a la estabilidad, la necesidad de no crear obstruc-

ciones a las aguas de circulación freática y superficial, y crear estructuras de drenaje que impida la permanencia del horizonte freático que normalmente existe entre substrato y recubrimiento coluvial.

- Ripabilidad: Son materiales excavables en su totalidad.

CONOS DE DEYECCIÓN, (D,d)

Este grupo se describe en la Zona 1 (página 36), donde se encuentra ampliamente representado.

PIZARRAS, ARENISCAS Y CALIZAS, (141b) - CALIZAS, (141c)

- Litología

Este grupo litológico está constituido por pizarras con intercalaciones, de centimétricas a decimétricas de areniscas. (Fotos 18 y 19). Lo conforma dos niveles, uno basal donde son frecuentes las intercalaciones calcáreas y otro superior donde los carbonatos prácticamente están ausentes.



Foto 18. Alternancia decimétrica de pizarras y areniscas pertenecientes al grupo litológico (141b). Cercanías del collado de Valdenmedio.



Foto 19. Intercalaciones areniscosas de orden métrico dentro del grupo litológico (141b). Fotografía obtenida junto al puente del arroyo de Valmayor en la carretera que va desde la presa de García Sola a Peloche.

El nivel basal está representado por 140 metros, aproximadamente, de pizarras laminadas limolíticas de color gris verdoso con intercalaciones, de centimétricas a decimétricas de areniscas. Esporádicamente se han detectado niveles de calizas, que cuando tienen una potencia cartográficamente significativa, se han separado, como el grupo litológico (141c).

El grupo litológico (141c) está constituido por calizas con intercalaciones de pizarras. (Foto 20). Las calizas son microcristalinas, bioclásticas y recrystalizadas grises, que alternan con areniscas calcáreas y pelitas.



Foto 20. Calizas devónicas pertenecientes al grupo litológico (141c). Collado de Valdenmedio, Valles de Don Arturo.

Las intercalaciones areniscosas son cuarcitas limolíticas de granos subredondeados de cuarzo, con óxidos de hierro, matriz sericítica y cemento de cuarzo. Como minerales accesorios se han detectado circón y rutilo. Las intercalaciones calcáreas son lumaquelas de bioclastos, superiores a 4 mm, recristalizadas, con textura de esqueleto denso y con espacios intergranulares rellenos de cemento ferruginoso con limo detrítico de cuarzo.

El nivel superior está constituido, casi esencialmente por una sucesión de 80 metros de pizarras limolíticas gris verdosas con intercalaciones de niveles, de centimétricos a decimétricos de areniscas y cuarcitas. Las características petrológicas de las intercalaciones detríticas, son iguales que las del nivel inferior. Cuando estas intercalaciones areniscosas y cuarcíticas, tienen una potencia cartográfica significativa, se ha diferenciado como el grupo litológico (142).

En este grupo aparecen numerosas intrusiones de rocas básicas (diabasas) constitutivas del grupo litológico (001), cuando tienen representación cartográfica. Es de suponer la existencia de otros núcleos diabásicos bajo los amplios recubrimientos coluviales del presente grupo litológico.

- Estructura

Este grupo litológico se encuentra localizado en el núcleo del sinclinal de Herrera del Duque. Se trata de una serie estructurada en dos tramos, litológicamente bastante homogénea con intercalaciones irregulares, tanto en frecuencia como en potencia, de niveles más competentes silíceos y carbonatados. Estas intercalaciones tienen una estructura lentejona y una continuidad lateral escasa.

Conforma relieves alomados, salpicados por pequeñas crestas generadas por los grupos litológicos (142) y (141c) intercalados en él. Se encuentra moderadamente fallado, y el grado de fracturación se puede considerar moderado alto. El grado de metamorfismo es bajo - muy bajo. Interiormente se encuentra muy replegado y con algún nivel de despegue. La potencia aproximada de este grupo litológico es de 220 metros.

El grupo litológico (141c) se restringe, cartográficamente al Collado Valdenmedio, al sur de la localidad de Herrera del Duque. Posee una estructura lentejona, y la continuidad lateral del afloramiento no supera los 3 kilómetros. La potencia máxima estimada para este grupo litológico no supera los 40 metros.

- Geotecnia

- Permeabilidad: El conjunto del grupo litológico presenta una permeabilidad baja. Circunstancialmente buena, a través de algunas capas calizas (planos de estratificación) o de forma fisural, la formación puede hacerse algo permeable. El grupo (141c) posee una permeabilidad buena por karstificación.
- Estabilidad natural: En las laderas que normalmente conforman estos terrenos, se han observado fenómenos de deslizamientos y corrimientos gravitacionales, no muy profundos en general. El origen de estas inestabilidades debe buscarse en varias causas, entre las cuales, las más importantes serían:
 - a) Existencia en zonas altas o de cumbre de la ladera, de una formación capaz de crear un acuífero que normalmente será fisural y que podrá proporcionar agua y presiones hidrostáticas a través de fisuras, planos de estratificación y esquistosidad a las pizarras de este grupo.
 - b) Existencia de una red intensa de fallas, fracturación y diaclasado que jugarán en la definición del volumen y área movilizada. Entre los planos de movimiento, las superficies entre capas que han jugado mecánicamente durante el plegamiento, adquieren un protagonismo manifiesto en los corrimientos gravitacionales de ladera.

- c) Disposición favorable de las capas creando pendientes estructurales que, a lo largo del tiempo, la erosión puede dejar descolgados y terminan por romper y moverse a favor de los planos de estratificación, en muchos casos movilizados tectónicamente, o esquistosidad.
 - d) Rotura por vuelco de estratos en zonas donde la estratificación y pizarrosidad están bastante verticalizadas.
- Taludes observados: Los taludes de excavación observados son de muy pequeñas dimensiones, en general perpendiculares a la estratificación y esquistosidad principal. Se ha apreciado en ellos un fácil deterioro por erosión y meteorización
 - Taludes recomendados: En desmontes transversales a la estratificación y esquistosidad principal, que sería tanto como decir transversales a la alineación de las laderas, los taludes tendrán en principio las mejores condiciones en orden a su estabilidad. En estos casos, no obstante, se piensa que no sería conveniente dar pendientes superiores al 1H:1V a los mismos. En este orden de cosas se desprende que, cuando los taludes sean excavados paralelos a las vertientes, los problemas de estabilidad podrán surgir con facilidad, por lo que se aconseja no diseñar taludes que superen valores del tipo 1'5H:1V. Ante la necesidad técnica o táctica de superar estos valores se deben prever medidas de refuerzo o contención en los taludes.
 - Capacidad portante: Los apoyos a media ladera, que serían los normales en este grupo, tendrán valores bajos o moderadamente bajos para la capacidad portante en los niveles superficiales del terreno, y localmente lo podrá ser hasta profundidades medias en aquellas áreas en donde se han detectado movimientos del terreno de carácter gravitatorio. A partir de profundidades medias que se podrán estimar como mínimo en los 6 - 7 metros, las condiciones resistentes del terreno serán normalmente altas o moderadamente altas.
 - Ripabilidad: Se estima que en gran parte del grupo litológico el horizonte más superficial que podría oscilar entre 1 y 3 metros y quizás más, sería ripable con medios mecánicos normales o presentaría una ripabilidad marginal. En profundidad pasa de marginalmente ripable a no ripable.

CUARCITAS Y ARENISCAS, (142)

- Litología

Este grupo litológico está constituido por una alternancia irregular de niveles competentes de cuarcitas y areniscas, con pizarras. Los niveles competentes están constituidos por areniscas, areniscas cuarcíticas y cuarcitas blancas y pardas de

grano fino a limolíticos, formadas por granos de cuarzo subangulosos y una matriz cristalina de caolinita y clorita. Los niveles pizarrosos son de color verde oliva y poseen una laminación milimétrica.

- Estructura

Este grupo se encuentra intercalado dentro del grupo litológico (141b) y morfológicamente conforma pequeñas crestas dentro de él. (Foto 21). Se encuentra ubicado en la estructura sinclinal de Herrera del Duque. El grado de plegamiento es alto, así como el de fracturación y diaclasado. Se encuentra atravesado por diversas fallas que desplazan la dirección lineal de la crestas que conforma. La potencia aproximada de este grupo litológico es muy variable y oscila desde la decena de metros hasta los 75 - 100 metros, en los niveles más potentes.



Foto 21. Crestón de cuarcitas y areniscas pertenecientes al grupo litológico (142). Fotografía obtenida en el puente del arroyo de Valmayor, sobre la carretera que une la presa de García Sola y Peloche.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Materiales que sólo son permeables por fisuración.
- Estabilidad natural: Los estratos cuarcíticos, que constituyen mayoritariamente este grupo, ocupan normalmente las cimas o divisorias de aguas de gran parte de las sierras del Tramo. Sus estratos se alinean por lo regular con la dirección de las crestas, al tratarse de relieves estructurales que siguen el rumbo de los ejes de los pliegues hercínicos. A consecuencia de ello, es frecuente que una de las dos vertientes se constituya como ladera estructural en donde la pendiente natural tiende a adquirir la del plano de estratificación de las capas. Esto ha dado lugar que a favor de los planos de discontinuidad estratigráfica y en combinación con los tectónicos, se hayan originado corrimientos gravitacionales de todo tipo y dimensiones, especialmente en los niveles con estructuras sedimentarias de tipo alternante. En estos niveles alternantes, donde los bancos de cuarcita intercalan horizontes de pizarras, han tenido, en muchas ocasiones, un juego de despegue tectónico como planos de corrimiento entre capas en las etapas de compresión y plegamiento. En la actualidad la inestabilidad está relegada esencialmente a las capas más superficiales del terreno y sus recubrimientos, en los tramos de ladera altos con fuertes pendientes, y a las paredes escarpadas de las cresterías, en donde se desprenden bloques de muy diversa consideración.
- Taludes artificiales observados: Dado el frecuente emplazamiento de este grupo litológico en las divisorias de aguas de las sierras del Tramo, no suelen ser muy frecuentes los taludes de excavación sobre el mismo, excepto en aquellas carreteras que se ven obligadas a atravesarlas más o menos perpendicularmente.

Los taludes excavados en este grupo suelen ser en general de pequeña o media altura y de tipo subvertical o perfil muy fuerte. Mantienen en general una buena estabilidad excepto en el caso que las capas sean cortadas en dirección paralela o sensiblemente paralela a la estratificación y esta buce hacia la calzada. En estos casos los problemas de inestabilidad por corrimientos de estratos y cuñas suele ser acusado.

- Taludes recomendados: Salvo en las áreas en donde este grupo pueda aparecer fuertemente tectonizado, permitirá en la mayoría de los casos diseñar taludes entre fuertes y subverticales; especialmente si se excavan más o menos perpendiculares a la dirección de las capas. La fuerte inclinación, que normalmente presentan los materiales de este grupo, favorece también el diseño de taludes fuertes, cuando las capas se cortan en direcciones sesgadas, que formen un fuerte ángulo con la dirección de las capas. Cuando los taludes a excavar sean sensiblemente coincidentes con el rumbo de las capas, y el buzamiento de las mismas sea hacia la calzada, siempre que la inclinación de los planos de estratificación superen los 25°, se deberían dar pendientes al talud

que impidieran el afloramiento en el mismo de dichos planos. Especialmente si la serie cuarcítica intercala horizontes pizarrosos alterados, laminados y brechificados. En el caso de que las condiciones topográficas impidieran estos diseños habría que pensar en medidas de refuerzos y contención. En este último caso, y cuando se trate de tramos a media ladera, se debe investigar con detenimiento la estructura local, ante la posibilidad de que pueda existir estructuras fósiles de corrimiento a favor de capas o planos de falla.

En áreas de alta tectonicidad los taludes no deberán sobrepasar pendientes del orden 1H:1'5V. En cualquier caso será aconsejable construir una amplia cuneta al pie del talud en previsión de potenciales desprendimientos.

- Capacidad portante: La mayor parte de los materiales de este grupo litológico presenta una capacidad portante muy alta. Circunstancialmente en áreas de alta tectonicidad y alteración las condiciones resistentes pueden descender a moderadas. Con relación a las zonas medias y altas de las laderas con pendientes estructurales, en donde se han observado corrimientos gravitacionales de capas o grandes cuñas, las condiciones portantes del terreno, en los niveles más superficiales, pueden ser bastante críticas para solicitaciones importantes.
- Ripabilidad: Grupo no ripable.



Foto 22. Alternancia irregular de cuarcitas y pizarras pertenecientes al grupo litológico (141a). Carretera de Peloche a la presa de García Sola.

CUARCITAS Y PIZARRAS, (141a)

- Litología

Este grupo litológico está constituido por una alternancia irregular de cuarcitas y pizarras. (Foto 22). Esta irregularidad se manifiesta tanto en su distribución, siendo más cuarcítica en unas áreas que otras, como en su potencia. Los afloramientos de este grupo son escasos y en su gran mayoría cubiertos por un manto coluvionar, por lo que no se ha podido definir una columna estratigráfica clara. Las cuarcíticas son de grano medio, de subangulosas a subredondeadas, de cuarzo con una fracción irregular de matriz sericítica. Las pizarras son oscuras y suelen estar bastante bioturbadas.

- Estructura

Este grupo litológico aflora en el núcleo del sinclinal de Herrera del Duque. Morfológicamente conforma un resalte estructural muy claro que se va difuminando hacia el Este del Tramo. Cartográficamente presenta importantes variaciones en su potencia que se pueden deber tanto a factores sedimentológicos como a tectónicos. Como término medio, se puede decir que su potencia oscila entre 20 y 100 metros.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Materiales que sólo son permeables por fisuración.
- Estabilidad natural: Los estratos cuarcíticos, que constituyen mayoritariamente este grupo, ocupan normalmente las cimas o divisorias de aguas de gran parte de las sierras del Tramo. Sus estratos se alinean por lo regular con la dirección de las crestas, al tratarse de relieves estructurales que siguen el rumbo de los ejes de los pliegues hercínicos. A consecuencia de ello, es frecuente que una de las dos vertientes se constituya como ladera estructural en donde la pendiente natural tiende a adquirir la del plano de estratificación de las capas. Esto ha dado lugar que a favor de los planos de discontinuidad estratigráfica y en combinación con los tectónicos, se hayan originado corrimientos gravitacionales de todo tipo y dimensiones, especialmente en los niveles con estructuras sedimentarias de tipo alternante. En estos niveles alternantes, donde los bancos de cuarcita intercalan horizontes de pizarras, han tenido, en muchas ocasiones, un juego de despegue tectónico como planos de corrimiento entre capas en las etapas de compresión y plegamiento. En la actualidad la inestabilidad está relegada esencialmente a las capas más superficiales del terreno y sus recubrimientos, en los tramos de ladera altos con fuertes pendientes, y a las paredes escarpadas de las cresterías, en donde se desprenden bloques de muy diversa consideración.

- Taludes artificiales observados: Dado el frecuente emplazamiento de este grupo litológico en las divisorias de aguas de las sierras del Tramo, no suelen ser muy frecuentes los taludes de excavación sobre el mismo, excepto en aquellas carreteras que se ven obligadas a atravesarlas más o menos perpendicularmente.

Los taludes excavados en este grupo suelen ser en general de pequeña o media altura y de tipo subvertical o perfil muy fuerte. Mantienen en general una buena estabilidad excepto en el caso que las capas sean cortadas en dirección paralela o sensiblemente paralela a la estratificación y esta buce hacia la calzada. En estos casos los problemas de inestabilidad por corrimientos de estratos y cuñas suele ser acusado.

- Taludes recomendados: Salvo en las áreas en donde este grupo pueda aparecer fuertemente tectonicizado, permitirá en la mayoría de los casos diseñar taludes entre fuertes y subverticales; especialmente si se excavan más o menos perpendiculares a la dirección de las capas. La fuerte inclinación, que normalmente presentan los materiales de este grupo, favorece también el diseño de taludes fuertes, cuando las capas se cortan en direcciones sesgadas, que formen un fuerte ángulo con la dirección de las capas. Cuando los taludes a excavar sean sensiblemente coincidentes con el rumbo de las capas, y el buzamiento de las mismas sea hacia la calzada, siempre que la inclinación de los planos de estratificación superen los 25° , se deberían dar pendientes al talud que impidieran el afloramiento en el mismo de dichos planos. Especialmente si la serie cuarcítica intercala horizontes pizarrosos alterados, laminados y brechificados. En el caso de que las condiciones topográficas impidieran estos diseños habría que pensar en medidas de refuerzos y contención. En este último caso, y cuando se trate de tramos a media ladera, se debe investigar con detenimiento la estructura local, ante la posibilidad de que pueda existir estructuras fósiles de corrimiento a favor de capas o planos de falla.

En áreas de alta tectonicidad los taludes no deberán sobrepasar pendientes del orden 1H:1'5V. En cualquier caso será aconsejable construir una amplia cuneta al pie del talud en previsión de potenciales desprendimientos.

- Capacidad portante: La mayor parte de los materiales de este grupo litológico presenta una capacidad portante muy alta. Circunstanacialmente en áreas de alta tectonicidad y alteración las condiciones resistentes pueden descender a moderadas. Con relación a las zonas medias y altas de las laderas con pendientes estructurales, en donde se han observado corrimientos gravitacionales de capas o grandes cuñas, las condiciones portantes del terreno, en los niveles más superficiales, pueden ser bastante críticas para sollicitaciones importantes.
- Ripabilidad: Grupo no ripable.

PIZARRAS NEGRAS Y PIZARRAS, ARENISCAS Y CUARCITAS, (132)

- Litología

Este grupo litológico está constituido por dos tramos. El tramo inferior está constituido por pizarras negras, y el superior por una sucesión de pizarras, areniscas y cuarcitas.

Las pizarras negras del tramo inferior poseen un contenido abundante de materia orgánica (ampelitas) y pirita. Se trata de un tramo litológicamente bastante homogéneo, en sentido amplio, de 100 a 150 metros de potencia. Hacia la parte media y alta del tramo inferior, son frecuentes pequeñas intercalaciones (de centimétricas a decimétricas) de areniscas y pizarras areniscosas.

En los tramos pizarrosos se observa una laminación interna muy fina. También son muy frecuentes pequeños bandeados de niveles milimétricos de óxidos de hierro procedentes de piritas.

Los niveles más detríticos son limolitas formadas por granos de cuarzo subanguloso, moscovita y biotita cloritizada, óxidos de hierro de carácter detrítico y matriz sericítica. Los minerales accesorios son circón, turmalina, rutilo y opacos.

El tramo superior del grupo litológico esta constituido por una sucesión, entre 400 y 500 metros, de pizarras limolíticas verde-oliva con intercalaciones centimétricas de areniscas y cuarcitas. (Foto 23). Se han detectado niveles de sills muy alterados de rocas de composición basáltica.



Foto 23. Pizarras limolíticas de tonos verdosos constitutivas del tramo superior del grupo litológico (132). Carretera de Peloche a la presa de García Sola.

- Estructura

Este grupo se encuentra ubicado dentro de la estructura sinclinal de Herrera del Duque. Conforman valles y laderas de ríos y arroyos, y relieves alomados en general. Los niveles de sills basálticos del tramo superior, poseen una estructura lenticular y su continuidad lateral está comprendida entre unos cientos de metros y un kilómetro. El grado de fracturación es moderado alto. La potencia media aproximada de este grupo litológico oscila entre 500 y 600 metros.

- Geotecnia

- Permeabilidad: El conjunto del grupo litológico presenta una permeabilidad baja. A través de planos de estratificación o de forma fisural, la formación puede hacerse algo permeable.
- Estabilidad natural: En las laderas que normalmente conforman estos terrenos, se han observado fenómenos de deslizamientos y corrimientos gravitacionales, no muy profundos en general. El origen de estas inestabilidades debe buscarse en varias causas, entre las cuales, las más importantes serían:

- a) Existencia en zonas altas o de cumbre de la ladera, de una formación capaz de crear un acuífero que normalmente será fisural y que podrá proporcionar agua y presiones hidrostáticas a través de fisuras, planos de estratificación y esquistosidad a las pizarras de este grupo.
 - b) Existencia de una red intensa de fallas, fracturación y diaclasado que jugarán en la definición del volumen y área movilizada. Entre los planos de movimiento, las superficies entre capas que han jugado mecánicamente durante el plegamiento, adquieren un protagonismo manifiesto en los corrimientos gravitacionales de ladera.
 - c) Disposición favorable de las capas creando pendientes estructurales que, a lo largo del tiempo, la erosión puede dejar descolgados y terminan por romper y moverse a favor de los planos de estratificación, en muchos casos movilizados tectónicamente, o esquistosidad.
 - d) Rotura por vuelco de estratos en zonas donde la estratificación y pizarrosidad están bastante verticalizadas.
- Taludes observados: Los taludes de excavación observados son de muy pequeñas dimensiones, en general perpendiculares a la estratificación y esquistosidad principal. Se ha apreciado en ellos un fácil deterioro por erosión y meteorización
 - Taludes recomendados: En desmontes transversales a la estratificación y esquistosidad principal, que sería tanto como decir transversales a la alineación de las laderas, los taludes tendrán en principio las mejores condiciones en orden a su estabilidad. En estos casos, no obstante, se piensa que no sería conveniente dar pendientes superiores al 1H:1V a los mismos. En este orden de cosas se desprende que, cuando los taludes sean excavados paralelos a las vertientes, los problemas de estabilidad podrán surgir con facilidad, por lo que se aconseja no diseñar taludes que superen valores del tipo 1'5H:1V. Ante la necesidad técnica o táctica de superar estos valores se deben prever medidas de refuerzo o contención en los taludes.
 - Capacidad portante: Los apoyos a media ladera, que serían los normales en este grupo, tendrán valores bajos o moderadamente bajos para la capacidad portante en los niveles superficiales del terreno, y localmente lo podrá ser hasta profundidades medias en aquellas áreas en donde se han detectado movimientos del terreno de carácter gravitatorio. A partir de profundidades medias que se podrán estimar como mínimo en los 6 - 7 metros, las condiciones resistentes del terreno serán normalmente altas o moderadamente altas.

- Ripabilidad: Se estima que en gran parte del grupo litológico el horizonte más superficial que podría oscilar entre 1 y 3 metros y quizás más, sería ripable con medios mecánicos normales o presentaría una ripabilidad marginal. A niveles más profundos se considera, en principio, no lo sería con los medios mencionados.

GRAUVACAS Y CUARCITAS, (123c)

- Litología

Este grupo litológico está constituido por dos tramos bien diferenciados. El tramo inferior, significativamente menos potente que el superior (30 - 30 metros, como valor máximo) se encuentra a veces ausente. Está constituido por una sucesión grauváquica que contiene fragmentos ocasionales de cuarcitas, algunas veces deformadas y slumpizadas. Las grauvacas presentan granos subredondeados de cuarzo de tamaño fino-medio. La matriz es sericítica, con moscovita ocasional, y se encuentra impregnada por óxidos de hierro. Hacia techo, aparecen algunas intercalaciones cuarcíticas. Las cuarcitas son arenitas de grano fino y subangulosas, inmersas en una matriz sericítica con moscovita y leves impregnaciones de óxidos de hierro. Los minerales accesorios de las cuarcitas son el circón, rutilo y opacos.

El tramo superior es cuarcítico (cuarcitas de criadero) y poseen importantes variaciones en su potencia. (Fotos 24a y 24b). El espesor medio aproximado de este tramo oscila entre 30 y 90 metros. En el embalse de García Sola aparece un banco único de cuarcita muy homogénea de 22 metros de potencia. Hacia el Sudeste van surgiendo intercalaciones de pizarras y, pizarras y areniscas. En el borde este del estudio, este tramo superior está constituido por dos bancos de cuarcita de aproximadamente 25 metros de potencia el inferior y 15 el superior, separados por un intervalo de 25 metros de pizarras.



Fotos 24a y 24b. Crestones de las “Cuarcitas de Criadero”, pertenecientes al tramo superior del grupo litológico (123c). Fotografías obtenidas a ambos lados de la carretera de Peloche a la Presa de García Sola (proximidades a la Presa).

Las cuarcitas del tramo superior son blancas y grises, y bien estratificadas en bancos decimétricos. Son arenitas de grano fino de cuarzo, de subangulosos a subredondeados, con óxidos de hierro de carácter detrítico y distribución irregular. La matriz es sericítica (10%). Como minerales accesorios se han reconocido circon, turmalina, rutilo y moscovita. Las intercalaciones pizarrosas son de color gris oscuro con intercalaciones que oscilan de métricas a centimétricas de areniscas. Estas intercalaciones se van haciendo más importantes en dirección al embalse de García Sola.

- Estructura

Este grupo litológico aflora en el Este del Tramo. Morfológicamente conforma relieves positivos de tipo apalachiano. Se encuentra ubicado dentro de la estructura sinclinal de Herrera del Duque. En estos materiales es fácil reconocer innumerables repliegues, planos de cabalgamiento del tipo banco sobre banco. El grado de tectonicidad se considera moderado. La potencia media estimada para este grupo litológico oscila entre 20 y 60 metros.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Materiales que sólo son permeables por fisuración.
- Estabilidad natural: Los estratos cuarcíticos, que constituyen mayoritariamente este grupo, ocupan normalmente las cimas o divisorias de aguas de gran parte de las sierras del Tramo. Sus estratos se alinean por lo regular con la dirección de las crestas, al tratarse de relieves estructurales que siguen el rumbo de los ejes de los pliegues hercínicos. A consecuencia de ello, es frecuente que una de las dos vertientes se constituya como ladera estructural en donde la pendiente natural tiende a adquirir la del plano de estratificación de las capas. Esto ha dado lugar que a favor de los planos de discontinuidad estratigráfica y en combinación con los tectónicos, se hayan originado corrimientos gravitacionales de todo tipo y dimensiones, especialmente en los niveles con estructuras sedimentarias de tipo alternante. En estos niveles alternantes, donde los bancos de cuarcita intercalan horizontes de pizarras, han tenido, en muchas ocasiones, un juego de despegue tectónico como planos de corrimiento entre capas en las etapas de compresión y plegamiento. En la actualidad la inestabilidad está relegada esencialmente a las capas más superficiales del terreno y sus recubrimientos, en los tramos de ladera altos con fuertes pendientes, y a las paredes escarpadas de las cresterías, en donde se desprenden bloques de muy diversa consideración.
- Taludes artificiales observados: Dado el frecuente emplazamiento de este grupo litológico en las divisorias de aguas de las sierras del Tramo, no suelen ser muy frecuentes los taludes de excavación sobre el mismo, excepto en aquellas

carreteras que se ven obligadas a atravesarlas más o menos perpendicularmente.

Los taludes excavados en este grupo suelen ser en general de pequeña o media altura y de tipo subvertical o perfil muy fuerte. Mantienen en general una buena estabilidad excepto en el caso que las capas sean cortadas en dirección paralela o sensiblemente paralela a la estratificación y esta buce hacia la calzada. En estos casos los problemas de inestabilidad por corrimientos de estratos y cuñas suele ser acusado.

- Taludes recomendados: Salvo en las áreas en donde este grupo pueda aparecer fuertemente tectonizado, permitirá en la mayoría de los casos diseñar taludes entre fuertes y subverticales; especialmente si se excavan más o menos perpendiculares a la dirección de la capas. La fuerte inclinación, que normalmente presentan los materiales de este grupo, favorece también el diseño de taludes fuertes, cuando las capas se cortan en direcciones sesgadas, que formen un fuerte ángulo con la dirección de las capas. Cuando los taludes a excavar sean sensiblemente coincidentes con el rumbo de las capas, y el buzamiento de las mismas sea hacia la calzada, siempre que la inclinación de los planos de estratificación superen los 25° , se deberían dar pendientes al talud que impidieran el afloramiento en el mismo de dichos planos. Especialmente si la serie cuarcítica intercala horizontes pizarrosos alterados, laminados y brechificados. En el caso de que las condiciones topográficas impidieran estos diseños habría que pensar en medidas de refuerzos y contención. En este último caso, y cuando se trate de tramos a media ladera, se debe investigar con detenimiento la estructura local, ante la posibilidad de que pueda existir estructuras fósiles de corrimiento a favor de capas o planos de falla.

En áreas de alta tectonicidad los taludes no deberán sobrepasar pendientes del orden 1H:1'5V. En cualquier caso será aconsejable construir una amplia cuneta al pie del talud en previsión de potenciales desprendimientos.

- Capacidad portante: La mayor parte de los materiales de este grupo litológico presenta una capacidad portante muy alta. Circunstancialmente en áreas de alta tectonicidad y alteración las condiciones resistentes pueden descender a moderadas. Con relación a las zonas medias y altas de las laderas con pendientes estructurales, en donde se han observado corrimientos gravitacionales de capas o grandes cuñas, las condiciones portantes del terreno, en los niveles más superficiales, pueden ser bastante críticas para solicitaciones importantes.
- Ripabilidad: Grupo no ripable.

PIZARRAS DE CANTERA, (123b)

- Litología

Este grupo litológico está constituido por un tramo inferior de pizarras muy homogéneas, limolíticas y micáceas grises, grises azuladas y negras, que por alteración dan tonos verduscos. Presenta bandeados por acumulación de micas y óxidos de hierro. De forma muy local, se han detectado nódulos calcáreos en la base. Hacia la parte media y sobre todo a techo del grupo, es muy frecuente encontrar niveles de cuarcita en tránsito con el grupo litológico (123c). Estas cuarcitas son de grano fino y anguloso, con feldespato potásico, plagioclasas alteradas, y con circón, turmalina y rutilo. En este sentido, la parte alta de este grupo litológico, se transforma en una alternancia irregular de capas decimétricas de pizarras limolíticas grises, areniscas cuarcíticas lajeadas, micáceas y cuarcíticas. Presentan una compacidad y dureza muy buenas.

- Estructura

Este grupo conforma morfológicamente un relieve deprimido muy característico entre los grupos litológicos cuarcíticos (123a) y (123c). Posee una estructura tabular, y su grado de metamorfismo es muy bajo. El plegamiento es suave y presenta buzamientos fuertes en los flancos del sinclinal. El grado de fracturación es moderado. La intensidad de diaclasado se estima alta. La alteración de este grupo es moderada - alta. La potencia máxima estimada para este grupo litológico oscila entre 35 y 40 metros.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Grupo permeable sólo por fisuración.
- Estabilidad natural: En las pocas laderas naturales constituidas por este grupo dentro del Tramo, se han podido observar algunas estructuras superficiales debidas a corrimiento de capas en pendientes de tipo estructural, o vuelco de estratos en capas con buzamientos contrapendiente.
- Taludes artificiales observados: No existen taludes de excavación de mención en este grupo litológico dentro del Tramo de estudio.
- Taludes recomendados: Como en todo el resto del paleozoico, el diseño de taludes deberá estar muy condicionado a las interrelaciones entre la geometría del trazado y la de las discontinuidades estructurales del grupo. En general se puede aconsejar que en cortes perpendiculares al rumbo de las capas o con buzamientos contratalud, no se superen el 1H:1'5V. En el resto de situaciones

se requerirán taludes que oscilarán entre el 1H:1V y el 1'5H:1V para los casos muy desfavorables.

- Capacidad portante: Las condiciones resistentes de los materiales de este grupo litológico, cuando no están alterados, deben considerarse altas en general. No obstante en apoyos superficiales a media ladera la capacidad portante del terreno puede estar debilitada debido a roturas de gravedad en la ladera por corrimiento entre capas y vuelco de estratos.
- Ripabilidad: Grupo considerado con ripabilidad marginal en alta proporción, bajo los primeros metros alterados superficiales o descompuestos.

CUARCITAS, ARENISCAS Y PIZARRAS, (123a)

- Litología

Este grupo litológico está constituido por dos tramos potentes de cuarcitas separados por un tramo más blando a la erosión formado por pizarras, areniscas y cuarcitas. Los dos tramos cuarcíticos varían en potencia a lo largo del estudio. El nivel inferior posee una potencia entre 20 y 40 metros, y el superior entre 10 y 20 metros. Se trata de cuarcitas blancas, estratificadas en capas decimétricas, de grano fino-medio, y cuarcitas limolíticas de tonos pardos y blanquecinos. Los tramos cuarcíticos dan lugar a relieves positivos del tipo “apalachiano”. El tramo intermedio es más blando a la erosión y da un relieve negativo. Este tramo está constituido por una alternancia de pizarras y areniscas, y suele estar por lo general cubierto de derrubios de ladera y coluviales. La compacidad y dureza se estiman altas.

- Estructura

Los afloramientos de este grupo litológico están circunscritos a la estructura sinclinal de Herrera del Duque. Morfológicamente origina un resalte estructural destacado entre los grupos litológicos adyacentes más blandos a la erosión. (Foto 25). El grado de fracturación se considera entre moderado y alto, y se encuentra afectado por un sistema de fracturas NE-SO y NO-SE. La intensidad de diaclasado se estima alta. La potencia aproximada de este grupo litológico varía entre 60 y 80 metros.



Foto 25. Pequeño resalte topográfico, característico de las "Cuarcitas de Cantera". En la fotografía se puede observar el tipo de vertiente regularizada, típica de la Zona 2, cubierta de pequeños depósitos coluviales. Fotografía obtenida desde la carretera de Peloche a la presa de García Sola, límite norte del Tramo de estudio.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Materiales permeables por fisuración.
- Estabilidad natural: En los escasos terrenos en los que aflora este grupo litológico, no se han observado problemas de mención en orden a la estabilidad.
- Taludes artificiales observados: Se han observado algunos taludes de alturas medias y el desmonte practicado para una pequeña explotación de sus materiales en una cantera abandonado en la actualidad. Se trata de un talud muy verticalizado en el que se observa una predisposición a desprendimientos de pequeños volúmenes de roca.
- Taludes recomendados: El diseño de los escasos taludes que pudieran excavar en los materiales de este grupo deberán estar condicionados teóricamente por la geometría de las discontinuidades estructurales de la roca. En principio, con estratos cortados muy perpendicularmente a la dirección de la estratificación o con buzamientos verticalizados, muy frecuentes, que pudié-

ramos considerar condiciones favorables a la estabilidad, podrían darse valores muy verticalizados. Deberían crearse amplios cunetones al pie de los taludes en previsión de desprendimientos. En cortes sesgados a la dirección de las capas y con buzamientos fuertes hacia la calzada, es aconsejable no rebasar la pendiente de los 50°.

- Capacidad portante: Los materiales constitutivos de este grupo litológico deben considerarse en general como un cemento con alta y muy alta resistencia. No obstante en los límites de este grupo a techo y muro, en el tránsito a las formaciones pizarrosas que lo enmarcan, las condiciones resistentes en apoyos superficiales a media ladera pueden ser localmente moderadas.
- Ripabilidad: Grupo no ripable en general.

ARENISCAS MICÁCEAS, CUARCITAS Y PIZARRAS, (122c)

- Litología

Este grupo litológico está constituido por una alternancia irregular de capas decimétricas, y ocasionalmente centimétrica, de pizarras limolíticas grises y areniscas cuarcíticas de grano fino a limolíticas, más o menos micáceas. (Foto 26). Presentan tonalidades grises y verdosas en corte alterado. Las areniscas y cuarcíticas poseen granos angulosos de cuarzo, abundantes micas, como la moscovita, biotita y clorita que se encuentran entre el 5% y 10%, un 10% de óxidos de hierro de alteración de siderita. La matriz es clorítica y representa el 20% - 25% del total de la roca. Se encuentra muy cubierto por los coluviales procedentes de los grupos litológicos cuarcíticos circundantes. La compacidad es moderada - alta, y la dureza moderada. El grado de alteración es moderado - bajo en los niveles cuarcíticos, y moderado - altos en las pizarras.



Foto 26. Areniscas micaceas y pizarras constitutivas del grupo litológico (122c). Cercanías del cerro Horbezuela, en el borde norte del Tramo sobre la carretera de García Sola a Peloché.

- Estructura

Geográficamente los afloramientos se encuentran ubicados en la franja NO del Tramo. El grado de tectonicidad de este grupo se considera alto. En este sentido, el grado de plegamiento y fracturación son altos o moderadamente altos. La intensidad de diaclasado se estima alta. La potencia aproximada de este grupo litológico se estima entre 125 y 150 metros.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Grupo con permeabilidad baja, y posible sólo a través de superficies de discontinuidad tectónica o estratigráfica.
- Estabilidad natural: En zonas de ladera se han podido observar fenómenos de vuelco de estratos y reptación del manto superficial del suelo de alteración o coluvial.
- Taludes artificiales observados: Los taludes de excavación existentes son de tamaño bajo. Construidos en pendientes muy fuertes, han evolucionado a per-

files muy irregulares por problemas de inestabilidad. Los estratos de pizarras se suelen descomponer con facilidad, y el alto grado de diaclasado y fracturación de la roca, propicia desprendimientos, desplomes y corrimientos de cuñas abundantes.

- Taludes recomendados: La orientación del plano del talud con respecto a la geometría de los planos de estratificación y de las discontinuidades tectónicas principales debe determinar normalmente el perfil del talud de excavación. No obstante se estima aconsejable no dar a estos terrenos pendientes por encima de los 45°, con carácter general en taludes medios, haciendo constar que en muchas ocasiones las condiciones estructurales aconsejarán taludes más tendidos. En taludes pequeños se pueden excavar taludes fuertes y dejar que evolucionen siempre que exista una amplia cuneta al pie del talud.
- Capacidad portante: Las condiciones resistentes del terreno ante cargas superficiales a media ladera deben estimarse como mucho moderadas. Se considera la posibilidad de que en esas condiciones pueden provocarse asientos diferenciales de magnitud reducida normalmente.
- Ripabilidad: Los materiales de este grupo, al menos en los primeros metros superficiales, serán ripables en alto porcentaje y el resto presentará una ripabilidad marginal en gran medida.

ARENISCAS, CUARCITAS Y PIZARRAS, (122b)

- Litología

Este grupo litológico está constituido por areniscas micáceas y cuarcitas en bancos de orden decimétrico, con intercalaciones de pizarras limolíticas. Se trata de una sucesión de bancos competentes de orden métrico y decimétrico de areniscas y cuarcitas, separados por pasadas e intercalaciones pizarrosas que oscilan de 1 a 2 centímetros, en los tramos más cuarcíticos, y entre 20 centímetros y 1 metro en los tramos más pizarrosos.

Las areniscas son bastante micáceas, y las pizarras limolíticas. Están formadas por granos subangulosos de cuarzo, abundantes pajuelas de moscovita y biotita más o menos cloritizada o ferruginizada, óxidos de hierro, y como minerales accesorios circón, turmalina y rutilo. La matriz de estas rocas es clorítica poco cristalina.

- Estructura

Este grupo litológico tiene una extensión cartográfica muy reducida, apareciendo únicamente en la sierra de la Chimenea y de los Golondrinos. A escala de afloramiento tiene una estructura lentejona, con una continuidad lateral de no más de 2 kilómetros. Se trata pues, de un grupo de poca relevancia cartográfica.

Conforma relieves positivos, puesto que se trata de un grupo competente y los grupos litológicos adyacentes son pizarrosos, obviamente más blandos a la erosión. Se encuentra muy bien estratificado, en bancos alternantes de orden centimétrico y métrico de bancos competentes de cuarcitas y areniscas, con bancos más blandos de pizarras. El grado de tectonicidad se considera alto. El metamorfismo de estas rocas es de grado medio - bajo. El grado de fracturación se considera moderado - alto. La potencia aproximada de este grupo litológico es de 30 metros.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Grupo litológico permeable sólo en baja proporción por fisuración.
- Estabilidad natural: No se han apreciado aspectos mencionables en este sentido.
- Taludes observados: Se ha estudiado un pequeño talud excavado perpendicularmente a las capas y con perfil muy verticalizado en donde no se ha apreciado nada destacable en orden a la estabilidad.
- Taludes recomendados: Según lo observado en taludes perpendiculares a la estratificación que suele aparecer muy verticalizada, los taludes podrán adquirir perfiles fuertes del orden 1H:2V. En trazados paralelos a las capas o muy sesgados las pendientes no deberían superar el 1H:1'5V. En cualquier caso la estructura local de las capas debe condicionar el diseño adecuado del talud.
- Capacidad portante: Este grupo debe presentar normalmente condiciones resistentes altas o muy altas. No obstante considerando la alta tectonicidad del conjunto de la estructura en la que se ve inmerso y participa, la capacidad portante podría verse disminuida localmente.
- Ripabilidad: Este grupo se considera no ripable.

PIZARRAS, (122a)

- Litología

Este grupo litológico está constituido por pizarras pardo negruzcas en corte fresco, y de tonos verdosos y rojizos el horizonte de alteración. Se trata de pizarras microcristalinas de sericita y clorita, y con una cantidad muy variable, dependiendo de los tramos, de limo fino de cuarzo y micas. Se trata en su conjunto, de una serie bastante homogénea litológicamente. Presentan una compacidad alta. La dureza se estima moderada. El grado de alteración es muy alto, en especial bajo el contacto con las unidades cenozoicas. Localmente, como producto de la alteración este grupo puede transformarse en una arcilla muy plástica de tonos rojos vinosos. A veces es frecuente encontrar pequeños niveles de areniscas y cuarcitas ricas en óxidos de hierro, y micas generalmente oxidadas a la base de la unidad. Estos pequeños niveles detríticos son de grano fino, subredondeados y subangulosos, y están formados mayoritariamente por cuarzo, y en menor proporción por fragmentos de roca volcánica alterada a cloritas y óxidos de hierro. Suele estar muy cubierto por coluviales y mantos de alteración pertenecientes al grupo litológico (C1), o por otros diversos depósitos cuaternarios muy someros, tipo glacis.

- Estructura

Da lugar a áreas deprimidas y a relieves muy suaves. Las pizarras presentan una esquistosidad hercínica muy penetrativa, por lo que es muy difícil diferenciar las superficies de estratificación original. El grado de plegamiento se considera intenso en todo el grupo. Asimismo, se han detectado muchas fallas inversas y planos de cabalgamiento en el interior de este grupo. La potencia aproximada de este grupo litológico se estima en 500 metros.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Este grupo presenta una impermeabilidad muy alta y solo por fisuración lo será de forma muy moderada.
- Estabilidad natural: En las pocas laderas naturales constituidas por este grupo dentro del Tramo, se han podido observar algunas estructuras superficiales debidas a corrimiento de capas en pendientes de tipo estructural, o vuelco de estratos en capas con buzamientos contrapendiente.
- Taludes artificiales observados: No existen taludes de excavación de mención en este grupo litológico dentro del Tramo de estudio.

- Taludes recomendados: Como en todo el resto del paleozoico, el diseño de taludes deberá estar muy condicionado a las interrelaciones entre la geometría del trazado y la de las discontinuidades estructurales del grupo. En general se puede aconsejar que en cortes perpendiculares al rumbo de las capas o con buzamientos contratalud, no se superen el 1H:1'5V. En el resto de situaciones se requerirán taludes que oscilarán entre el 1H:1V y el 1'5H:1V para los casos muy desfavorables.
- Capacidad portante: Las condiciones resistentes de los materiales de este grupo litológico, cuando no están alterados, deben considerarse altas en general. No obstante en apoyos superficiales a media ladera la capacidad portante del terreno puede estar debilitada debido a roturas de gravedad en la ladera por corrimiento entre capas y vuelco de estratos.
- Ripabilidad: Grupo considerado con ripabilidad marginal en alta proporción, bajo los primeros metros alterados superficiales o descompuestos.

ARENISCAS, ARENISCAS MICÁCEAS, CUARCITAS Y PIZARRAS, (121c)

- Litología

Este grupo litológico está constituido por areniscas, areniscas micáceas, cuarcitas y pizarras. Se trata de una alternancia irregular de capas de centimétricas a decimétricas. Las cuarcitas son blanquecinas, de grano fino, a veces limolíticas (con abundancia de moscovita y biotita ferruginosa), formadas por granos subangulosos de cuarzo y una proporción estimable (10% - 15%) de óxidos de hierro asociados a minerales pesados (circón, rutilo, turmalina y opacos). Los términos areniscosos son micáceos, lajeados, y tienen un color pardo amarillento. Las pizarras son limolíticas con colores gris pardusco y gris verdoso. Este grupo litológico se encuentra muy cubierto, algunas veces por los canchales y coluviales procedentes de los escarpes de la cuarcita Armoricana, grupo litológico (121b), y otras veces por un importante manto de alteración de edad aproximadamente pre-eocena.

- Estructura

Presenta un relieve en lomas y constituye en la gran mayoría de las veces la rampa morfológica de la cuarcita Armoricana. Es decir, el nexo de unión entre las líneas de cumbres de la cuarcita Armoricana, y la campiña metamórfica o las diferentes superficies de glacia. Presenta una estructura tabular. El plegamiento es intenso, con abundantes pliegues y planos de cabalgamiento interno del tipo banco sobre banco. El grado de fracturación y diaclasado se considera elevado y muy variable. Esta variabilidad depende de la cercanía a accidentes tectónicos de

primer orden. El grado de alteración es alto, llegando prácticamente a ser localmente una arcilla. Interiormente el grupo se encuentra muy bioturbado. El grado de metamorfismo es muy bajo. La potencia aproximada de este grupo litológico oscila entre 200 y 300 metros.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Materiales permeables sólo por fisuración.
- Estabilidad natural: Se han observado corrimientos de ladera a favor de los planos de estratificación y en combinación con discontinuidades tectónicas. Estos fenómenos se desarrollan en vertientes en donde este grupo, circunstancia por otra parte bastante frecuente, constituye o tiende a constituir pendientes estructurales favorecidas por la alineación de las sierras con los ejes de plegamiento.
- Taludes artificiales observados: Los taludes de excavación existentes en el Tramo sobre este grupo son reducidos y de características bajas o medias. Es frecuente que éstos se excaven con direcciones sensiblemente coincidentes, o formando ángulos pequeños con los planos de estratificación. Cuando esto ocurre, y el buzamiento de las capas es claramente desfavorable (buzan hacia la calzada con ángulos entre 30° y 55°), los problemas de corrimientos de estratos y cuñas es muy acusado. En taludes bajos, sensiblemente perpendiculares a la estratificación perfiles subverticales, se mantienen bien con pequeños problemas de cuñas inestables.
- Taludes recomendados: En taludes de excavación en donde se cortan las capas con dirección sensiblemente paralelo al rumbo de las capas y con buzamiento desfavorable, debe tenderse siempre a crear un talud con pendiente menor que la presentada por la estratificación cuando sea factible el diseño. En caso contrario, se debe pensar que serán necesarias medidas de refuerzo o contención en el talud. Para situaciones de cortes transversales a las estructuras pueden darse casos muy extremos en razón del grado de tectonicidad y alteración de las capas. En estos casos, los valores a considerar podrían oscilar entre los 1H:2V para situaciones favorables y 1H:1V, en condiciones medias. En el resto de las situaciones, que serán mayoría, es decir en cortes sesgados a la estructura, el buzamiento de las capas debe resultar determinante en el diseño del talud, con independencia de que las discontinuidades tectónicas reduzcan aún más las posibilidades geométricas del talud. Como norma general no deberían proyectarse, en este grupo, desmontes con pendientes superiores a los 1H:1'5V, a no ser que se tenga un conocimiento muy claro de las características positivas del terreno en este aspecto.

- Capacidad portante: Este grupo litológico está constituido por materiales de alta o muy alta resistencia. No obstante en zonas de media ladera con pendientes estructurales, en donde se han observado fenómenos de deslizamientos gravitacionales, las condiciones resistentes del terreno serán como mucho moderadas, o incluso bajas, para solicitaciones de alguna entidad a niveles superficiales o poco profundos.
- Ripabilidad: Salvo en áreas de alta tectonicidad y alteración en donde el terreno será en gran proporción ripable o marginal, el resto del grupo no lo será mayoritariamente.

CUARCITAS, (121b)

- Litología

Este grupo litológico está constituido por cuarcitas blancas, rojizas por alteración en áreas de fracturas, cristalinas, y estratificadas en bancos de espesor métrico o centimétrico. Suelen distinguirse dos grandes paquetes de 200 o 300 metros de potencia separados por un nivel de areniscas de bancos finos que da una pequeña depresión. El tamaño del grano de las cuarcitas varía de fino a medio. La matriz es muy escasa, y cuando tiene lugar es sericítica y en una proporción menor del 5%.

- Estructura

La serie "Armoricana" integrante de este grupo es el principal elemento constructor del relieve. En él se ubican las cotas más elevadas del Tramo, y dibujan una superficie grabada en un relieve "apalachiano". Posee una estructura tabular. Los bancos cuarcíticos tienen una estructura lentejona, e interiormente masiva, y suelen tener un espesor que varía entre 20 centímetros y 1.5 metros. El grado de fracturación y diaclasado se debe considerar a grandes rasgos elevado, aunque sufre grandes variaciones dependiendo del contexto tectónico en el que se ubica. El plegamiento es de forma global intenso. Interiormente se han detectado numerosos planos de cabalgamiento de tipo "apalachiano" (banco sobre banco). La compacidad y la dureza son muy elevadas. La potencia aproximada de este grupo litológico se estima entre 350 - 400 metros. (Foto 27).

- Geotecnia

- Permeabilidad: Materiales que sólo son permeables por fisuración.

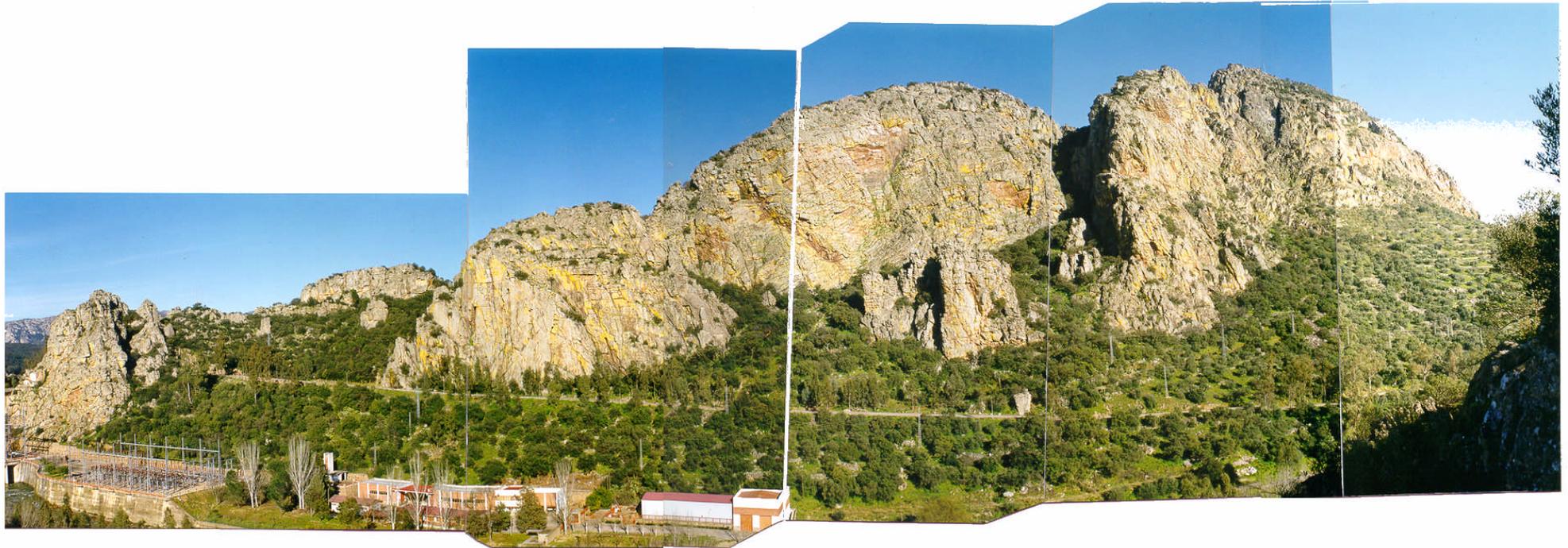


Foto 27. Cuarcitas ordovícicas de Arenig, pertenecientes al grupo litológico (121b). La gran falla que corta este crestón, a la altura del cierre de la presa de García Sola (ver cartografía 1:50.000), genera estos dos importantes corrimientos. Foto realizada desde la margen derecha del río Guadiana junto al cierre de la presa.

- **Estabilidad natural:** Los estratos cuarcíticos, que constituyen mayoritariamente este grupo, ocupan normalmente las cimas o divisorias de aguas de gran parte de las sierras del Tramo. Sus estratos se alinean por lo regular con la dirección de las crestas, al tratarse de relieves estructurales que siguen el rumbo de los ejes de los pliegues hercínicos. A consecuencia de ello, es frecuente que una de las dos vertientes se constituya como ladera estructural en donde la pendiente natural tiende a adquirir la del plano de estratificación de las capas. Esto ha dado lugar que a favor de los planos de discontinuidad estratigráfica y en combinación con los tectónicos, se hayan originado corrimientos gravitacionales de todo tipo y dimensiones, especialmente en los niveles con estructuras sedimentarias de tipo alternante. En estos niveles alternantes, donde los bancos de cuarcita intercalan horizontes de pizarras, han tenido, en muchas ocasiones, un juego de despegue tectónico como planos de corrimiento entre capas en las etapas de compresión y plegamiento. En la actualidad la inestabilidad está relegada esencialmente a las capas más superficiales del terreno y sus recubrimientos, en los tramos de ladera altos con fuertes pendientes, y a las paredes escarpadas de las cresterías, en donde se desprenden bloques de muy diversa consideración.
- **Taludes artificiales observados:** Dado el frecuente emplazamiento de este grupo litológico en las divisorias de aguas de las sierras del Tramo, no suelen ser muy frecuentes los taludes de excavación sobre el mismo, excepto en aquellas carreteras que se ven obligadas a atravesarlas más o menos perpendicularmente.

Los taludes excavados en este grupo suelen ser en general de pequeña o media altura y de tipo subvertical o perfil muy fuerte. Mantienen en general una buena estabilidad excepto en el caso que las capas sean cortadas en dirección paralela o sensiblemente paralela a la estratificación y esta buce hacia la calzada. En estos casos los problemas de inestabilidad por corrimientos de estratos y cuñas suele ser acusado.

- **Taludes recomendados:** Salvo en las áreas en donde este grupo pueda aparecer fuertemente tectonizado, permitirá en la mayoría de los casos diseñar taludes entre fuertes y subverticales; especialmente si se excavan más o menos perpendiculares a la dirección de las capas. La fuerte inclinación, que normalmente presentan los materiales de este grupo, favorece también el diseño de taludes fuertes, cuando las capas se cortan en direcciones sesgadas, que formen un fuerte ángulo con la dirección de las capas. Cuando los taludes a excavar sean sensiblemente coincidentes con el rumbo de las capas, y el buzamiento de las mismas sea hacia la calzada, siempre que la inclinación de los planos de estratificación superen los 25°, se deberían dar pendientes al talud que impidieran el afloramiento en el mismo de dichos planos. Especialmente si la serie cuarcítica intercala horizontes pizarrosos alterados, laminados y bre-

chificados. En el caso de que las condiciones topográficas impidieran estos diseños habría que pensar en medidas de refuerzos y contención. En este último caso, y cuando se trate de tramos a media ladera, se debe investigar con detenimiento la estructura local, ante la posibilidad de que pueda existir estructuras fósiles de corrimiento a favor de capas o planos de falla.

En áreas de alta tectonicidad los taludes no deberán sobrepasar pendientes del orden 1H:1'5V. En cualquier caso será aconsejable construir una amplia cuneta al pie del talud en previsión de potenciales desprendimientos.

- Capacidad portante: La mayor parte de los materiales de este grupo litológico presenta una capacidad portante muy alta. Circunstancialmente en áreas de alta tectonicidad y alteración las condiciones resistentes pueden descender a moderadas. Con relación a las zonas medias y altas de las laderas con pendientes estructurales, en donde se han observado corrimientos gravitacionales de capas o grandes cuñas, las condiciones portantes del terreno, en los niveles más superficiales, pueden ser bastante críticas para solicitaciones importantes.
- Ripabilidad: Grupo no ripable.



Foto 28. Cuarcitas y areniscas, con intercalaciones pizarrosas pertenecientes al grupo litológico (121a). Trinchera de la carretera que une Puebla de Alcocer y Galinzuela cuando atraviesa la sierra del Castillo.

CUARCITAS, ARENISCAS, PIZARRAS, LIMOLITAS Y CONGLOMERADOS, (121a)

- Litología

Los afloramientos de este grupo litológico están constituidos por bancos de cuarcitas, con intercalaciones de areniscas, pizarras, y limolitas. (Foto 28). En la base de la serie existen conglomerados silíceos que no han sido observados. Las cuarcitas son arenitas gruesas, a veces microconglomeráticas, recristalizadas y fracturadas. La estructura alternante es irregular con bancos métricos de cuarcitas y arenitas, y de centimétricos a métricos de, limolitas y pizarras. Las capas presentan tonos verdosos, rojizos y cremas amarillentos. El paso al grupo litológico (121b) es transicional, aumentando las intercalaciones y la potencia de niveles de cuarcitas y areniscas a techo. Compacidad y dureza son muy altas en los tramos cuarcíticos. Los conglomerados intercalados en los tramos basales de la serie, son de cantos silíceos de cuarzo y cuarcita, redondeados y fuertemente cementados en matriz silícea. Estos terrenos presentan una alteración muy importante que afecta con mayor profundidad a los horizontes pizarrosos y a las áreas más tectonizadas.

- Estructura

Este grupo constituye la rampa de los relieves “apalachianos” de la cuarcita Armoricana. El contacto con la serie esquisto - grauváquica está muy tectonizado y alterado. La mayor parte de su extensión cartográfica se encuentra cubierta por coluviales y canchales, sobretodo el contacto con el grupo litológico (121b) correspondiente a la cuarcita Armoricana. El grado de fracturación y la intensidad de diaclasado se consideran altos. La intensidad de plegamiento es muy alta, con abundantes mantos de cabalgamiento de banco sobre banco. La disposición y el buzamiento varía mucho por la complicación tectónica del área. La potencia aproximada para este grupo litológico se estima entre 500 y 700 metros.

- Geotecnia

- Permeabilidad: La existencia de una red densa de fracturas y diaclasado procura, en esta formación constituida por materiales impermeables, una infiltración por fisuración muy desigual según las áreas y en razón del grado de alteración de estos materiales. La escorrentía superficial puede presentar un flujo lento a través de los suelos de recubrimiento.
- Estabilidad natural: En las escasas áreas ocupadas por este grupo litológico se han observado deslizamientos y corrimientos de ladera significativos. Aunque es en las masas de derrubios, que cubren sus laderas y cartografiadas como grupo (C1), en donde este grupo podría estar implicado en profundidad en algún sector.

Entre las causas que motivan los fenómenos de inestabilidad observados, hay que señalar las siguientes como más importantes:

- a) Constitución rítmica de la serie estratigráfica en bancos de distinta competencia y resistencia (cuarcita-arenisca-pizarra).
 - b) Existencia de multitud de planos de discontinuidad (sedimentarios y tectónicos), muchos de los cuales, entre los sedimentarios, han jugado ya como horizontes de despegue entre capas en los procesos tectónicos.
 - c) Profunda alteración en muchas áreas del Tramo, asociadas normalmente con zonas de falla y fracturas importantes, circunstancia frecuente por otra parte. Esta alteración puede adquirir algunos metros de potencia haciéndose más penetrativa en los estratos pizarrosos. Existe también un fenómeno de caolinización profunda que acompaña a este manto de alteración.
 - d) Disposición estructural de las discontinuidades y horizontes de alteración favorables al movimiento en las vertientes.
 - e) Existencia de horizontes freáticos, permanentes o temporales, que provocan presiones intersticiales.
- Taludes artificiales observados: Son raros los taludes de excavación con dimensiones mayores a 10 metros. En general predominan los pequeños desmontes y los de dimensiones medias.

Las pendientes que se ha intentado dar a los taludes han sido fuertes. El resultado ha sido siempre unos taludes irregulares como consecuencia de una inestabilidad de bloques y grandes cuñas. Esta, ha sido favorecida por la estructura alternante de capas de muy distinta competencia, el fuerte diastrofismo, y la alteración profunda, que presenta con frecuencia la formación.

- Taludes recomendados: En principio habrá que decir que serán los datos estructurales del terreno los que deban definir las características del talud. Por otra parte, como este conocimiento casi nunca llega a ser medianamente correcto antes de la excavación, lo normal suele ser dar al talud la pendiente que este podría soportar en las mejores condiciones estructurales. Es una opción que puede adoptarse siempre que se haya previsto contar con un tiempo suficiente, para que el talud adquiriera un perfil más o menos estable en base a una inestabilidad.

En las mejores condiciones (bancos verticales u horizontales de naturaleza masiva sin grandes zonas de dislocación y alteración, cortados perpendicularmente a la dirección de los planos) la pendiente que podría darse sería del tipo

subvertical. Pero lo normal será la existencia de repliegues y abundantes zonas de dislocación y alteración de los estratos más pizarrosos intercalados. Por otra parte, será frecuente la existencia, en los primeros metros del terreno, de roturas de tipo gravitacional que afectan tanto al suelo de recubrimiento como a las capas del substrato rocoso que conforma este grupo. En consecuencia se estima que pendientes por encima del 1H:1'5V, ya darán problemas importantes de deslizamiento y corrimiento de grandes cuñas. Por lo que lo aconsejable será no sobrepasar en principio estos valores si no se tienen buenos conocimientos del terreno, a sabiendas de que en muchas zonas del talud terminan por definirse pendientes menores, y otras en donde la subverticalidad sería posible. En cualquier caso es aconsejable la construcción de una amplia cuneta al pie de estos taludes en previsión de desprendimientos y corrimientos de cuñas.

- Capacidad portante: Se trata sin duda de una formación constituida mayoritariamente por estratos de alta o muy alta resistencia. No obstante en apoyos muy superficiales, especialmente a media ladera, se pueden dar con bastante frecuencia problemas de asientos diferenciales. Estos asientos serán debidos a la fuerte dislocación tectónica de las capas, a la existencia horizontes con una alteración profunda asociados, a los sectores fuertemente fracturados, y a la posible existencia de planos de rotura gravitacional fósiles en áreas con pendientes acusadas. Estas son circunstancias a tener muy en cuenta en estos terrenos a la hora de fundar estructuras.
- Ripabilidad: Aunque localmente la fuerte tectonicidad y la alteración sectorial puedan hacer que este grupo presente una ripabilidad marginal, se deben considerar en principio que no lo será mayoritariamente.

DIABASAS, (001)

- Litología

Este grupo litológico está constituido por diabasas tardihercínicas o pérmicas. (Fotos 29 y 30). La textura de estas rocas es holocristalina y granuda, entre diabásica y ofítica. Los fenocristales de plagioclasas son antipertíticas e irregularmente alterados a epidota, saussurita y carbonatos. Los clinopiroxenos están sustituidos por clorita y epidota. Se han detectado reliquias de biotita muy transformadas a clorita y opacos finos, y olivino reemplazado por clorita, serpentina y carbonatos. En un ámbito global, todos los minerales máficos en estas rocas se encuentran irregularmente ferruginizados.



Foto 29. Aspecto superficial de las diabasas del grupo litológico (001). Arroyo de Valmayor.



Foto 30. Disyunción columnar y alteración típica de las diabasas del grupo litológico (001). Proximidades del Arroyo de Valmayor.

- Estructura

La distribución geográfica de este grupo litológico se restringe prácticamente al área NE del Tramo, en el núcleo del sinclinal de Herrera del Duque. Perfora los materiales del Silúrico y Devónico a modo de grandes diques de estructura tabular. La continuidad de los diques suele ser buena, superándose en algunos casos los 3 kilómetros. La compacidad y dureza de estas rocas son muy altas. El grado de alteración es muy bajo. El grado de fracturación es moderado. El grado de metamorfismo es muy bajo. La potencia de los diques es muy variable y oscila desde los no cartografiables por tener una potencia de escasos metros, a los cartografiables con alrededor de 250 metros.

- Geotecnia
 - Permeabilidad: Materiales con permeabilidad por fisuración exclusivamente.
 - Estabilidad natural: La erosión puede dejar masas bolares que pueden posteriormente desprenderse y rodar ladera abajo.
 - Taludes artificiales observados: No existen.
 - Taludes recomendados: Por sus escasos afloramientos en la zona de estudio es poco probable la construcción de taludes artificiales en estas rocas. No obstante se puede estimar que estas rocas pueden excavarse con taludes subverticales.
 - Capacidad portante: La resistencia debe estimarse muy alta en principio. No obstante se debe considerar la posible existencia de áreas de alteración en estos materiales intrusivos que harían disminuir la capacidad portante hasta valores moderados.
 - Ripabilidad: Grupo no ripable. Sólo en áreas de alteración lo sería.

3.3.5. Grupos geotécnicos

En este apartado se agrupan, según ciertas características geotécnicas comunes, las formaciones geológicas individualizadas en el apartado anterior.

- Grupo geotécnico G1

Este grupo geotécnico está constituido por los grupo litológicos (A1) y (a1). Materiales permeables por percolación. Poseen una morfología llana y se ven afectados por la dinámica fluvial. Por sus condiciones geomorfológicas no son terrenos adecuados para cimentar sobre ellos estructuras de ningún tipo, de las que habrá que transferir siempre sus demandas de resistencia al substrato próximo.

- Grupo geotécnico G2

Este grupo geotécnico está constituido por los grupos litológicos (A2), (a2), (C2) y (c2). Se trata de fondos de valle y los coluviales de penillanura con una permeabilidad moderada, y con problemas locales de escorrentía. Son terrenos vulnerables a la erosión, y los coluviales pueden presentar problemas de estabilidad natural. Se encuentra poco o nada consolidado, y sólo admitirá cargas muy someras. Los taludes recomendados en los coluviales estarán en torno a los valores 1'5H:1V. Cualquier solicitud de alguna entidad deberá transferirse al substrato próximo. Grupo ripable en su totalidad.

- Grupo geotécnico G4

Este grupo geotécnico está constituido por los grupos litológicos (C1) y (c1). Se trata de coluviales y recubrimientos de ladera en las áreas de sierra. Materiales de permeabilidad variable, entre alta y moderada, y con una base de apoyo que es con mucha frecuencia un horizonte con características impermeables (terciario arcilloso o manto de alteración el substrato precámbrico-paleozoico). Constituyen terrenos en ladera, a veces muy pronunciados en donde los procesos fósiles de deslizamiento son estructuras frecuentes en las que cabe su inestabilización en épocas lluviosas. Los taludes a excavar serán normalmente de bajas alturas, y los problemas que podrían suscitarse serán de desprendimientos de cantos o bloques, o de deslizamiento si aflorase en el talud una base arcillosa. Las pendientes admisibles estarán siempre por debajo del 1H:1V. En principio debe suponerse una capacidad portante baja para este grupo geotécnico, cuyos materiales son perfectamente ripables por medios mecánicos normales.

- Grupo geotécnico G5

Este grupo geotécnico está constituido por los grupos litológicos (350), (D), (d). Se trata de rañas, glaciares y abanicos aluviales. Los materiales de este grupo geotécnico presentan normalmente una permeabilidad aceptable que pueden oscilar dentro de un amplio rango. En la base de apoyo de estas formaciones existirá con frecuencia un horizonte impermeable arcilloso de alteración del substrato, o perteneciente al terciario. Constituyen superficies planas de muy suave pendiente, terminadas en muchos casos en pequeños escarpes de bordes, en algún caso, por roturas de gravedad. Los taludes de excavación tendrán normalmente alturas bajas o medias como mucho. Los problemas que pueden presentarse será de desprendimiento de cantos o bolos, y deslizamiento. En este último caso concurrirá casi siempre, un horizonte arcilloso en la base del talud. Es aconsejable no dar a los desmontes pendientes superiores al 1H:1V. La capacidad portante debe estimarse baja en principio, sin dejar no obstante de considerar, la posibilidad de que la respuesta resistente pueda llegar a ser moderada en muchas ocasiones. Grupo ripable.

- Grupo geotécnico G8

Grupo eminentemente pizarroso conformado por los grupos (141b), (141c), (132), (123b), (122c) y (122a). Materiales que condicionan sus respuestas geomecánicas a su naturaleza esquistosa pizarreña y al alto diastrófismo provocado por la orogenia hercínica. Son terrenos prácticamente impermeables y la que pueden presentar es de carácter fisural. Sobre la estabilidad natural de las vertientes puede decirse que es bastante deficiente en general, al haberse detectado numerosos movimientos gravitacionales fósiles y latentes. Los taludes que podrán soportar dependerán de las relaciones entre la geometría del trazado y la de las estructu-

ras sedimentarias y tectónicas de los grupos litológicos. No obstante, se aconseja que no se deberían diseñar taludes de excavación con pendientes superiores al 1H:1V. La capacidad de carga se debe considerar en principio como moderada, e incluso circunstancialmente baja en apoyos superficiales a media ladera. Las condiciones resistentes del terreno serán en general buenas a poco que se profundice en él por debajo de la zona meteorizada y descomprimida. Estos materiales sólo serán ripables con medios mecánicos normales en los horizontes alterados y descomprimidos, y presentarán amplios sectores con ripabilidad marginal. El resto del terreno que no aparezca alterado ni descomprimido, se considera que no lo será.

- Grupo geotécnico G9

Este grupo geotécnico está constituido por los grupos litológicos (142), (141a), (123c), (123a), (121b) y (010e). Se trata de cuarcitas y conglomerados silíceos. Estos materiales sólo presentan permeabilidad por fisuración. La estabilidad natural del grupo es buena en general, aunque se dan de forma moderada procesos de desprendimientos en los escarpes serranos que suelen conformar. Los taludes de excavación podrán diseñarse con pendientes muy fuertes, con tendencia a la subverticalidad, aunque siempre estarán sometidos a procesos de desprendimientos de bloques y cuñas debido a la fuerte tectonicidad que normalmente acompaña a las formaciones hercínicas en el Tramo. La capacidad portante debe estimarse muy alta en principio. Grupo no ripable.

- Grupo geotécnico G10

Este grupo geotécnico esta constituido por los grupos litológicos (121a), (121c) y (122b). Se trata de alternancias de areniscas, cuarcitas y pizarras. Materiales de baja y muy baja permeabilidad que presentan, a niveles de formaciones, una infiltración a través de todas las discontinuidades del terreno (estratigráficas y tectónicas principalmente). Con respecto a la estabilidad natural existen rasgos en el paisaje atribuibles a corrimientos de ladera, de carácter fósil normalmente, surgidos al abrigo de las vertientes estructurales, la fuerte tectónica y alteración profunda que se observa en las zonas de las grandes fallas que recorren el territorio. En la actualidad los procesos son muy localizados y mucho más superficiales.

Los taludes de excavación estarán profundamente condicionados a la geometría de las discontinuidades estratigráficas, tectónicas y metamórficas, así como a la alteración profunda que puede presentar el terreno. La alteración será irregular y afectará, más a los estratos pizarrosos y areniscosos que a los cuarcíticos, y a las áreas de influencia tectónica que a las no afectadas por fracturas importantes. En general se deben excavar en estos terrenos taludes con pendientes medias. Evolucionaran normalmente a taludes irregulares por movimientos de cuñas. En tramos de series muy cuarcíticas, los taludes podrán adquirir pendientes fuertes o

muy fuertes. Necesitarán amplias cunetas a pie del desmonte que puedan recoger las masas de roca movilizadas por inestabilidad gravitacional.

La capacidad resistente de los materiales de estos grupos es alta a muy alta en principio, pero conviene tener presente la cantidad de factores negativos que afectan a estos grupos, especialmente la alta tectonicidad y la alteración profunda que les afecta en amplias áreas. Estas circunstancias pueden hacer disminuir mucho la capacidad portante en estos terrenos, en especial, en apoyos a media ladera en tramos con predominio de horizontes pizarrosos.

La existencia de series muy cuarcíticas junto a otras que lo son menos, hará que la ripabilidad de estos terrenos será como mucho de carácter marginal y en baja proporción, si exceptuamos las áreas en donde exista un manto de alteración, que suele ser profundo, en cuyo caso la formación será ripable, en gran proporción en este nivel, y como poco, tendrá carácter marginal.

- Grupo geotécnico G12

Este grupo geotécnico está constituido por el grupo litológico (001). Rocas magmáticas de naturaleza básica (diabasas) intrusivas o interestratificadas en las series esquistosas. Su permeabilidad es de tipo fisural y ligada a zonas muy diacladas o arenizadas por la alteración. La meteorización las descomprime dejando un resto de bloques con formas bolares que suelen tapizar partes de las laderas donde se encuentran. Podrán diseñarse taludes entre muy fuertes y moderados en razón del grado de alteración y tectonicidad. Por las mismas razones, la capacidad de carga podrá oscilar entre muy alta y moderada. Aunque es una roca muy dura cuando se encuentra fresca, es muy probable que se encuentren sectores muy tectonizados y alterados donde este material sea posible ripar o presenta una ripabilidad marginal.

3.3.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona 2

La Zona 2, al definirse como área de sierras, plantea en primer lugar problemas topográficos, aunque dada la distribución de las sierras, no parece probable que éstas, salvo el sector ocupado por las sierras del Escorial y de Los Villares en el extremo este del Tramo, puedan tener gran incidencia en futuros trazados preferentes. Las sierras plantean problemas de índole geomorfológico en sus laderas como consecuencia de la existencia de importantes deslizamientos gravitacionales fósiles y latentes. Estos movimientos tienen su origen en la mayoría de los casos, por la existencia de un substrato de litología arcillosa, procedente de la alteración profunda de las pizarras precámbricas o paleozoicas, que es muy desfavorable a la estabilidad. Además, sobre este substrato arcilloso se asientan los derrubios de ladera o depósitos del terciario superior que son, por otra parte, los encargados de retener las aguas de infiltración, creando pequeños acuiclusos que en definitiva son la causa esencial que cataliza los movimientos. Otros deslizamientos fósiles

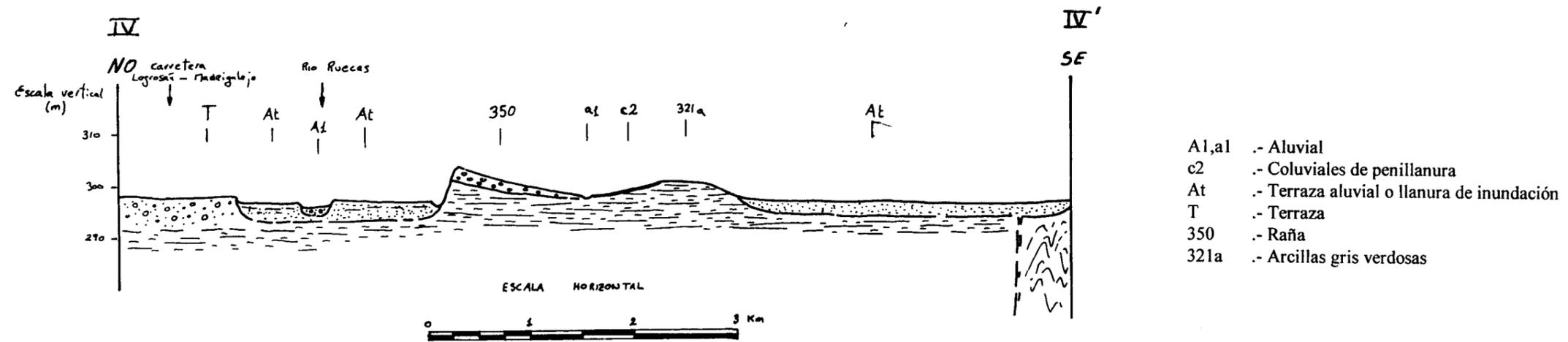
o latentes que afectan de forma natural a las laderas del substrato paleozoico, tienen un origen más estructural y están relacionados, en principio, con el corrimiento entre capas en series alternantes de pizarra, areniscas y cuarcitas. La alta tectonicidad y la alteración profunda han favorecido en alta medida estos fenómenos durante el Cuaternario. Los problemas en estas áreas surgirán a la hora de excavar taludes o túneles o al apoyar estructuras, ya que la capacidad de carga podrá ser baja hasta profundidades relativamente importantes. En general, al atravesar las sierras perpendicularmente a las estructuras, que serían las circunstancias normales si se han de atravesar las sierras, las condiciones estructurales serían, en principio, las mejores que podría presentar esta zona. No obstante, dado el grado de diastrofismo y alteración sufrido en estas áreas habrá que contar siempre con problemas de estabilidad, en especial, cuando se atraviesan zonas de collado que suelen coincidir generalmente con zonas de mayor intensidad tectónica. Si se excavan túneles ha de contarse siempre que se presentarán zonas de profunda brechificación y alteración en el contacto de las cuarcitas con las pizarras, en donde el agua podrá estar presente con mucha frecuencia. Por todo lo dicho anteriormente, las emboquilladuras serán casi siempre zonas conflictivas frente a la estabilidad.

3.4. ZONA 3: CUENCA DE LOS RÍOS GARGÁLIGAS Y RUECAS

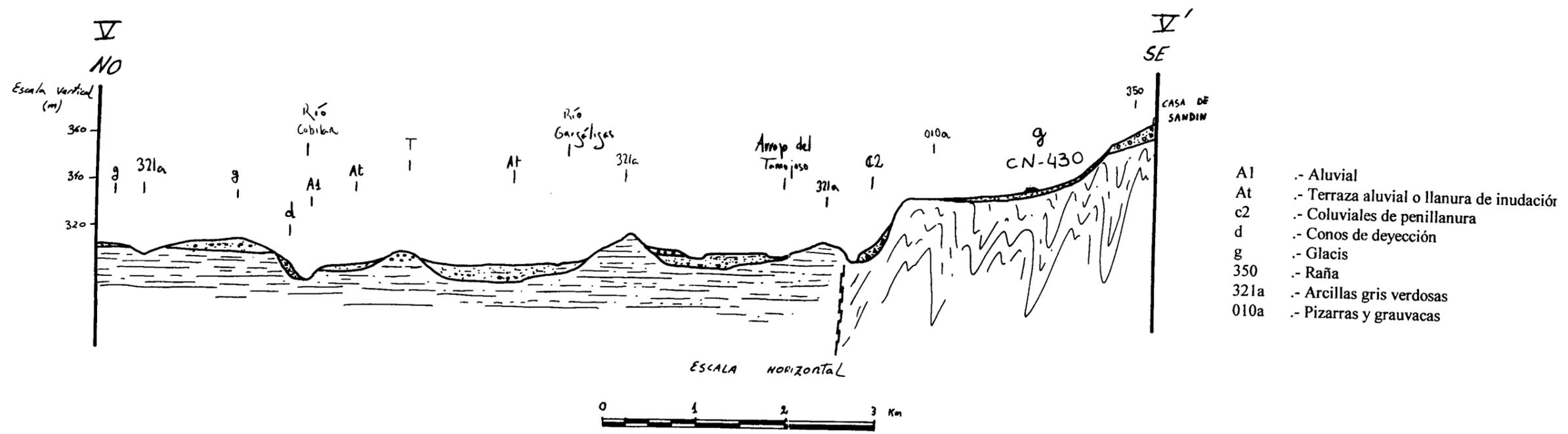
3.4.1. Geomorfología

Al norte del cauce del río Gargáligas que cruza el Tramo de estudio en dirección NE-SO, se define un territorio que ocupa parte de la zona norte en el ángulo NO del mismo. El río Gargáligas debe ocupar sin duda el territorio de un accidente tectónico que facultaría durante el Neógeno la deposición de una serie detrítico arcillosa que está ausente al sur de dicho río en sus términos basales. (Figura 12). De alguna forma, podría considerarse que el borde de estos depósitos, que se podrían situar al sur de dicho río y en la proximidad a las sierras, habrían sido erosionados por la fase final de la deposición de la raña y depósitos afines, con el que culmina la serie sedimentaria de esta cuenca. Se trata de un territorio de muy suave morfología ocupado por las vegas de los ríos Gargáligas y Ruecas, y los terrenos terciarios entre los que discurren ambos. (Foto 31). Solamente en los bordes, que definen el contacto entre la zona de vega y terrenos terciarios, existe una morfología de pequeños escarpes y pendientes pronunciadas, que pueden alcanzar alturas de algunas decenas de metros.

Desde un punto de vista geomorfológico, las áreas de vega de esta Zona que han sido aprovechadas para la agricultura eran, en general, terrenos inestables de tipo pantanoso. En la actualidad, este territorio está sujeto a la dinámica fluvial cuyo impacto es capitalizado negativamente, por todas las infraestructuras creadas sobre el mismo. En este sentido, cabe mencionar las inundaciones, sufridas por las poblaciones asentadas en la llanura de inundación, durante los temporales invernales de los años 96-97 y 97-98; entre otras la población de Gargáligas.



- A1,a1 .- Aluvial
- c2 .- Coluviales de penillanura
- At .- Terraza aluvial o llanura de inundación
- T .- Terraza
- 350 .- Raña
- 321a .- Arcillas gris verdosas



- A1 .- Aluvial
- At .- Terraza aluvial o llanura de inundación
- c2 .- Coluviales de penillanura
- d .- Conos de deyección
- g .- Glacis
- 350 .- Raña
- 321a .- Arcillas gris verdosas
- 010a .- Pizarras y grauwacas

FIGURA 12. CORTES GEOLÓGICOS DE LA ZONA 3.

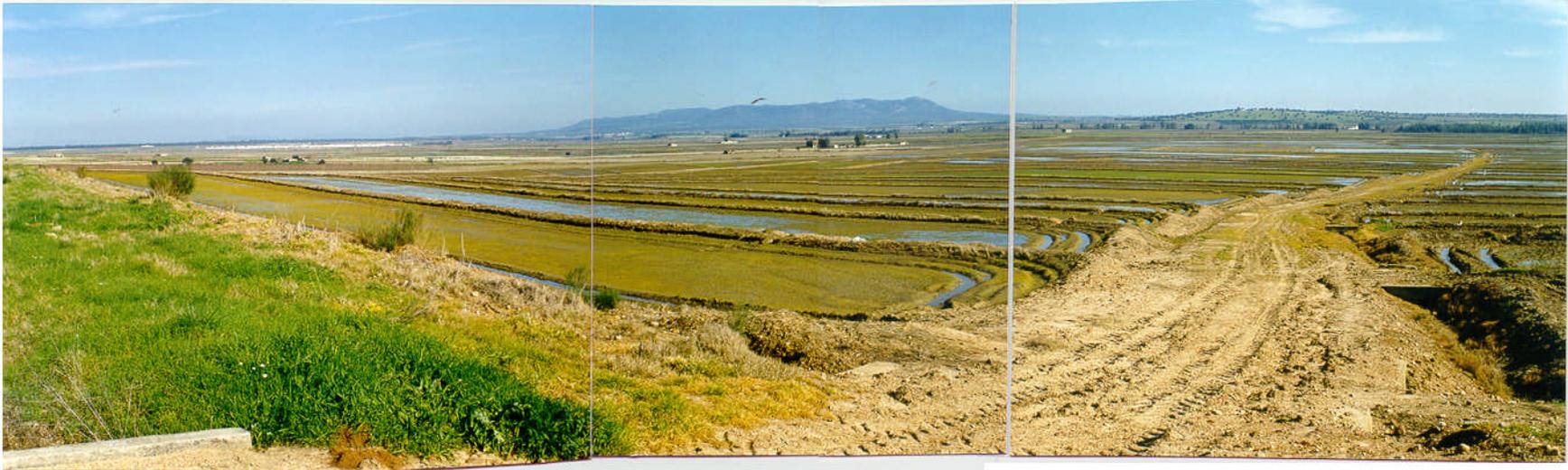


Foto 31. Llanura de inundación del río Gargáligas. Terreno muy llano y de carácter impermeable. Foto realizada en el pk(9) del camino del canal que se dirige de Madrigalejo a Zurbarán.

3.4.2. Tectónica

Los materiales englobados en la Zona 3, si exceptuamos los pequeños recintos en los que afloran los materiales del Precámbrico, no han sufrido deformaciones tectónicas que puedan destacarse. Solamente cabría mencionar las secuelas de los movimientos de la fase iberomanchega al final del terciario, que provoca reajustes en el puzle del substrato precámbrico paleozoico y que se deja translucir en pequeñas fallas de gravedad. Esta fase disloca localmente los depósitos neógenos y da lugar a la deposición de las rañas. La rotura de vertientes por efecto de una inestabilidad gravitacional actual es un fenómeno que afecta a estos terrenos cuando llegan a constituir laderas escarpadas; circunstancia muy local en esta Zona 3.

3.4.3. Columna estratigráfica

La columna estratigráfica de la Zona 3 se contempla en la Figura 13.

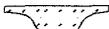
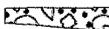
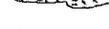
COLUMNA	GRUPO LITOLÓGICO	GRUPO GEOTÉCNICO	DESCRIPCIÓN	EDAD
	A1,a1	G1	ALUVIAL	CUATERNARIO
	A2,a2	G2	FONDOS DE VALLE	CUATERNARIO
	At	G3	TERRAZA ALUVIAL O LLANURA DE INUNDACION	CUATERNARIO
	T,t	G5	TERRAZAS	CUATERNARIO
	C2,c2	G2	COLUVIALES DE PENILLANURA	CUATERNARIO
	g	G5	NIVELES DE GLACIS	PLIO-CUATERN.
	350	G5	RAÑA	PLIO-CUATERN.
	321a	G7	ARCILLAS GRIS VERDOSAS	TERCIARIO

FIGURA 13.- COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE LA ZONA 3

3.4.4. Grupos litológicos

ALUVIAL, (A1, a1)

- Litología

Este grupo está constituido por gravas y gravillas subredondeadas y sueltas, de cantos de cuarcita, e inmersas en una matriz arenosa y limosa. (Foto 32). Los aluviales de arroyos y barrancos poseen un porcentaje mucho mayor de limos y arcillas. Se trata de materiales sueltos y no consolidados, por lo que su dureza y compacidad son prácticamente nulas.



Foto 32. Gravas, gravilla y arenas, poco potentes (nótese en primer plano el grupo litológico 010a) del grupo litológico (a1), del arroyo de Valdemembrillo. Proximidades de la localidad de Obando.

- Estructura

Este grupo constituye el cauce de avenida de los cursos fluviales del tramo. Cartográficamente presenta una estructura canalizada y tabular, interiormente se presenta de una forma masiva. Se dispone horizontalmente. La potencia de este grupo litológico es de 0.5 a 3 metros para (a1) y de 3 a 7 metros para (A1).

- Geotecnia
 - Permeabilidad: Materiales permeables por percolación y porosidad.
 - Estabilidad natural: Terrenos sometidos a la dinámica fluvial.
 - Capacidad portante: Por sus condiciones geomorfológicas no son terrenos adecuados para cimentar sobre ellos estructuras de ningún tipo, de las cuales habrá que transferir siempre sus demandas de resistencia al substrato próximo.
 - Ripabilidad: Son materiales excavables.

ALUVIAL, (A1, a1)

- Litología

Este grupo está constituido por arenas y limos con gravillas dispersas de cantos de cuarcita. Se trata de materiales sueltos y no consolidados, por lo que su dureza y compacidad son prácticamente nulas.
- Estructura

Este grupo constituye fondos de valle de arroyos y vaguadas. Cartográficamente presenta una estructura canalizada y tabular, interiormente se presenta de una forma masiva. Se dispone horizontalmente. La potencia de este grupo litológico es de 0.5 a 3 metros para (a2) y de 3 a 7 metros para (A2).
- Geotecnia
 - Permeabilidad: Materiales permeables por percolación y porosidad.
 - Estabilidad natural: Terrenos sometidos a la dinámica fluvial.
 - Capacidad portante: Por sus condiciones geomorfológicas no son terrenos adecuados para cimentar sobre ellos estructuras de ningún tipo, de las cuales habrá que transferir siempre sus demandas de resistencia al substrato próximo.
 - Ripabilidad: Son materiales excavables.

TERRAZA ALUVIAL O LLANURA DE INUNDACIÓN, (At)

- Litología

Este grupo está constituido en su mayor parte por limos y arcillas orgánicas propias de áreas de inundación pantanosas. Localmente y en zonas más profunda de la terraza, podrán existir cuerpos canalizados constituidos por materiales más gruesos formados por gravas silíceas con matriz limo-arenosa. Se trata de depósitos sueltos y sin consolidar. La compacidad y la dureza del grupo se estima baja. (Fotos 33a y 33b).

- Estructura

Este grupo constituye las llanuras aluviales y las llanuras de inundación de los ríos Guadiana, Gargáligas y Rucas. Cartográficamente presenta una estructura tabular, e interiormente su estructura es masiva. Se dispone de una forma horizontal. La potencia de este grupo litológico es muy variable y oscila entre 0.5 y 4 metros.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Se trata de terrenos con permeabilidad muy baja en superficie debido a su naturaleza limo-arcillosa, circunstancia que acarrea asimismo problemas de encharcamientos por falta de escorrentía superficial. Se trata en realidad de un área de naturaleza aluvial-pantanosas drenada antrópicamente para su utilización en zonas de regadío.
- Estabilidad natural: Los problemas de estabilidad en estos terrenos son de origen hidrodinámico y están ligados a los ciclos climáticos que determinan las crecidas de los ríos y arroyos de la región. A este respecto, durante el invierno de 1996-97, que coincidió con una espectacular crecida de los cauces a consecuencia de un fuerte y prolongado periodo de lluvias, que permitió observar en vivo los efectos geodinámicos de las aguas sobre los terrenos, así como, el efecto catastrófico sobre las infraestructuras creadas, imprudentemente, invadiendo terrenos sujetos a unos procesos que retornan siempre, pasando una factura muy cara a nivel económico y humano a veces.



Fotos 33a y 33b. Llanura de inundación del río Gargáligas. Nótese como los primeros metros de la terraza son depósitos finos mientras que las partes más profundas de la terraza contienen materiales más gruesos y cuerpos canalizados.

- Capacidad portante: Muy baja, al menos el horizonte superior arcilloso.

En general se deben temer asientos diferenciales por la estructura lantejona de los depósitos detríticos y la posibilidad de implantación de freáticos estacionales a nivel de superficie, así como, los humedecimientos del terreno por causa de una mala escorrentía superficial y baja permeabilidad de los horizontes limo-arcillosos de inundación.

En cualquier caso, la inundación de carácter cíclico de estos terrenos, impone la necesidad de estudios y diseños adecuados para cualquier infraestructura que se apoye sobre los mismos, con el fin paliar los efectos de las riadas. Por otra parte, la fundación de aquellas estructuras que requieran respuestas resistentes de alguna entidad tendrán que referirse al substrato normalmente próximo que podrá ser de naturaleza terciaria o paleozoica.

- Ripabilidad: Son materiales excavables.

COLUVIALES DE PENILLANURA, (C2,c2)

- Litología

Este grupo litológico está constituido por coluviales arenosos y arcillosos rojos o pardo-grisáceos. Cuando se alimenta directamente de la superficie de la raña o de glacia, estos materiales poseen un alto contenido de cantos de cuarcita generalmente alterada, redondeados y polimícticos. Debido a su génesis, posee variaciones composicionales laterales importantes.

- Estructura

Este grupo conforma las laderas de los relieves terciarios. Posee un perfil en cuña. Se trata de materiales flojos y nada compactados. La estructura interna es masiva. La potencia de este grupo se estima entre 0.5 m y 3 m para (c2), y entre 3 m y 5 m para (C2).

- Geotecnia

- Permeabilidad: Materiales con permeabilidad de media a baja por percolación.
- Estabilidad natural: No se han observado procesos inestables apreciables en estos terrenos, aunque se deben suponer vulnerables a la erosión lineal y a la arrollada intensa.
- Taludes artificiales observados: Carecen de importancia.

- Taludes recomendados: Su importancia es muy pequeña. Valores de 1'5H:1V serán adecuados.
- Capacidad portante: Baja en general.
- Ripabilidad: Son materiales totalmente excavables.

TERRAZAS, (T)

- Litología

Este grupo litológico está constituido por las terrazas aluviales del río Guadiana y Bullaque, integradas por gravas de cantos cuarcíticos fundamentalmente, y algunos muy esporádicos de cuarzo y pizarra. Interiormente presenta cuerpos lenticulares, a modo de paleocanales, con materiales más gruesos y redondeados del tipo grava, y con una matriz escasa y fundamentalmente arenosa. El tamaño medio de los cantos está entre 2 y 6 cm. Se trata de depósitos sueltos y sin consolidar. La dureza y compacidad se estiman de bajas a moderadas.

- Estructura

Este grupo conforma las vegas elevadas de los grandes cursos fluviales del Tramo de estudio (Guadiana, Gargáligas y Ruecas). Se dispone subhorizontalmente y posee una estructura tabular. Interiormente presenta una estructura masiva. La potencia aproximada de este grupo litológico es variable, y se estima que puede oscilar entre 3 y 6 metros.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Este grupo litológico se considera que su gran mayoría es permeable por percolación y porosidad. La existencia de lechos limo-arcillosos intercalados o en superficie atenúa la permeabilidad e infiltración de las aguas meteóricas dando lugar a áreas con mal drenaje superficial.
- Estabilidad natural: Estos depósitos están expuestos a la erosión lineal y a la arrollada en grandes crecidas.
- Taludes artificiales observados: Se trata en general de desmontes de escasa altura que, de no aflorar en la base un substrato arcilloso de un posible manto de alteración en pizarras paleozoica o correspondiente a materiales terciarios, puede aguantar pendientes que van desde subverticales en los lechos de gravas, a inclinaciones entorno a los 60° - 55° en los horizontes limo-arenosos. Aparecen afectados por una erosión en cárcavas y terminan por provocar desprendimientos y desplomes de los depósitos de gravas que les superponen.

- Taludes recomendados: En principio los perfiles a dar en este grupo pueden estar entre los valores 1H:1V y 1H:1'5V.
- Capacidad portante: Se debe considerar a este grupo litológico con capacidad resistente moderada como mucho, y siempre que los depósitos adquieran cierta potencia, dado que en muchas ocasiones el substrato puede ser de peores características que la terraza. A este respecto convendrá siempre tener un perfecto conocimiento del perfil de la terraza incluyendo las características del terreno que la soporta. En general se considera que las solicitudes de carga con alguna entidad deben remitirse al substrato.

La presencia de limos y limos arcillosos en superficie, o intercalados en lechos lenticulares, puede dificultar el drenaje superficial y facultar la existencia de freáticos temporales a nivel de superficie que pueden dar lugar a pequeños asentamientos diferenciales en situación de cargas por infraestructuras.

- Ripabilidad: Son materiales totalmente excavables.

RAÑAS, (350) - NIVELES DE GLACIS, (g)

- Litología

En este grupo litológico se incluyen los diferentes niveles de deposición que conforman las superficies culminantes del terciario comúnmente denominada raña (grupo litológico (350)) y los diferentes niveles de glacis (grupo litológico (g)), de edad cuaternaria. (Fotos 34, 35, 36). El grupo litológico (350) es un conglomerado de cantos heterométricos (el tamaño medio oscila entre 10 y 20 cm), fundamentalmente cuarcíticos, y en menor proporción de cuarzo, irregularmente cementado por carbonatos y con una matriz arenosa y arcillosa. Es muy frecuente encontrar un horizonte, de 0.5 m de potencia, culminando la raña, de gravillas sueltas, de cuarcita alterada con una pátina ferruginosa, de cantos redondeados, homogéneos y de 1 cm de diámetro. Dentro de la raña (350) se han incluido sus vertidos y algunos niveles de glacis encajados sobre esta superficie que muy frecuentemente queda estructurado con escarpes de erosión de origen poligénico. Los depósitos de vertido de raña y los "rañizos" encajados sobre el nivel más alto de la raña, están constituidos por gravas y gravillas no superiores a los 7 centímetros de diámetro inmersos en una abundante matriz arcillosa y arenosa.

Los niveles de glacis pertenecientes al grupo litológico (g) están constituidos por arenas limosas y arcillosas, rojas y ocreas, y niveles de gravas y gravillas silíceas de cantos de aproximadamente 10 cm de diámetro. En algunas zonas, los componentes fundamentales son arcillas arenosas con gravas. A veces, debido a la alta proporción de finos, estos materiales se podrían clasificar como un mudstone.

La alterabilidad se estima entre moderada y alta, dependiendo fundamentalmente del contenido de finos.

- Estructura

Este grupo litológico conforma los depósitos de las diferentes superficies de erosión-deposición que se han generado desde el Plioceno al Pleistoceno. La raña, estratigráficamente, culmina las cuencas terciarias y constituye un pedimento que arranca de los relieves cuarcíticos ordovícicos. Los niveles de glacis se encajan en la raña movilizando parte de sus materiales. Su disposición es subhorizontal. La estructura interna de este grupo se considera masiva. A escala cartográfica posee una estructura en cuña ya que la potencia va aumentando a medida que nos separados de los relieves cuarcíticos. Debido a este fenómeno la potencia de este grupo es muy variable y oscila de 0.5 a 10 metros.



Foto 34. Aspecto superficial de los materiales del grupo litológico (g). Glacis al NE de Talarrubias en el talud de la carretera que une esta población con la de Puerto Peñas.



Foto 35. Conglomerados alterados de cuarcitas pertenecientes al grupo litológico (g). En la foto se puede observar un pequeño deslizamiento a consecuencia del gran contenido en caolín que puede presentar localmente en su composición. Talud sobre la carretera N-430 a la altura de Casas de Don Pedro.



Foto 36. Conglomerados de cuarcitas pertenecientes al grupo litológico (350). Talud excavado en la raña entre el pk(3) y pk(4) de la carretera que une las poblaciones de Orellana de la Sierra y Navalvillar de Pela.

- Geotecnia

- Permeabilidad: Formaciones con permeabilidad por percolación y porosidad que podrán oscilar de alta a moderada en proporción del contenido arcilloso del grupo litológico a nivel local. Es normal que este grupo litológico cree un horizonte freático, de tipo estacional o permanente que puede llegar a superficie, al apoyarse sobre un substrato pizarroso o arcilloso de naturaleza impermeable.

- Estabilidad natural: La circunstancia de que estos grupo litológicos, especialmente el (350), se sitúe sobre formaciones de naturaleza detrítico arcillosa del Terciario, o sobre un horizonte de alteración arcilloso en pizarras paleozoicas, propicia la existencia de fenómenos de deslizamiento en los bordes de los terrenos aterrazados, como consecuencia del encajamiento de la red fluvial por debajo del nivel de las rañas y glacis.
- Taludes artificiales observados: Taludes de excavación que afecten exclusivamente a estas formaciones son lógicamente de pequeña entidad debido a la escasa potencia de los mismos, salvo raras excepciones en donde ha sido cortado en nivel de raña más alto. Los taludes conformados oscilan entre pendientes 1H:1V y 1'5H:1V, evolucionando posteriormente en razón del grado de compactación y proporción del componente arcilloso del grupo litológico a nivel local. La evolución de la raña inicial, creando niveles escalonados de rañas secundarias heredadas y glacis a lo largo del cuaternario, determina la existencia de diferenciaciones en la potencia, compactación y proporción entre elementos finos y gruesos en distintos niveles.

Es frecuente ver a estos grupos coronando los taludes excavados en las formaciones terciarias o paleozoicas. En estos casos su comportamiento depende de la posibilidad de que exista o pueda instalarse un horizonte freático en el contacto, ya que en el caso positivo, esta circunstancia constituirá un elemento negativo para la estabilidad del talud.

- Taludes recomendados: Si los desmontes van a afectar sólo a estos grupos litológicos, es decir, no van a tener alturas importantes normalmente, el perfil en principio que podrá darse no debe exceder del 1H:1V. En los casos en donde estas formaciones se vean afectadas por deslizamientos de ladera, o se vea muy poco compactada, o con alta proporción arcillosa, el talud no debe superar el 1'5H:1V.
- Capacidad portante: Las condiciones resistentes de este grupo pueden variar en un amplio margen que va desde respuestas moderadas a bajas en razón de su potencia, compactación, condiciones de estabilidad natural, composición litológica y naturaleza del substrato.

En condiciones normales de plataformas llanas o de muy suave pendiente, suele constituir un buen cimiento para la calzada siempre que no exista un horizonte freático de naturaleza temporal a nivel de superficie, circunstancia por otra parte muy frecuente. En estos casos, de no procederse a un buen drenaje del terreno por debajo de la calzada, la aparición de asientos diferenciales y las subpresiones sobre las capas del firme podrán arruinar la carretera. En solicitaciones de alguna importancia el bulbo de presiones será referido normalmente al substrato.

- Ripabilidad: Los materiales de esta formación son totalmente excavables.

ARCILLAS GRIS VERDOSAS, (321a)

- Litología

Este grupo litológico está constituido por arcillas gris verdosas en corte fresco, y con tonalidades rojizas y rosáceas en pátinas de alteración. (Foto 37). Algunas veces, como en las cercanías a la localidad de Vegas Altas, la alteración de estos materiales genera suelos arcillosos muy oscuros y plásticos. Se trata de un grupo litológico muy homogéneo en toda su extensión cartográfica. Localmente podrían intercalar niveles detríticos de naturaleza lentejonar con materiales más gruesos de tipo conglomerático y areno-limoso.

- Estructura

Este grupo litológico se sitúa en la parte oriental del Tramo y conforma relieves tabulares suaves, lomas y planicies. Se dispone en capas subhorizontales. Interiormente presenta una estructura homogénea y masiva. La compacidad se estima moderada, y su dureza siempre baja. Se han medido aproximadamente 20 metros de potencia en el cerro de Barrerón (Hoja 754).



Foto 37. Explotación de las arcillas del grupo litológico (321a) en las cercanías del cerro Barrerón (Los Guadalperales).

- Geotecnia

- Permeabilidad: Materiales con características netamente impermeables que circunstancialmente pueden contener algunos horizontes algo más permeables asociados a niveles detríticos más gruesos.
- Estabilidad natural: Se ha observado, que cuando estos terrenos conforman laderas con pendientes acusadas y soportan un horizonte detrítico del tipo raña, existen roturas de ladera por deslizamiento de gravedad. Se trata en realidad de un fenómeno local, pues no es frecuente encontrar taludes fuertes en estos materiales.
- Taludes artificiales observados: Este grupo litológico ha sido ampliamente excavado en la construcción de canalizaciones para la distribución de las aguas de regadío procedente de los numerosos embalses existentes en la zona. Se trata en general de taludes con alturas no superiores a los 6 metros, revestidos y con pendientes en torno al 1H:1V. Se han detectado importantes problemas de erosión (Foto 38). El deterioro continuo que se observa en el revestimiento con agrietamientos y en algún caso abombamientos, señalan la existencia de empujes y deformaciones que en gran medida deben proceder de los materiales arcillosos. (Foto 39).



Foto 38. Pequeño talud realizado en la construcción del canal principal de Madrigalejo en el que se observan importantes problemas de erosión en las bermas.



Foto 39. Estructuras de aguante al pie de los pequeños, pero muy inestables, taludes realizados en la construcción del canal que une Madrigalejo y Zurbarán. Pk(0'5), cercanías al almacén del butano.

En taludes de carretera se ha detectado un comportamiento muy inestable en los desmontes, algunos de muy pequeña altura, excavados en el acondicionamiento de la carretera local entre Madrigalejo y la N430. (Foto 40). Concretamente en la proximidad de Madrigalejo, en un talud en el que se puede apreciar los rasgos de un deslizamiento fósil, la inestabilidad ha sido muy acusada. En un sentido contrario, los desmontes creados en la cantera abierta en arcillas de esta formación, (Foto 37), en la margen derecha del río Gargáligas, al norte de la población de igual nombre, se ejecutan con pendientes muy verticalizadas que se mantienen por tiempo prolongado. La ausencia de agua en los taludes, la compacidad de los niveles, o la posible existencia de horizontes potentes carbonatados, pueden explicar este comportamiento estable de estos taludes.



Foto 40. Deslizamiento de los materiales del grupo litológico (321a) en el talud de la carretera N-430 a la entrada a Madrigalejo. Al fondo, dicha población.

- Taludes recomendados: Con independencia de que localmente puedan encontrarse áreas con las características apuntadas para la cantera de la fábrica de cerámica de Valdivia, lo normal será la presencia de las arcillas grises u orgánicas descompuestas de baja resistencia. Los taludes de excavación recomendados quedarían por debajo del valor 1H:1V y próximos al 1'5H:1V. En el caso de sectores con problemas de inestabilidad fósil lo más probable es que sean necesarias medidas de apoyo o contención.
- Capacidad portante: La capacidad soporte del terreno será como mucho media tendiendo a valores bajos. Superficialmente ha de suponerse que el terreno está muy alterado y, circunstancialmente en zonas de ladera, movilizado por deslizamiento. En estas circunstancias los valores resistentes serán bajos. La interferencia de agua en el terreno por encharcamiento o instalación de freáticos temporales bajo la calzada, dará lugar a la aparición de asientos diferenciales, por lo que se impondrá siempre un perfecto drenaje que aisle la infraestructura vial de la posible agua de circulación freática y de la escorrentía superficial.
- Ripabilidad: Los materiales de esta formación son escavables.

3.4.5. Grupos geotécnicos

En este apartado se agrupan, según ciertas características geotécnicas comunes, las formaciones geológicas individualizadas en el apartado anterior.

- Grupo geotécnico G1

Este grupo geotécnico está constituido por los grupo litológicos (A1) y (a1). Materiales permeables por percolación. Poseen una morfología llana y se ven afectados por la dinámica fluvial. Por sus condiciones geomorfológicas no son terrenos adecuados para fundar sobre ellos estructuras de ningún tipo, de las que habrá que transferir siempre sus demandas de resistencia al substrato próximo.

- Grupo geotécnico G2

Este grupo geotécnico está constituido por los grupos litológicos (A2), (a2), (C2) y (c2). Se trata de fondos de valle y los coluviales de penillanura con una permeabilidad moderada, y con problemas locales de escorrentía. Son terrenos vulnerables a la erosión, y los coluviales pueden presentar problemas de estabilidad natural. Se encuentra poco o nada consolidado, y sólo admitirá cargas muy someras. Los taludes recomendados en los coluviales estarán en torno a los valores 1'5H:1V. Cualquier solicitud de alguna entidad deberá transferirse al substrato próximo. Grupo ripable en su totalidad.

- Grupo geotécnico G3

Este grupo geotécnico está constituido por los grupos litológicos (At) y (I). Se trata de unidades que se caracterizan por ser áreas con morfología llana que se ven afectados por procesos recurrentes de inundación y en el caso del grupo (At), sometido además a los efectos de la dinámica fluvial. En su constitución litológica existe, al menos, un horizonte superficial eminentemente arcilloso e impermeable, que retiene las aguas de escorrentía y precipitación, haciendo de estas zonas unas áreas blandas y pantanosas con problemas de capacidad portante y drenaje.

- Grupo geotécnico G5

Este grupo geotécnico está constituido por los grupos litológicos (350), (D), (d). Se trata de rañas, glaciares y abanicos aluviales. Los materiales de este grupo geotécnico presentan normalmente una permeabilidad aceptable que pueden oscilar dentro de un amplio rango. En la base de apoyo de estas formaciones existirá con frecuencia un horizonte impermeable arcilloso de alteración del substrato, o perteneciente al terciario. Constituyen superficies planas de muy suave pendiente, terminadas en muchos casos en pequeños escarpes de bordes, en algún caso, por roturas de gravedad. Los taludes de excavación tendrán normalmente alturas ba-

jas o medias como mucho. Los problemas que pueden presentarse será de desprendimiento de cantos o bolos, y deslizamiento. En este último caso concurrirá casi siempre, un horizonte arcilloso en la base del talud. Es aconsejable no dar a los desmontes pendientes superiores al 1H:1V. La capacidad portante debe estimarse baja en principio, sin dejar no obstante de considerar, la posibilidad de que la respuesta resistente pueda llegar a ser moderada en muchas ocasiones. Grupo ripable.

3.4.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona 3

La Zona 3 presenta un espectro amplio de problemas de intensidad baja o media para los trazados lineales, entre los que cabría destacar los de naturaleza geomorfológica. Las amplias terrazas de inundación existentes en el Tramo, como la del río Gargáligas, son áreas de naturaleza pantanosa, drenadas en la actualidad para su utilización en la agricultura de regadíos. En este sentido, la naturaleza arcillosa de los terrenos terciarios que ocupan estas terrazas, junto a los cuaternarios aluviales fangosos, de gran parte de la Zona, introducen factores negativos, por lo que respecta a la capacidad portante, a sus características geomecánicas en general. También, estos factores influyen en los problemas de naturaleza hidrológica e hidrodinámica dada la naturaleza impermeable de casi todos los terrenos existentes, incluso el substrato precámbrico, y la escasa y mala escorrentía superficial, que faculta la existencia de áreas amplias de encharcamiento muy persistentes en épocas lluviosas y de inundación. El impacto sufrido en esta zona, especialmente las vegas de los ríos Gargáligas y Ruecas, en las inundaciones causadas por las importantes lluvias registradas en los últimos inviernos, años 96-97 y 97-98, han puesto de manifiesto la vulnerabilidad de estas áreas y las infraestructuras que soportan, ante condiciones climatológicas adversas.

4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO

4.1. RESUMEN DE LOS PROBLEMAS TOPOGRAFICOS

Las sierras existentes al Norte y Este del Tramo, y los valles del Guadiana y Zujar, con sus embalses respectivos encajados en la penillanura precámbrica, constituyen los obstáculos orográficos, más importantes que presenta el Tramo. El resto de las sierras existentes constituyen, en realidad, grandes o pequeños inselberg que sólo constituirían obstáculos en trazados conectivos entre corredores principales. Las sierras existentes en el ángulo NE del Tramo son atravesados actualmente, sin grandes dificultades por la carretera N502, a través del puerto de los Carneros (748 metros de altitud) cuyo trazado y geometría no reúnen las condiciones adecuadas para el tráfico que soporta. Resultando por ello un tramo de alta peligrosidad. El acceso al Tramo por el Norte a través de las sierras es más problemático. Las carreteras procedentes de esta dirección aprovechan el estrecho cañón que el río Guadiana construye al atravesar perpendicularmente los materiales paleozoicos, definiendo las sierras de Chimenea y Solona en una y otra margen respectivamente.

El obstáculo interpuesto por los valles creados en el encajamiento de la red fluvial, y el factor añadido por la superficie de los embalses, será sin duda un condicionante importante a los posibles trazados. No obstante, existen numerosos sectores en donde el estrechamiento del valle y embalse respectivos, especialmente en el del río Guadiana, no forzará a un corredor estrecho o estructuras elevadas excesivamente largas.

4.2. RESUMEN DE LOS PROBLEMAS HIDROLOGICOS

En el Tramo de estudio, existen una serie de factores negativos, que van a condicionar los problemas hidrológicos. El primero es la naturaleza netamente impermeable de la gran mayoría de los terrenos del Tramo, al existir un predominio muy destacado de los materiales esquistosos en las series precámbrico paleozoicas, y la naturaleza arcillosa, asimismo, predominante en los terrenos terciarios. El segundo viene condicionado por un lado, por la amplitud que adquieren en el área peneplanizada del precámbrico esquisto-grauváquico, los terrenos con morfología suavemente tendida, llana o claramente endorreica; y por otro, por la adquirida por las terrazas de inundación de los ríos Gargáligas y Ruecas ocupados por suelos orgánicos arcillosos (Foto 41). Todo ello constituye un problema a tener muy en cuenta en el diseño de la estructura vial, con vista a procurar un buen drenaje en la explanada, evitando la instalación de cualquier freático temporal bajo ella, o la fluctuación de los permanentes.



Foto 41. Inundaciones en la terraza aluvial del río Ruecas a su paso por Madrigalejo. Al fondo la mencionada localidad.

En las medias laderas, la existencia de coluviones y mantos de derrubios en general sobre los materiales pizarrosos, a veces muy alterados en productos arcillosos caolínicos, especialmente las laderas de las sierras paleozoicas y a su pie, faculta la existencia de un freático estacional o permanente. Esta tiene como base la zona de contacto, y hace acto de presencia en numerosos puntos, como surgencias o manantiales en el frente de los mantos de recubrimiento coluvial y mantos de derrubios. La oclusión de las vías naturales de descarga del agua freática, acarreará problemas de estabilidad en el terreno y en cualquier estructura que se apoye sobre él, especialmente si se trata ya de una zona afectada por deslizamientos fósiles o latentes. Dado que especialmente en las laderas de las sierras las paleozoicas, están ampliamente desarrollados estos fenómenos inestables, se deben extremar las estructuras de drenaje tanto en construcción de terraplenes como en la excavación de taludes. Y en general, en toda infraestructura que pueda interferir sobre el drenaje natural existente, tanto profundo como superficial, facilitando y mejorando en lo posible, la evacuación de las aguas.

En la excavación de taludes que puedan dejar colgados estos tipos de freáticos, debe procederse a su interceptación evitando su afloramiento o presencia en el talud.

4.3. RESUMEN DE LOS PROBLEMAS LITOLÓGICOS

Los materiales arcillosos, incluso las arcillas orgánicas, son terrenos frecuentes en el Tramo.

Las pizarras de la serie esquisto-grauváquica sufren con frecuencia alteraciones en profundidad, que las convierten en un horizonte en alto contenido en arcillas caolínicas. Este fenómeno está especialmente desarrollado en las áreas del contacto del precámbrico con los terrenos paleozoicos de naturaleza cuarcítica, Ordovícico, que constituyen las columnas vertebrales de las sierras. De esta circunstancia, arrancan los procesos de tipo geomorfológico relacionados con la inestabilidad de vertientes en las sierras, acontecidos durante el cuaternario, que han sido heredados por los tiempos actuales en sus formas fósiles, latentes y localmente activas. Los materiales neógenos de la cuenca del Gargáligas son de naturaleza arcillosa mayoritariamente, con la presencia frecuente de importantes horizontes de arcillas fangosas. Estos materiales presentan malas características geomecánicas, como se deja translucir en los taludes sobre ellos excavados, en la construcción de canales y taludes de carretera.

Fuera de lo que podemos denominar cuenca del Gargáligas, en los terrenos situados al sur del mencionado río dominados por los materiales de la serie esquisto-grauváquica, existen restos de un depósito neógeno que normalmente está fosilizado por los depósitos de la raña o coluviales del mismo tipo o más actuales. Este nivel es de naturaleza detrítico arcillosa, areno arcillosa y conglomerática, con alto contenido en caolín. Enlaza en el borde de las sierras, con los horizontes constituidos por las pizarras y los conglomerados arcillosos, profundamente rubefactados por un proceso profundo y prolongado, y constituye sin duda la formación inicial que alimentó las cuencas neógenas creadas al final del paleógeno, y que por tanto serían presumiblemente de esta edad. Estos depósitos han sido observados puntualmente bajo recubrimientos coluviales más recientes.

Los fangos arcillosos y orgánicos están también presentes en las amplias terrazas de inundación de los ríos Gargáligas y Ruecas, constituyendo unos terrenos inadecuados para el sustento de estructuras.

4.4. RESUMEN DE LOS PROBLEMAS GEOMORFOLÓGICOS

La inestabilidad natural fósil y latente existente en las laderas de las sierras paleozoicas, la erosionabilidad de los materiales arcillosos terciarios y los problemas derivados de la actividad hidrodinámica de los cursos fluviales, especialmente significativa en los valles de los ríos Gargáligas y Ruecas por la amplitud y características de su terraza de inundación, son los problemas más significativos de índole geomorfológico que presenta el Tramo.

En general los probables trazados preferentes diseñados en el Tramo de dirección E-O, serán escasamente afectados por estos problemas.

4.5. RESUMEN DE LOS PROBLEMAS GEOTECNICOS

a) Problemática en los materiales del substrato precámbrico-paleozoico

Los terrenos de esta edad no deben presentar problemas mencionables de capacidad portante salvo áreas muy localizadas y en referencia a terrenos muy concretos. En este sentido, se deben estudiar con detalle los caracteres estructurales y geomorfológicos, cuando los apoyos se realicen a media ladera, especialmente, si estos se realizan en las vertientes de las sierras paleozoicas y en la proximidad de la series cuarcíticas. Puesto que allí, la tectonicidad, alteración y la presencia de aguas feáticas catalizan condiciones de baja resistencia, tanto el substrato pizarroso como el recubrimiento terciario o cuaternario.

La excavación de taludes conllevará normalmente una problemática asociada y recurrente de inestabilidad de cuñas, y corrimiento entre capas en condiciones favorables. La alta tectonicidad impresa en los materiales, asociada a las discontinuidades metamórficas y sedimentarias, introduce una problemática amplia e intensa en este sentido. Todo esto condiciona diseños con pendientes muy diversas y la necesidad, en la mayoría de los casos, en taludes medios y altos, de dejar amplias cunetas de resguardo ante hipotéticos corrimientos y desplomes, o al uso reiterado de geomallas y pantallas dinámicas con otras estructuras de apoyo o protección.

En general, se puede decir que los trazados a media ladera paralelos a las alineaciones serranas o ejes de plegamiento, deberán ser las más conflictivas en principio, en orden a la estabilidad, ya que las estructuras de plegamiento y tectónicas, así como las geomorfológicas favorecerán la aparición de una problemática en ese sentido.

La excavación del talud debe contar con la problemática, existente en las sierras paleozoicas, de inestabilidad de vertientes, que afectarán a las zonas de emboquille y áreas próximas, y a la existencia de zonas de profunda tectonicidad y alteración en los contactos entre las cuarcitas del Tremadoc de la base del paleozoico y las pizarras de la serie esquisto - grauváquica precámbrica. La presencia de aguas freáticas también deben ser importantes en estas zonas.

b) Problemática en terrenos de edad neógena

Los terrenos arcillosos que afloran en la cuenca del río Gargáligas deben presentar problemas de capacidad de carga, pudiéndose dar en ellos fenómenos de asiento diferencial bajo la influencia de freáticos estacionales. Los depósitos más gruesos, que se superponen a las arcillas y enlazan con el nivel de la raña, presentan mejores características, aunque su alto contenido en arcillas y su carácter lentejonar, así como la presencia de acuíferos temporales asociados a los mismos, son circunstancias que pueden facilitar la aparición de asientos diferenciales.

Los taludes excavables en las arcillas neógenas no admitirán normalmente pendientes fuertes, aunque localmente se ha observado algún talud, de pendientes muy verticalizadas, en niveles de arcillas muy compactas que permanecen sin un deterioro apreciable. Si el agua no está presente por ningún concepto en el talud y los niveles arcillosos aparecen compactos e incluso con un componente carbonático apreciable, los taludes fuertes en el entorno 1H:1V, no sólo serán posibles sino aconsejables. Lo normal será que los taludes con pendientes superiores al 1H:1V sufran deterioros rápidos. Especialmente, si existen horizontes de arcillas orgánicas o niveles detríticos más permeables intercalados o superpuestos a las arcillas, puede proporcionar agua a las mismas y crear pequeños freáticos colgados. En estos casos las pendientes estables serán muy tendidas, valores en el entorno 1'5H:1V serían aconsejables.

La excavación de taludes en la serie detrítica superior o raña no debe suponer en ningún caso una problemática importante dada la reducida potencia que suele tener esta formación. Como mucho podrá dar lugar a taludes con alturas entre medias y bajas; frecuentemente bajas. En algunos casos, la potencia de esta formación puede parecer incrementada como consecuencia de roturas de gravedad y derrames en los bordes que se asoman a las laderas. En estos casos la estabilidad de los taludes de excavación debe ser bastante deficiente. En general, el valor de la pendiente a dar a los desmontes no deberían superar el 1H:1V.

c) Problemática en terrenos del recubrimiento cuaternario.

Los problemas más destacados que pueden suscitarse en terrenos de edad cuaternaria serán normalmente de capacidad portante. Los terrenos más susceptibles en este aspecto serán los derrubios de ladera, especialmente los de las vertientes de las sierras paleozoicas, muy afectadas por movimientos gravitacionales; los depósitos aluviales de las terrazas de inundación de los ríos Gargáligas y Ruecas, constituidos por fangos arcillosos; y los recubrimientos de glaciares y rañizos con alto contenido en arcilla. En la mayoría de los casos, la escasa potencia de estos depósitos, especialmente glaciares y rañizos reducirá a un mínimo la problemática de los asientos, cuando no, los relega a terrenos del substrato muy próximo.

No obstante y dada la naturaleza impermeable del substrato la posibilidad de que se instale un pequeño nivel freático en el contacto substrato/recubrimiento es muy alta, en algunos casos existen claras zonas lagunares asociadas a estos terrenos. Con estas condiciones, bastante generalizadas, las fluctuaciones estacionales de estos freáticos pueden repercutir muy negativamente en las condiciones portantes y facultar asientos diferenciales y subpresiones en las capas del firme, que abocarán a su deterioro.

4.6. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS

Los trazados E-O que se pretendan diseñar en el área estudia, van a encontrar dos amplias bandas o corredores, por los que podría transitar una estructura lineal que trate de mejorar las comunicaciones entre las provincias de Ciudad Real y Badajoz. Estas bandas o corredores, arrancarían en la zona este del Tramo en el sector por donde en la actualidad va el trazado de la carretera N413. Es decir, por el puerto de los Carneros, collado que separa la sierra del Escorial de la de los Villares. A partir de este punto existen dos posibles corredores: uno seguiría una dirección aproximadamente ONO-ESE hasta enlazar una vez pasado el río Guadiana aguas abajo de la presa García Sola, en la cola del embalse del embalse de Orellana, con el actual corredor por donde discurre la carretera N430. Otro posible itinerario consistiría en proseguir el corredor por el que transita la carretera N413 hasta la altura de la población de Orellana la Vieja, desde donde podría seguir dos itinerarios: uno consistiría en cruzar el río Guadiana por debajo de la presa de Orellana y enlazar a continuación por el corredor donde transita la carretera local que une la población de Orellana la Vieja con la carretera N430 por la margen derecha del río Guadiana, o bien proseguir por la margen izquierda del río y cruzarlo en la proximidad del meridiano de la población de Valdivia situado en el límite del Tramo pero fuera del mismo.



CORREDOR DE TRAZADO SUGERIDO

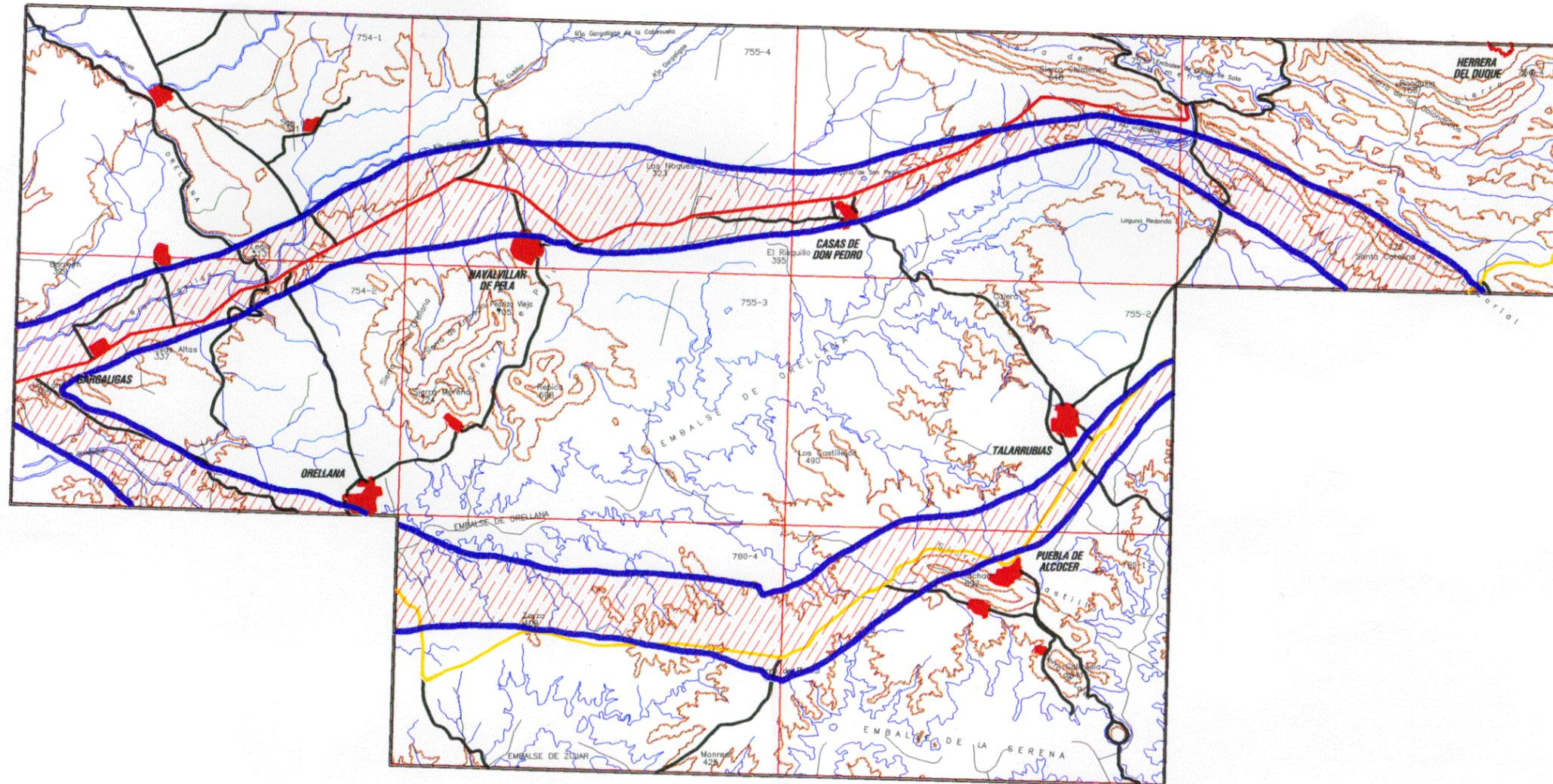


FIGURA 14. ESQUEMA DE LOS CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS EN EL TRAMO

Escala 1:200.000

CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDO DEL ITINERARIO CIUDAD REAL-BADAJEZ

Una de las finalidades de un Estudio Previo de Terrenos es la de proponer corredores para futuras vías de comunicación, dentro del área estudiada.

En este caso, fruto del Estudio realizado, se ha llegado a la conclusión de la conveniencia de proponer corredores en dirección Este-Oeste que abarquen una zona más extensa.

Aunque la unión entre Ciudad Real y Badajoz se sale del ámbito de este Estudio, se ha considerado necesario incluirla debido a la importancia dentro de la comunicación Este-Oeste de la Península.

La interconexión de las poblaciones de Ciudad Real y Badajoz tiene hasta la localidad de Agudo dos corredores alternativos, uno norte y otro sur. A partir de esta localidad, existe una única opción hasta Badajoz.

La Alternativa sur arranca de Ciudad Real por la carretera nacional 420 hasta la localidad de Corral de Calatrava. Llegado a este punto, continúa por el corredor de la carretera local que conduce a la localidad de Cabezarados, y a partir de allí, por el actual de la carretera nacional 424 hasta Abenojar. Existe también otro corredor posible entre Corral de Calatrava y Abenojar pasando por Pozuelos de Calatrava.

Desde la localidad de Abenojar, el corredor sigue en dirección Oeste por la carretera local que lleva a Saceruela. En este tramo de Abenojar a Saceruela, y en las proximidades de la Sierra de los Canalizos, existe una alternativa de interconexión con la opción norte, al oeste de la Sierra de los Buitres. La alternativa sur enlaza finalmente con la carretera nacional 503 a la altura de Valdemanco del Esteras para terminar en la localidad de Agudo.

La opción norte arranca con dirección este desde Ciudad Real por la carretera nacional 430 hasta la localidad de Retama. Desde esta localidad hasta Agudo, el corredor toma una dirección OSO pasando por la Sierra de los Terneros.

A partir de la localidad de Agudo existe un corredor único que coincide con el actual de las carreteras locales que unen las localidades de Tamurejo, Siruela, Talarrubias, y pasando el Embalse de Orellana, Casas de San Pedro. Desde Casas de San Pedro se conecta con el actual corredor de la carretera nacional 430 hasta Badajoz.

En la figura 14 bis se muestran los diferentes corredores propuestos para unir Ciudad Real con Badajoz.

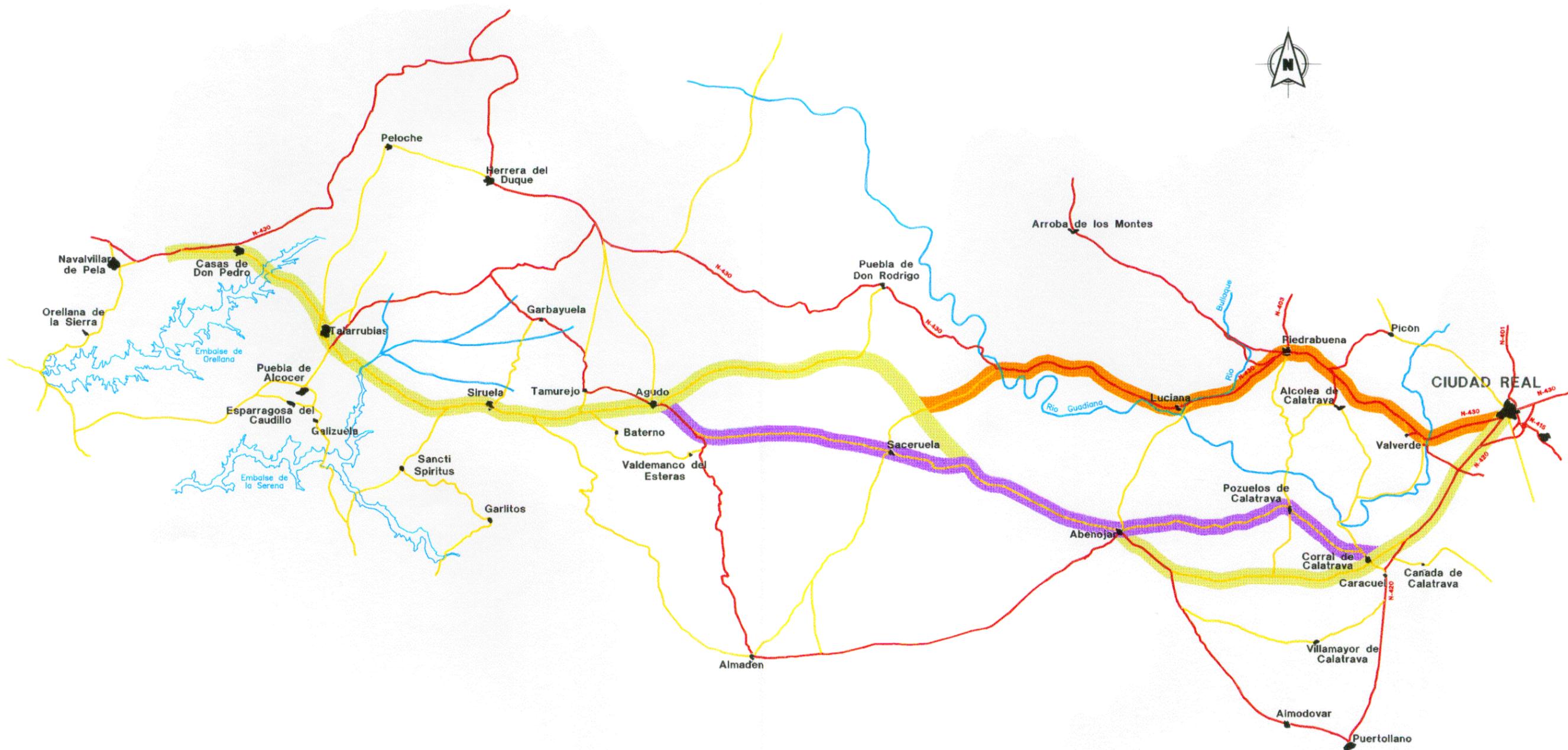


Figura 14 Bis
CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS DEL ITINERARIO CIUDAD REAL-BADAJOZ
ESCALA 1:400.000

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

5. INFORMACION SOBRE YACIMIENTOS

5.1. ALCANCE DEL ESTUDIO

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

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

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

5.2. YACIMIENTOS ROCOSOS

Los únicos materiales aptos para ser aprovechados como yacimientos rocosos son, si exceptuamos los pequeños asomos de rocas intrusivas de carácter básico existentes en la serie devónica, las cuarcitas paleozoicas que en distintos tramos de la serie constituyen los resaltes orográficos más significativos del paisaje.

Los yacimientos rocosos de naturaleza cuarcítica son abundantísimos en todo el Tramo de estudio, no existiendo dificultades mayores para el acceso a ellos. Un horizonte explotado antaño es el de las cuarcitas de la base del Silúrico, "Cuarcitas de Criadero", grupo litológico (123c). Dentro del Tramo de estudio, estos materiales se localizan en el amplio sinclinal de Herrera del Duque. Su aprovechamiento en este área se reduce a una pequeña explotación abandonada próxima a la carretera nacional N413, en el límite del Tramo, (foto 42). Para la extracción de estos materiales será necesario utilizar explosivos, aunque su tableado estratigráfico y la densidad del diaclasado facilitará esta tarea. Su coeficiente de aprovechamiento no superará el 0'85 %. Estos materiales son muy buenos para hormigones y capas bajas e intermedias del firme y menos aptas para los del firme por su baja adhesividad a los betunes.

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



Foto 42. Cantera abandonada en las "cuarcitas de Criadero", YR-4. Fotografía realizada desde el camino que sale desde el pk(19) de la carretera C-413 en dirección a Casa Castuera.

Los afloramientos de rocas intrusivas básicas (grupo litológico 001) existentes dentro del tramo son muy reducidos, y por otra parte, presentan una irregularidad, en lo que respecta a la dureza de la roca, introducida por la tectonicidad, la alteración y su recubrimiento en superficie. Se trata de yacimientos que requerirán estudios muy detallados para poder determinar la calidad de los mismos en profundidad. La roca fresca es de extraordinaria dureza y compacidad. Estos materiales son muy buenos como áridos para capas del firme de carreteras. El coeficiente de desgaste de los Angeles es del 15 % para la granulometría A, y del 17 % para la E. Su peso específico puede variar en función del contenido de sílice y ferromagnesianos de la roca, pero como término medio es muy próximo a 3. La adhesividad a los betunes es prácticamente del 100 %.

Como ha quedado dicho, en el Tramo de estudio no existen prácticamente yacimientos rocosos, por lo que los únicos yacimientos que se señalan corresponden, a afloramientos de cuarcitas no aprovechados o utilizados muy superficialmente, y a las masas de diabasas intrusivas o interestratificadas en las pizarras devónicas

En la Figura 18 se encuentran situados los yacimientos rocosos en el Tramo estudiado, y en la Figura 15 se especifican las características y la importancia de cada uno.

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

SIMBOLO	INTERÉS	SITUACIÓN	GRUPO LITOLÓGICO	MATERIAL	ACCESOS
YR-1	Alto	756-4	001	Diabasas	Bueno a través del Camino que sale del pk(20'8) de la carretera C-413 en dirección a Herrera del Duque.
YR-2	Alto	756-4	001	Diabasas	Bueno a través del Camino que sale del pk(20'8) de la carretera C-413 en dirección a Herrera del Duque.
YR-3	alto	756-4	001	Diabasas	Bueno a través del Camino que sale del pk(20'8) de la carretera C-413 en dirección a Herrera del Duque.
YR-4	Bajo	756-4	123c	Cuarcitas	Bueno en el pk(19) de la carretera C-413 en dirección a Casa Castuera.

FIGURA 15. CUADRO - RESUMEN DE YACIMIENTOS ROCOSOS

5.3. YACIMIENTOS GRANULARES

Los materiales que constituyen la gran mayoría de los yacimientos granulares en el Tramo son de origen aluvial, coluvial. Las explotaciones existentes son mínimas. Se ha localizado una explotación de gravas y arenas aluviales en la cola del embalse de Orellana, en los acarreo del río Guadiana grupo litológico (A1), y otra en los coluviones que constituyen un potente canchal en la vertiente sur de la sierra de Chimenea, próximo a la carretera N430, grupo (C1). Fuera de estas dos graveras, sólo existen pequeños aprovechamientos locales de las rañas y glacia. La escasa potencia que normalmente tienen estos grupos los descartan en principio como yacimientos de interés dentro del Tramo. Solamente en los localizados puntos donde la raña adquiere cierta potencia como ocurre al sur de Navalvillar de Pela podría pensarse en un aprovechamiento de estos materiales, que por otra parte contienen una matriz arcillosa muy abundante. Dado que los depósitos aluviales en el Tramo abundan en materiales arcillosos y fangosos, los yacimientos granulares de posible aprovechamiento más claro estarían relegados a los abombamientos canchales cuarcíticos que tapizan las sierras paleozoicas, en donde la proporción de arenas y finos es muy pequeña, y por tanto el aprovechamiento es muy alto.

Las gravas aluviales, están constituidas por cantos cuarcíticos redondeados inmersos en una matriz arenosa. La explotación no entraña problemas, salvo la hidrodinámica en épocas de crecida. Los accesos a las áreas de afloramiento son muy buenos, (foto 43). Las reservas se consideran medianas, ya que la potencia de los aluviales y las terrazas es muy variable y poco potente en términos generales. El coeficiente medio de aprovechamiento, basándose en el contenido medio de finos, se estima en 0'9.

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



Foto 43. Gravera sobre las terrazas de río Gadiana, YG-1. Fotografía obtenida en el pk (170) de la carretera N-430.

Las gravas coluviales están constituidas por cantos cuarcíticos angulosos y subangulosos, heterométrica y con muy poca matriz, generalmente arenosa e inferior al 10 % del total de la roca. Las reservas son muy grandes, y la explotación y los accesos son muy buenos. Salvo los coluviales tipo canchal, la mayoría de los coluviales que orlan los relieves cuarcíticos, poseen una alteración importante. Este hecho hace que los valores de sus características como árido, expuestos a continuación, den como resultado una dureza deficiente. El coeficiente medio de aprovechamiento se estima en 0'8.

Peso específico Aparente/Real	Absorción %	Estabilidad SO4Mg	Coeficiente Los Ángeles	Adhesividad al betún	Presencia de sulfatos
2'593 / 2'711	1'672	1'568	28'44	99'7	Sí

En la Figura 18 se encuentran situados los yacimientos granulares en el Tramo estudiado, y en la Figura 16 se especifican las características y la importancia de cada uno.

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

SIMBOLO	INTERES	SITUACION	GRUPO LITOLÓGICO	MATERIAL	ACCESOS
YG-1	Alto	755-1	A1	Gravas	Bueno en el pk (170) de la carretera N-430.
YG-2	Medio	755-1	C1	Gravas	Bueno en el pk (166'5) de la carretera N-430.
YG-3	Alto	755-3	350	Gravas	Bueno entre los pk(3) y pk(4) de la carretera que une Orellana de la Sierra y Navalvillar de Pela.
YG-4	Alto	755-4	T	Gravas	Bueno en el pk (147) de la carretera N-430.
YG-5	Alto	754-2	At	Gravas	Bueno desde la localidad de Gargáligas.
YG-6	Alto	754-1	A	Gravas	Bueno desde la localidad de Madrigalejo.
YG-7	Alto	754-1	At	Gravas	Bueno desde la localidad de Vegas Altas.
YG-8	Bajo	754-2	T	Gravas	Bueno desde la localidad de Acedera.

FIGURA 16. CUADRO - RESUMEN DE YACIMIENTOS GRANULARES

5.4. MATERIALES PARA PRESTAMOS

Los materiales cuaternarios de las vegas de los ríos Gargáligas y Rucas, al menos el horizonte más superficial fangoso y las margas terciarias del grupo (321a) serían formaciones que presentarían características inadecuadas para su aprovechamiento como préstamos para carreteras. Asimismo, podrían incluirse dentro de este grupo los depósitos ligados a las áreas lacustres, Grupo litológico (I), desarrolladas sobre los glaciares localizados al norte de la población de Talarrubias. El resto de las formaciones cuaternarias, pliocuaternarias y terciarias (aluviales, coluviales, glaciares y rañas) serían utilizables para terraplenes y pedraplenes.

Los materiales del precámbrico y paleozoico son utilizables en su gran mayoría para pedraplenes si exceptuamos las áreas pizarrosas de profunda alteración, grupo (V) en donde la alta proporción de arcillas caolínicas impondrían estudios detallados que determinarían su idoneidad para ser utilizados. Asimismo, existen otras áreas dentro de las series pizarrosas, con alta alteración, que también requerirán numerosos estudios para su incorporación a estructuras del cuerpo de la carretera.

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

5.5. YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON MAS DETALLE

En la Figura 17 se muestra un cuadro-resumen de los yacimientos rocosos y granulares que por su importancia pudieran ser objeto de un estudio más detallado.

SIMBOLO	INTERES	SITUACION	GRUPO LITOLOGICO	MATERIAL	ACCESOS
YR-1	Alto	756-4	001	Diabasas	Bueno a través del Camino que sale del pk(20'8) de la carretera C-413 en dirección a Herrera del Duque.
YR-2	Alto	756-4	001	Diabasas	Bueno a través del Camino que sale del pk(20'8) de la carretera C-413 en dirección a Herrera del Duque.
YR-3	Alto	756-4	001	Diabasas	Bueno a través del Camino que sale del pk(20'8) de la carretera C-413 en dirección a Herrera del Duque.
YG-3	Alto	755-3	350	Gravas	Bueno entre los pk(3) y pk(4) de la carretera que une Orellana de la Sierra y Navalvillar de Pela.
YG-4	Alto	755-4	T	Gravas	Bueno en el pk (147) de la carretera N-430.
YG-5	Alto	754-2	At	Gravas	Bueno desde la localidad de Grágligas.
YG-6	Alto	754-1	A	Gravas	Bueno desde la localidad de Madrigalejo.
YG-7	Alto	754-1	At	Gravas	Bueno desde la localidad de Vegas Altas.

FIGURA 17. CUADRO - RESUMEN DE LOS YACIMIENTOS A ESTUDIAR EN MÁS DETALLE.

6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

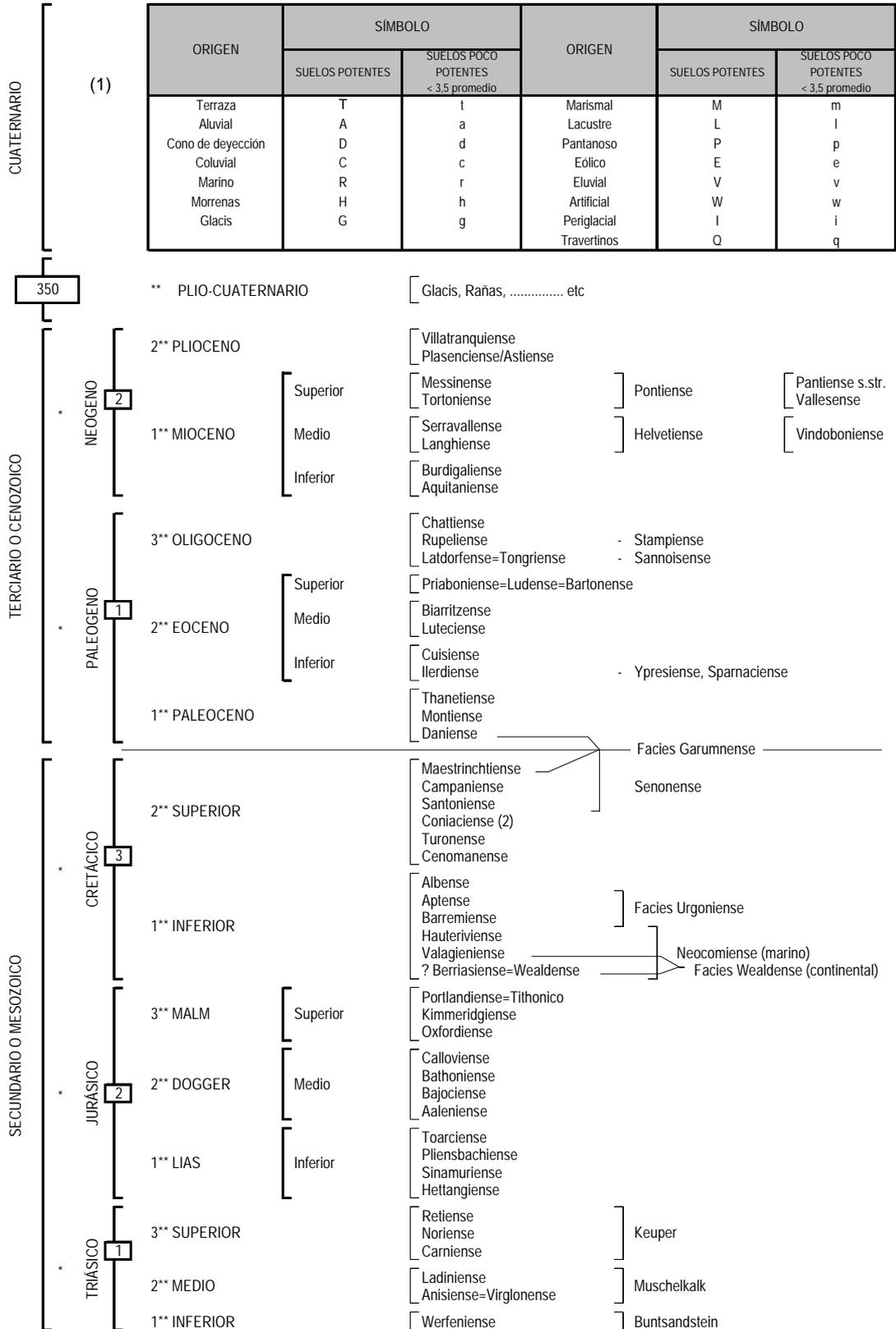
INSTITUTO TECNOLOGICO Y GEOMINERO DE ESPAÑA. 1989.- “Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, Hoja 756, Herrera del Duque”. ITGE.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA. 1976.- “Mapa de Rocas Industriales a escala 1:200.000, Hoja 60, Villanueva de la Serena”. IGME.

7. ANEJOS

7.1. ANEJO 1: SIMBOLOGÍA UTILIZADA EN LAS COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS

COLUMNA ESTRATIGRÁFICA



SECUNDARIO O MESOZOICO

*
CRETÁCICO

3

2** SUPERIOR

Superior

[Maestrinchiense
Campaniense
Santoniense
Coniaciense (2)
Turonense
Cenomanense

Facies Garumnense

Senonense

2

1** INFERIOR

Superior

[Albense
Aptense
Barremiense
Hauteriviense
Valagiense
? Berriasiense=Wealdense

Facies Urgoniense

Neocomiense (marino)

Facies Wealdense (continental)

2

3** MALM

Medio

[Portlandiense=Tithonico
Kimmeridgiense
Oxfordiense

2

2** DOGGER

Inferior

[Calloviense
Bathoniense
Bajociense
Aaleniense

1

1** LIAS

Superior

[Toarciense
Pliensbachiense
Sinamuriense
Hettangiense

1

3** SUPERIOR

Superior

[Retiense
Noriense
Carniense

Keuper

1

2** MEDIO

Superior

[Ladiniense
Anisiense=Virglonense

Muschelkalk

1

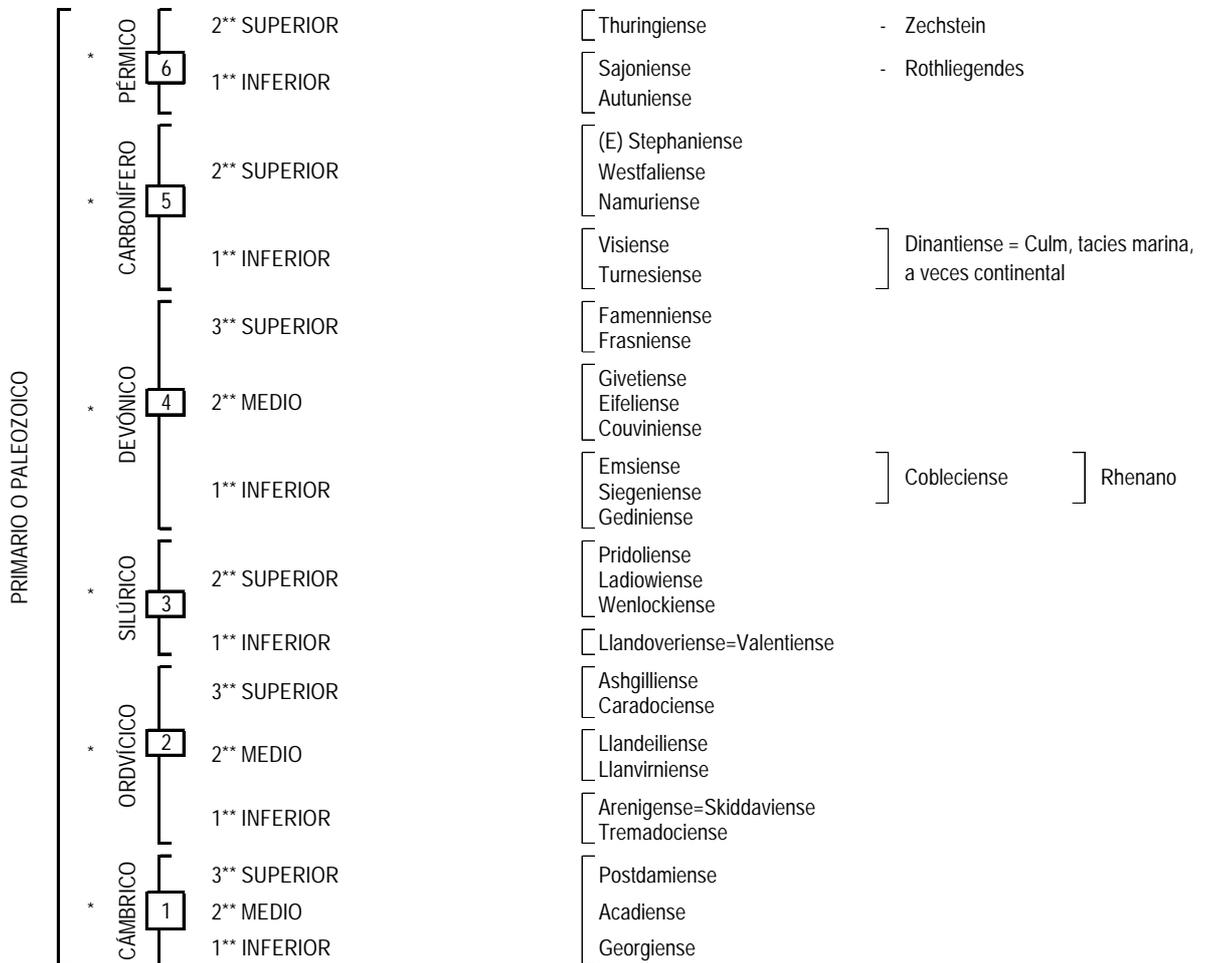
1** INFERIOR

Superior

[Werfeniense

Buntsandstein

COLUMNA ESTRATIGRÁFICA



PRECÁMBRICO 010 **

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

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

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

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

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

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

7.2. ANEJO 2: CRITERIOS UTILIZADOS EN LAS DESCRIPCIONES GEOTÉCNICAS

7.2. ANEJO 2: CRITERIOS UTILIZADOS EN LAS DESCRIPCIONES GEOTÉCNICAS

Introducción

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

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

Ripabilidad

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

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

Capacidad portante

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

- a) Capacidad portante alta o elevada es la que corresponde a una formación constituida por materiales compactos y preconsolidados, o bien a formaciones rocosas estables y resistentes, de excelentes características como cimiento de un firme de una carretera o de una obra de fábrica.
- b) Capacidad portante media es la de aquellas formaciones constituidas por materiales compactos y preconsolidados, que tienen sus capas superficiales algo alteradas y que, por tanto, determinan un suelo en el que la aplicación de cargas moderadas superficiales (2-3 kg/cm²) produce asientos tolerables en las obras de fábrica. En este caso, la estabilidad del material considerado como explanada del firme es suficiente en general, sin que sea necesaria la mejora del suelo.
- c) Capacidad portante baja es la correspondiente a materiales de suelos desagregados en los que la aplicación de cargas moderadas produce 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°).

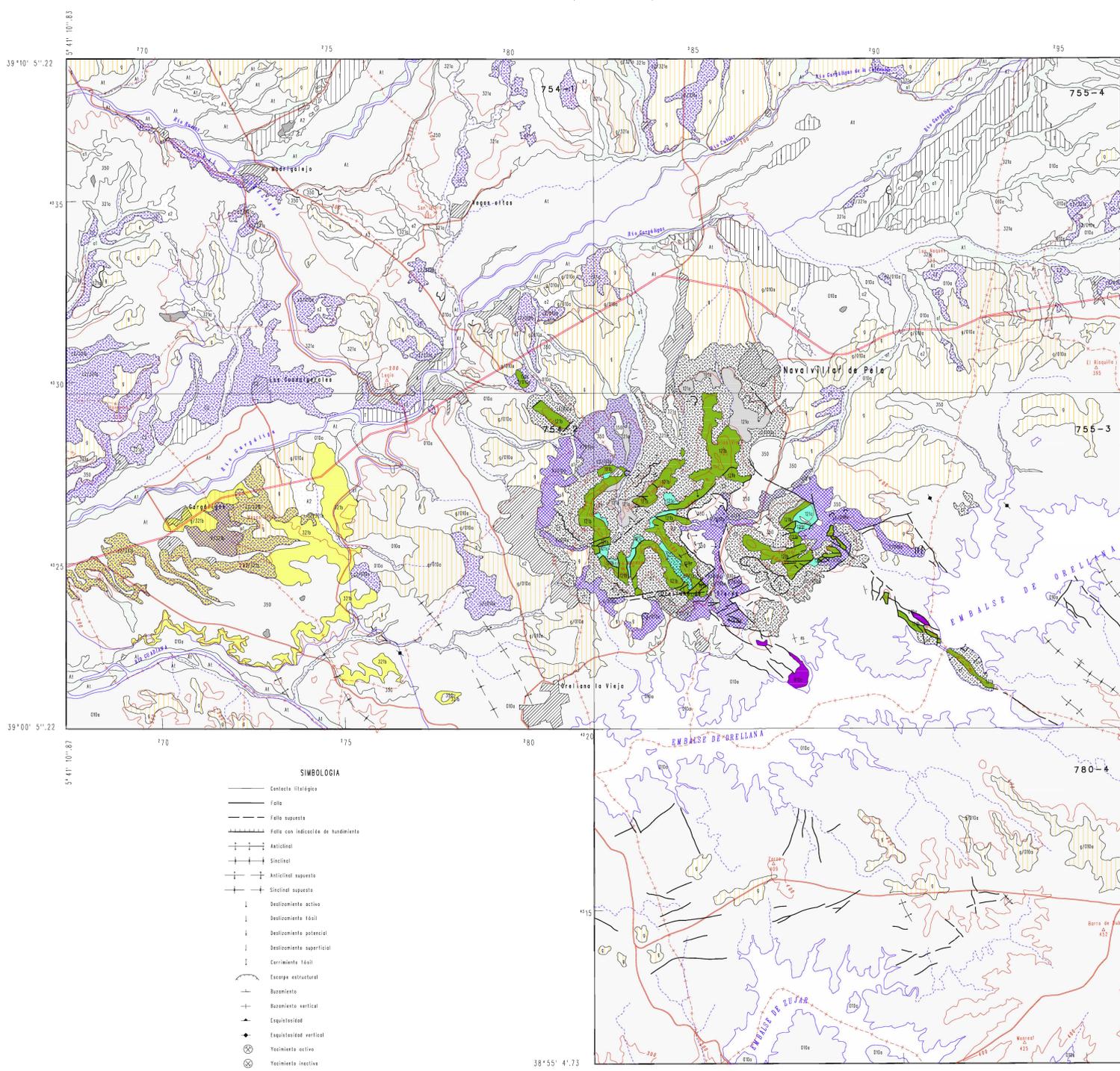
Se han considerado formaciones con problemas de estabilidad de taludes, aquellas en las que bien sea porque el ángulo de estabilidad natural del material es muy tendido, bien porque la formación está integrada por materiales de diferente comportamiento geotécnico, pueden producirse derrumbamientos, desprendimientos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

Drenaje

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

8. PLANOS

MAPA LITOLOGICO-ESTRUCTURAL
(ESCALA 1:50.000)



SIMBOLOGIA

- Contacto litológico
- Falso
- - - Falso supuesta
- - - Falso con indicación de hundimiento
- Anticlinal
- Síncinal
- Anticlinal supuesta
- Síncinal supuesta
- Deslizamiento activo
- Deslizamiento fósil
- Deslizamiento potencial
- Deslizamiento superficial
- Corrimiento fósil
- Corrimiento fósil
- Escarpa estructural
- Bazamiento
- Bazamiento vertical
- Equifinalidad
- Equifinalidad vertical
- Yacimiento activo
- Yacimiento inactivo

DEPOSITOS RECIENTES

- A1.01** Arenas y gravillas subarenosas y sueltas, de canales de caudales o limeras en uno, varios, arenos y limos. Materiales sueltos y no consolidados. Estructura interna masiva. Disposición horizontal. Permeabilidad por percolación y porosidad. Problemas de abarcamiento fluvial. Capacidad portante muy baja. Ripable. (Cuaternario, P.a.: (C1) 0,5-3 m, y (C2) 2-7 m)
- A2.02** Arenas y arenas con abundante mollic de arena, limas y arcillas. Materiales sueltos y no consolidados. Estructura interna masiva. Disposición subhorizontal. Permeabilidad entre buena y moderada. Problemas de escorrentía superficial deficiente. Capacidad portante muy baja. Ripable. (Cuaternario, P.a.: (C1) 0,5-3 m, y (C2) 3-5 m)
- A1** Zonas pantanosas fangosas y limosas en superficie. Deslizamientos sueltos y no consolidados. Estructura interna masiva. Disposición horizontal. Permeabilidad muy baja. Problemas de abarcamiento fluvial, zonas inundables. Capacidad portante muy baja. Ripable. (Cuaternario, P.a.: 0,5 y 4 m)
- I** Limas y arcillas muy plásticas ocreas y grises. Conformo propósitos lagunas endorreicas. Permeabilidad muy baja. Capacidad portante muy baja. Ripable. (Pleistoceno, P.a.: 0,5 y 4 m)
- C1.c1** Caudales y limas, heterométricas y de naturaleza principalmente arcillosa con muy poco gravilla. Permeabilidad baja por percolación. Estructura interna masiva. Disposición casi, vertical y oblicua en las laterales. Todos recomendados entre 10:1V y 1:50:1V. Capacidad portante baja. Ripable. (Cuaternario, P.a.: (C1) 0,5-3 m, y (C2) 3-10 m)
- C2.c2** Caudales de pantanos arenosos y arcillosos rajados o porde-grisáceos con un contenido variable de arena de cuarzo generalmente aferrada, redondeada y palmelitos. Poco o nada en cada. Materiales finos y muy compactos. Estructura interna masiva. Permeabilidad medio-baja. Capacidad portante baja. Ripable. (Cuaternario, P.a.: (C1) 0,5-3 m, y (C2) 3-10 m)

ROCAS MARGOSAS Y ARCILLOSAS

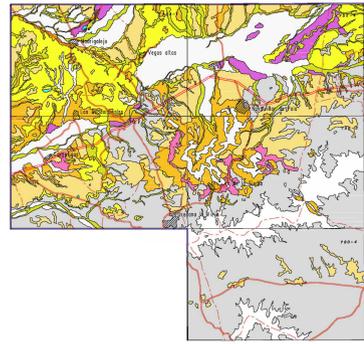
- 310.a** Arenas y arenas con abundante mollic de arena, limas y arcillas. Irregularmente cementadas por carbonatos y con matriz arenosa y arcillosa. Disposición subhorizontal. Estructura interna masiva. Permeabilidad alta o moderada por percolación y porosidad. Problemas de abarcamiento fluvial, zonas inundables. Capacidad portante variable en moderada a baja. Ripable. (Pleistoceno, P.a.: 0,5-10 m)
- 320.a** Arenas y arenas con abundante mollic de arena, limas y arcillas. Irregularmente cementadas por carbonatos y con matriz arenosa y arcillosa. Disposición subhorizontal. Estructura interna masiva. Permeabilidad alta o moderada por percolación y porosidad. Problemas de abarcamiento fluvial, zonas inundables. Capacidad portante variable en moderada a baja. Ripable. (Pleistoceno, P.a.: 0,5-10 m)
- 330.a** Arenas y arenas con abundante mollic de arena, limas y arcillas. Irregularmente cementadas por carbonatos y con matriz arenosa y arcillosa. Disposición subhorizontal. Estructura interna masiva. Permeabilidad alta o moderada por percolación y porosidad. Problemas de abarcamiento fluvial, zonas inundables. Capacidad portante variable en moderada a baja. Ripable. (Pleistoceno, P.a.: 0,5-10 m)

ROCAS PIZARRASAS

- 010.a** Pizarras y granovos. Bancos masivos. Estructura tabular, altamente irregular, melancólica y homogénea. Grado de fracturación e intensidad de desmenuzamiento, alto. Grado de meteorización muy bajo. Fragmentación interna. Estructura interna masiva. Permeabilidad por percolación y porosidad. Problemas de abarcamiento fluvial, zonas inundables. Capacidad portante moderada a baja. Ripable. (Precámbrico, P.a.: 400-600 m)
- 121.a** Arenas, areniscas micáceas, carbonílicas y silíceas. Se resaca muy carbonílica y alveolada. Fragmentación interna. Grado de fracturación e intensidad de desmenuzamiento, moderado a alto. Grado de meteorización muy bajo. Permeabilidad por filtración. Todos artificiales observados, medios-bajas, con problemas de conformación de arroyos y caudales. Todos recomendados 10:1V, en general. Capacidad portante alta a muy alta. Capacidad energética. (Ordóvico, P.a.: 200-300 m)
- 121.b** Arenas, areniscas micáceas, carbonílicas y silíceas. Se resaca muy carbonílica y alveolada. Fragmentación interna. Grado de fracturación e intensidad de desmenuzamiento, moderado a alto. Grado de meteorización muy bajo. Permeabilidad por filtración. Todos artificiales observados, medios-bajas, con problemas de conformación de arroyos y caudales. Todos recomendados 10:1V, en general. Capacidad portante alta a muy alta. Capacidad energética. (Ordóvico, P.a.: 200-300 m)
- 121.c** Arenas, areniscas micáceas, carbonílicas y silíceas. Se resaca muy carbonílica y alveolada. Fragmentación interna. Grado de fracturación e intensidad de desmenuzamiento, moderado a alto. Grado de meteorización muy bajo. Permeabilidad por filtración. Todos artificiales observados, medios-bajas, con problemas de conformación de arroyos y caudales. Todos recomendados 10:1V, en general. Capacidad portante alta a muy alta. Capacidad energética. (Ordóvico, P.a.: 200-300 m)
- 121.d** Arenas, areniscas micáceas, carbonílicas y silíceas. Se resaca muy carbonílica y alveolada. Fragmentación interna. Grado de fracturación e intensidad de desmenuzamiento, moderado a alto. Grado de meteorización muy bajo. Permeabilidad por filtración. Todos artificiales observados, medios-bajas, con problemas de conformación de arroyos y caudales. Todos recomendados 10:1V, en general. Capacidad portante alta a muy alta. Capacidad energética. (Ordóvico, P.a.: 200-300 m)
- 121.e** Arenas, areniscas micáceas, carbonílicas y silíceas. Se resaca muy carbonílica y alveolada. Fragmentación interna. Grado de fracturación e intensidad de desmenuzamiento, moderado a alto. Grado de meteorización muy bajo. Permeabilidad por filtración. Todos artificiales observados, medios-bajas, con problemas de conformación de arroyos y caudales. Todos recomendados 10:1V, en general. Capacidad portante alta a muy alta. Capacidad energética. (Ordóvico, P.a.: 200-300 m)
- 121.f** Arenas, areniscas micáceas, carbonílicas y silíceas. Se resaca muy carbonílica y alveolada. Fragmentación interna. Grado de fracturación e intensidad de desmenuzamiento, moderado a alto. Grado de meteorización muy bajo. Permeabilidad por filtración. Todos artificiales observados, medios-bajas, con problemas de conformación de arroyos y caudales. Todos recomendados 10:1V, en general. Capacidad portante alta a muy alta. Capacidad energética. (Ordóvico, P.a.: 200-300 m)
- 121.g** Arenas, areniscas micáceas, carbonílicas y silíceas. Se resaca muy carbonílica y alveolada. Fragmentación interna. Grado de fracturación e intensidad de desmenuzamiento, moderado a alto. Grado de meteorización muy bajo. Permeabilidad por filtración. Todos artificiales observados, medios-bajas, con problemas de conformación de arroyos y caudales. Todos recomendados 10:1V, en general. Capacidad portante alta a muy alta. Capacidad energética. (Ordóvico, P.a.: 200-300 m)
- 121.h** Arenas, areniscas micáceas, carbonílicas y silíceas. Se resaca muy carbonílica y alveolada. Fragmentación interna. Grado de fracturación e intensidad de desmenuzamiento, moderado a alto. Grado de meteorización muy bajo. Permeabilidad por filtración. Todos artificiales observados, medios-bajas, con problemas de conformación de arroyos y caudales. Todos recomendados 10:1V, en general. Capacidad portante alta a muy alta. Capacidad energética. (Ordóvico, P.a.: 200-300 m)
- 121.i** Arenas, areniscas micáceas, carbonílicas y silíceas. Se resaca muy carbonílica y alveolada. Fragmentación interna. Grado de fracturación e intensidad de desmenuzamiento, moderado a alto. Grado de meteorización muy bajo. Permeabilidad por filtración. Todos artificiales observados, medios-bajas, con problemas de conformación de arroyos y caudales. Todos recomendados 10:1V, en general. Capacidad portante alta a muy alta. Capacidad energética. (Ordóvico, P.a.: 200-300 m)
- 121.j** Arenas, areniscas micáceas, carbonílicas y silíceas. Se resaca muy carbonílica y alveolada. Fragmentación interna. Grado de fracturación e intensidad de desmenuzamiento, moderado a alto. Grado de meteorización muy bajo. Permeabilidad por filtración. Todos artificiales observados, medios-bajas, con problemas de conformación de arroyos y caudales. Todos recomendados 10:1V, en general. Capacidad portante alta a muy alta. Capacidad energética. (Ordóvico, P.a.: 200-300 m)
- 121.k** Arenas, areniscas micáceas, carbonílicas y silíceas. Se resaca muy carbonílica y alveolada. Fragmentación interna. Grado de fracturación e intensidad de desmenuzamiento, moderado a alto. Grado de meteorización muy bajo. Permeabilidad por filtración. Todos artificiales observados, medios-bajas, con problemas de conformación de arroyos y caudales. Todos recomendados 10:1V, en general. Capacidad portante alta a muy alta. Capacidad energética. (Ordóvico, P.a.: 200-300 m)
- 121.l** Arenas, areniscas micáceas, carbonílicas y silíceas. Se resaca muy carbonílica y alveolada. Fragmentación interna. Grado de fracturación e intensidad de desmenuzamiento, moderado a alto. Grado de meteorización muy bajo. Permeabilidad por filtración. Todos artificiales observados, medios-bajas, con problemas de conformación de arroyos y caudales. Todos recomendados 10:1V, en general. Capacidad portante alta a muy alta. Capacidad energética. (Ordóvico, P.a.: 200-300 m)
- 121.m** Arenas, areniscas micáceas, carbonílicas y silíceas. Se resaca muy carbonílica y alveolada. Fragmentación interna. Grado de fracturación e intensidad de desmenuzamiento, moderado a alto. Grado de meteorización muy bajo. Permeabilidad por filtración. Todos artificiales observados, medios-bajas, con problemas de conformación de arroyos y caudales. Todos recomendados 10:1V, en general. Capacidad portante alta a muy alta. Capacidad energética. (Ordóvico, P.a.: 200-300 m)
- 121.n** Arenas, areniscas micáceas, carbonílicas y silíceas. Se resaca muy carbonílica y alveolada. Fragmentación interna. Grado de fracturación e intensidad de desmenuzamiento, moderado a alto. Grado de meteorización muy bajo. Permeabilidad por filtración. Todos artificiales observados, medios-bajas, con problemas de conformación de arroyos y caudales. Todos recomendados 10:1V, en general. Capacidad portante alta a muy alta. Capacidad energética. (Ordóvico, P.a.: 200-300 m)
- 121.o** Arenas, areniscas micáceas, carbonílicas y silíceas. Se resaca muy carbonílica y alveolada. Fragmentación interna. Grado de fracturación e intensidad de desmenuzamiento, moderado a alto. Grado de meteorización muy bajo. Permeabilidad por filtración. Todos artificiales observados, medios-bajas, con problemas de conformación de arroyos y caudales. Todos recomendados 10:1V, en general. Capacidad portante alta a muy alta. Capacidad energética. (Ordóvico, P.a.: 200-300 m)
- 121.p** Arenas, areniscas micáceas, carbonílicas y silíceas. Se resaca muy carbonílica y alveolada. Fragmentación interna. Grado de fracturación e intensidad de desmenuzamiento, moderado a alto. Grado de meteorización muy bajo. Permeabilidad por filtración. Todos artificiales observados, medios-bajas, con problemas de conformación de arroyos y caudales. Todos recomendados 10:1V, en general. Capacidad portante alta a muy alta. Capacidad energética. (Ordóvico, P.a.: 200-300 m)
- 121.q** Arenas, areniscas micáceas, carbonílicas y silíceas. Se resaca muy carbonílica y alveolada. Fragmentación interna. Grado de fracturación e intensidad de desmenuzamiento, moderado a alto. Grado de meteorización muy bajo. Permeabilidad por filtración. Todos artificiales observados, medios-bajas, con problemas de conformación de arroyos y caudales. Todos recomendados 10:1V, en general. Capacidad portante alta a muy alta. Capacidad energética. (Ordóvico, P.a.: 200-300 m)
- 121.r** Arenas, areniscas micáceas, carbonílicas y silíceas. Se resaca muy carbonílica y alveolada. Fragmentación interna. Grado de fracturación e intensidad de desmenuzamiento, moderado a alto. Grado de meteorización muy bajo. Permeabilidad por filtración. Todos artificiales observados, medios-bajas, con problemas de conformación de arroyos y caudales. Todos recomendados 10:1V, en general. Capacidad portante alta a muy alta. Capacidad energética. (Ordóvico, P.a.: 200-300 m)
- 121.s** Arenas, areniscas micáceas, carbonílicas y silíceas. Se resaca muy carbonílica y alveolada. Fragmentación interna. Grado de fracturación e intensidad de desmenuzamiento, moderado a alto. Grado de meteorización muy bajo. Permeabilidad por filtración. Todos artificiales observados, medios-bajas, con problemas de conformación de arroyos y caudales. Todos recomendados 10:1V, en general. Capacidad portante alta a muy alta. Capacidad energética. (Ordóvico, P.a.: 200-300 m)
- 121.t** Arenas, areniscas micáceas, carbonílicas y silíceas. Se resaca muy carbonílica y alveolada. Fragmentación interna. Grado de fracturación e intensidad de desmenuzamiento, moderado a alto. Grado de meteorización muy bajo. Permeabilidad por filtración. Todos artificiales observados, medios-bajas, con problemas de conformación de arroyos y caudales. Todos recomendados 10:1V, en general. Capacidad portante alta a muy alta. Capacidad energética. (Ordóvico, P.a.: 200-300 m)
- 121.u** Arenas, areniscas micáceas, carbonílicas y silíceas. Se resaca muy carbonílica y alveolada. Fragmentación interna. Grado de fracturación e intensidad de desmenuzamiento, moderado a alto. Grado de meteorización muy bajo. Permeabilidad por filtración. Todos artificiales observados, medios-bajas, con problemas de conformación de arroyos y caudales. Todos recomendados 10:1V, en general. Capacidad portante alta a muy alta. Capacidad energética. (Ordóvico, P.a.: 200-300 m)
- 121.v** Arenas, areniscas micáceas, carbonílicas y silíceas. Se resaca muy carbonílica y alveolada. Fragmentación interna. Grado de fracturación e intensidad de desmenuzamiento, moderado a alto. Grado de meteorización muy bajo. Permeabilidad por filtración. Todos artificiales observados, medios-bajas, con problemas de conformación de arroyos y caudales. Todos recomendados 10:1V, en general. Capacidad portante alta a muy alta. Capacidad energética. (Ordóvico, P.a.: 200-300 m)
- 121.w** Arenas, areniscas micáceas, carbonílicas y silíceas. Se resaca muy carbonílica y alveolada. Fragmentación interna. Grado de fracturación e intensidad de desmenuzamiento, moderado a alto. Grado de meteorización muy bajo. Permeabilidad por filtración. Todos artificiales observados, medios-bajas, con problemas de conformación de arroyos y caudales. Todos recomendados 10:1V, en general. Capacidad portante alta a muy alta. Capacidad energética. (Ordóvico, P.a.: 200-300 m)
- 121.x** Arenas, areniscas micáceas, carbonílicas y silíceas. Se resaca muy carbonílica y alveolada. Fragmentación interna. Grado de fracturación e intensidad de desmenuzamiento, moderado a alto. Grado de meteorización muy bajo. Permeabilidad por filtración. Todos artificiales observados, medios-bajas, con problemas de conformación de arroyos y caudales. Todos recomendados 10:1V, en general. Capacidad portante alta a muy alta. Capacidad energética. (Ordóvico, P.a.: 200-300 m)
- 121.y** Arenas, areniscas micáceas, carbonílicas y silíceas. Se resaca muy carbonílica y alveolada. Fragmentación interna. Grado de fracturación e intensidad de desmenuzamiento, moderado a alto. Grado de meteorización muy bajo. Permeabilidad por filtración. Todos artificiales observados, medios-bajas, con problemas de conformación de arroyos y caudales. Todos recomendados 10:1V, en general. Capacidad portante alta a muy alta. Capacidad energética. (Ordóvico, P.a.: 200-300 m)
- 121.z** Arenas, areniscas micáceas, carbonílicas y silíceas. Se resaca muy carbonílica y alveolada. Fragmentación interna. Grado de fracturación e intensidad de desmenuzamiento, moderado a alto. Grado de meteorización muy bajo. Permeabilidad por filtración. Todos artificiales observados, medios-bajas, con problemas de conformación de arroyos y caudales. Todos recomendados 10:1V, en general. Capacidad portante alta a muy alta. Capacidad energética. (Ordóvico, P.a.: 200-300 m)

LEYENDA

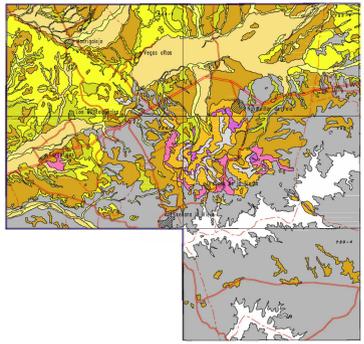
ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR
(ESCALA 1:200.000)



LEYENDA

- Litosenos y ranuras sobre cuarcitas
- Suelos aluviales y fondos de valle consolidados por arenas y gravas. Permeabilidad moderada. No cohesivos
- Depósitos de arenas y superficies de glacia. Arenas poligénicas y palmelitos, irregularmente cementados. Permeabilidad alta o moderada. Cohesivos
- Depósitos de lodo de origen coluvial, conos y abanicos aluviales. Permeabilidad variable. Suelos cohesivos e irregularmente cementados.
- Ranuras sobre pizarras
- Suelos aluviales y montes de alteración sobre pizarras. Alterados. Permeabilidad muy baja. Plasticidad alta. Suelo no cohesivos
- Suelos sobre materiales margosos y arcillosos. Permeabilidad muy baja. No cohesivos
- Suelos sobre materiales margosos y arcillosos de litosa de fracturación con áreas pantanosas. Permeabilidad muy baja. No cohesivos
- Suelos arenosos y limo-arenosos sobre terrazas aluviales. Permeabilidad moderada. Cohesivos
- Suelos fangosos y arcillosos de origen lagunar. Permeabilidad muy baja. No cohesivos

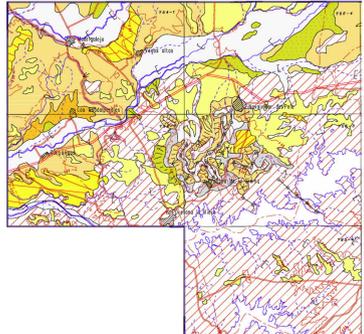
ESQUEMA GEOTECNICO
(ESCALA 1:200.000)



LEYENDA

- Aluviales. Permeabilidad moderada-alta por percolación. Problemas de tipo hidroclimático en épocas de crecida. Capacidad portante baja. Ripable.
- Permeabilidad entre buena y moderada. Problemas de escorrentía superficial deficiente. Capacidad portante muy baja. Ripable.
- Permeabilidad muy baja. Impermeables. Capacidad portante muy baja. Problemas de dinámica fluvial, zonas inundables. Ripable.
- Resquebrajados de lodo. Permeabilidad alto-moderada. Procesos fáciles de deslizamiento. Problemas de deslizamiento de taludes o bloques, a de deslizamiento de taludes en el lado una base arcillosa. Los pendientes estables están siempre por arriba de 10:1V. Capacidad portante muy baja. Ripable.
- Ranuras, glacia, terrazos y abanicos aluviales. Permeabilidad variable. Problemas de deslizamiento de taludes o bloques y de deslizamiento de taludes en el lado una base arcillosa. Los pendientes estables están siempre por arriba de 10:1V. Capacidad portante muy baja. Ripable.
- Alterados. Permeabilidad muy baja. Pendientes notables con deslizamientos y corrimientos fáciles de lodo. Todos artificiales observados con rasgos de inestabilidad fósil. Todos recomendados a 45 grados. Capacidad portante moderada a baja. Ripable.
- Formaciones de naturaleza arenolimo-arcillosa, limo-arcillosa y arena-arcillosa poco consolidadas. Permeabilidad variable, en general poco permeables. Problemas de deslizamiento de taludes, taludes de escarpamiento < 10:1V. Capacidad portante entre moderada y baja. Ripable.
- Grasa pizarras. Permeables por filtración. Estabilidad natural bajo en montes de alteración. Todos recomendados < 10:1V. Capacidad portante muy variable. Ripable marginalmente.
- Cuarcitas y conglomerados silíceos. Permeabilidad por filtración. Todos naturales con procesos moderados de desmenuzamiento en las escarpas serranas. Pendientes aconsejables subverticales. Problemas de deslizamiento de bloques y caídas en taludes artificiales. Capacidad portante muy alta. No ripable.
- Grasa pizarras y arenillas-arcillosas. Permeables por filtración. Estabilidad natural bajo en montes de alteración. Todos recomendados < 10:1V. Capacidad portante muy variable. Ripable marginalmente.

ESQUEMA GEOMORFOLOGICO
(ESCALA 1:200.000)



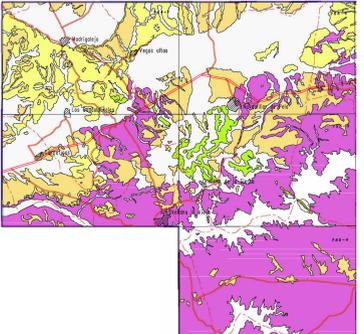
LEYENDA

- Línea de inundación
- Terrazo
- Conos de deposición y abanicos aluviales
- Cauiales de pantanos
- Cauiales de sierra
- Niveles de glacia
- Ranura
- Relieves terciarios
- Alteritos
- Relieve de sierra
- Panilladura

SIMBOLOS

- Valle de fondo plano
- Línea de crestas
- Deslizamiento
- Rio
- Arroyo

ESQUEMA GEOLOGICO
(ESCALA 1:200.000)



LEYENDA

- CUATERNARIO
- PLEISTOCENO
- TERCIARIO
- PALEOCENO
- PRECAMBRIICO



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